

Exploración de la variabilidad genética del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como base para un programa de fitomejoramiento en Colombia

Exploration of the genetic variability of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) as basis for a breeding program in Colombia

John Ocampo^{1*}, *Ramiro Urrea*², *Kris Wyckhuys*³, y *Mauricio Salazar*⁴

¹Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph.D., Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira/Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia. ²Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Universidad de Caldas, Colombia. ³Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph.D., Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia. ⁴Ingeniero Agrónomo, Granja Luker, Empresa Agroindustrial Casa Luker, Colombia. *Autor por correspondencia: jaocampop@unal.edu.co

REc.: 10.10.12 acep.: 27.12.13

Resumen

El maracuyá es uno de los principales frutales del Neotrópico y en Colombia existen cerca de 6000 ha cultivadas con esta fruta, con una producción de 90,000 t/año. No obstante este potencial, los cultivos presentan graves problemas fitosanitarios y degeneración genética, lo que se manifiesta por una reducción de la vida útil de la plantación. El objetivo de esta investigación fue evaluar el grado de variabilidad genética del maracuyá cultivado en Colombia como base para un programa de fitomejoramiento. Las recolecciones se realizaron en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Huila, Tolima y Valle del Cauca mediante una selección masal participativa con los productores. En cada cultivo, se seleccionaron diez frutos al azar (calidad extra) de las plantas más sobresalientes por productividad y sanidad, en las cuales se registró la incidencia de insectos plaga y enfermedades. Los frutos fueron caracterizados con 11 variables fisicoquímicas y analizados mediante la descomposición de la varianza (univariado) y el análisis de clasificación (neighbour joining). Los resultados mostraron que los trips (*Neohydatothrips* spp.) y la virosis (SMV) son los problemas fitosanitarios que más afectan el cultivo en los sitios del estudio. El análisis univariado del fruto mostró un porcentaje de variabilidad promedio total de 14.31% (CV), destacándose los pesos de la cáscara (20.53%) y de la semilla (20.47%). Tomando en cuenta los parámetros de calidad (°Brix y %pulpa + semilla) se identificaron ocho accesiones élite provenientes de Caldas, Valle del Cauca y Antioquia. El análisis de clasificación mostró una alta variabilidad, con poca estructuración por origen geográfico. Estos resultados permitirán iniciar un proceso de mejoramiento genético a partir de genotipos superiores de las accesiones élite identificadas.

Palabras clave: Frutal, neotrópico, *Passiflora*, recursos genéticos, selección masal.

Abstract

Yellow passion fruit is one of the main fruit of the Neotropic and in Colombia there are about 6.000 ha with a 90.000 t/year production. Despite this potential, crops are affected by serious phytosanitary problems, genetic degeneration and lack of breeding in those species that have allowed a reduction of their crop cycle. The objective of this research was to determine the genetic variability degree yellow passion fruit cultivated in Colombia as the basis for a breeding program. The collections were made

in the departments of Antioquia, Caldas, Cauca, Huila, Tolima and Valle del Cauca through farmer's participatory mass selection. Ten fruits per crop were selected randomly (extra quality) of the most outstanding material (productivity and health) and the incidence of insect pests and diseases recorded. Fruits were characterized with 11 physicochemical variables and analyzed using the variance decomposition (univariate) and classification analysis (*Neighbour joining*). Results identified that Trips (*Neohydatothrips* spp.) and Virosis (SMV) are the plague and disease with greater affectation in the crops visited. The results of the fruit analysis showed a total average variability percentage (CV) of 14.31%, highlighting the weight of the fruit peel (20.53%) and the average seed weight (20.47%). Regarding quality parameters (°Brix and % pulp+seeds) eight elite accessions from Caldas, Valle de Cauca and Antioquia were identified. The classification analysis showed high variability with little structuring by geographic origin. These results will begin a breeding process from superior genotypes from the identified elite accessions.

Keywords: Fruit, genetic resources, mass selection, neotropic, *Passiflora*.

Introducción

El maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) es la principal especie del género *Passiflora* L. por su alto potencial económico y distribución (Ocampo, 2007). Esta especie es de polinización cruzada (alógama) la cual es realizada principalmente por insectos (abejorros) del género *Xylocopa* spp. (González *et al.*, 2009, Arias *et al.*, 2014), Brasil es el centro de origen del maracuyá y actualmente es cultivado en zonas tropicales de cuatro continentes (Lima y da Cuhna, 2004). Brasil, Ecuador, Colombia y Perú son los principales productores mundiales con aproximadamente 640,000 t/año. Esta fruta fue introducida en Colombia a comienzo de la década de 1960 y actualmente existen cerca de 5.800 ha con una producción de 90,000 t en 2012, de las cuales el 65% son destinados a la industria para jugos concentrados de exportación (Agronet, 2012). Este cultivo es gran generador de empleos, con cerca de 240 jornales/ha por año, de los cuales el 33% se dedican a la recolección (Serna y Chacón, 1995). No obstante esta alta productividad, los cultivos son afectados por graves problemas fitosanitarios como virosis, bacteriosis, fusariosis y mosca del ovario; degeneración genética y falta de mejoramiento genético en la especie, que han ocasionado disminución de la vida útil de las plantaciones, pasando de 36 a 18 meses y de 40 a 16 t/ha de fruto por año. Dentro de los cultivos actuales existe una alta variabilidad en forma y tamaño de los frutos, lo que obliga al productor a seleccionar aquellos destinados a mercado, y ocasiona un aumento en los costos de producción (Ocampo *et al.*, 2009). Por

lo anterior, la disponibilidad de un cultivar más tolerante a problemas fitosanitarios y productivo representaría un incremento significativo en los ingresos de los productores, (Oliveira *et al.*, 1994).

El conocimiento de la variabilidad genética permite enfrentar el riesgo de enfermedades epidémicas de las plantas y asegurar una agricultura útil y sostenible (Meletti *et al.*, 2005). En Colombia se han realizado algunos estudios sobre la variabilidad en el género *Passiflora* L. a niveles intra- e interespecífico utilizando marcadores morfológicos (Ocampo y Coppens d'Eeckenbrugge, 2009) y moleculares (Segura *et al.*, 2002; Ocampo *et al.*, 2004, Santos *et al.*, 2011), los cuales han establecido las distancias entre las especies cultivadas y sus parientes silvestres como estrategia de conservación de los recursos genéticos.

En Colombia, específicamente en el cultivo de maracuyá, los esfuerzos en mejoramiento genético han sido limitados (Restrepo y Kogson, 1998; Ocampo *et al.*, 2009) en comparación con los realizados en Brasil, donde en los últimos años se han liberado cinco variedades con alta productividad y mayor contenido de vitamina C para el consumo en fresco y con destino a la industria (Meletti *et al.*, 2000; 2005; Faleiro *et al.*, 2008). Para desarrollar un cultivar productivo de maracuyá es necesario conocer, explorar y usar convenientemente la variabilidad genética disponible basada en la selección de individuos superiores (Oliveira, 1980). Consecuente con lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar el grado de variabilidad genética del maracuyá cultivado en Colombia por medio de la selección, caracterización e identifica-

ción de accesiones élite como base para un programa de fitomejoramiento.

Materiales y métodos

Área de estudio. Las recolecciones de los materiales se realizaron en 27 municipios en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Huila, Tolima y Valle del Cauca (Colombia), entre octubre de 2008 y enero de 2010. Estas colectas fueron planificadas con la ayuda de las bases de datos de las Secretarías de Agricultura departamentales, la información de los productores y la distribución geográfica de los cultivos de maracuyá.

Material vegetal y metodología de recolección. En cada finca, con la participación de los productores, se seleccionaron diez frutos de calidad extra de las plantas fenotípicamente más sobresalientes de acuerdo con la longevidad ≥ 18 meses, precocidad, producción, sanidad y calidad del fruto, utilizando el método de selección masal. Los frutos recolectados en cada cultivo conformaron una accesión proveniente de polinización cruzada o constituida por genotipos de hermanos medios. Así mismo, en cada finca se registró la posición geográfica, la edad del cultivo, el origen de la semilla, el sistema de tutorado, la pendiente del terreno, el sistema de riego y estado fitosanitario. La incidencia de insectos plaga y enfermedades se determinó tomando 12 plantas al azar en cada cultivo, los cuales fueron identificados con base en la metodología propuesta por Fischer y Rezende (2008) y Hernández *et al.* (2011). Cuando fue necesario se llevaron muestras para análisis en los laboratorios de fitopatología y entomología de la Universidad de Caldas y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Análisis de datos. Los frutos recolectados fueron caracterizados con la medición de once variables fisicoquímicas cuantitativas (Cuadro 1) y el rendimiento del jugo concentrado mediante la fórmula $R = (\% \text{jugo} \times \text{°Brix}) / 50 \text{°Brix}$. Los datos fueron analizados mediante la descomposición de la varianza (univariada), el coeficiente de correlación de Pearson y el análisis de clasificación del ‘vecino más próximo’ (neighbour joining) mediante el coeficiente de similaridad de Sokal y Michener (1958). Los análisis se desarrollaron

Cuadro 1. Variables cuantitativas medidas en la caracterización de frutos de maracuyá.

No.	Variable	Código
1	Peso del fruto (g)	PFR
2	Longitud del fruto (mm)	LFR
3	Diámetro del fruto (mm)	DFR
4	Peso de la pulpa más semilla (g)	PPS
5	Porcentaje de pulpa (%)	%PPS
6	Peso del jugo (g)	PJU
7	Porcentaje de jugo (%)	%PJU
8	Peso de la cáscara (g)	PCS
9	Peso de la semilla (g)	PSE
10	Índice de la semilla (100 s/g)	IS
11	Sólidos solubles totales	°Brix

con la ayuda de los programas estadísticos Statistica v8 y DarWin v5.0.158.

Resultados y discusión

Generalidades del cultivo y patógenos con mayor incidencia

Se visitaron 50 fincas, localizadas entre 280 y 1.450 m.s.n.m., de las cuales para el estudio se seleccionaron 40. Se observó que el mayor número de cultivos se encuentra entre 500 y 1000 m.s.n.m. El 57% de los productores establece los cultivos bajo el sistema de espaldera sencilla, el 28% utilizan el sistema en ‘T’ y los demás el emparrado. La mayoría de los cultivos (96%) son establecidos en zonas planas y solo 4% en las áreas con pendiente $> 70\%$. En el 42% de los cultivos se utiliza sistema de riego por goteo y 2% emplean por aspersión.

Se identificaron dos centros principales de dispersión de semillas, uno, en La Unión, departamento del Valle del Cauca y otro, en Palestina, Caldas. Como problemas fitosanitarios en las diferentes localidades se registraron 11 insectos plaga: thrips, *Neohydatothrips* sp.; mosca del ovario, *Dasiops* sp.; ácaros, *Tetranychus* sp.; chinche, *Leptoglossus* sp.; tortuguilla o caracola, *Ceroplastes* sp.; gusano cosechero, *Agraulis* sp.; mosca negra, *Drosophila* sp.; abeja negra, *Trigona* sp.; mosca blanca, *Hexaleurodicus* sp.; crisomélidos, *Dibrotica* sp. y barrenador del tallo, *Langsdorfia* sp. y siete enfermedades: Virosis, Soybean Mosaic Potyvirus – SMV; roña, *Cladosporium* sp.; mancha parda, *Alternaria* sp.; antracnosis, *Colletotrichum* sp.; secadera, *Fusarium* sp.; bacteriosis, *Xanthomonas* sp. y moho gris, *Botrytis* sp. (Figura 1), que

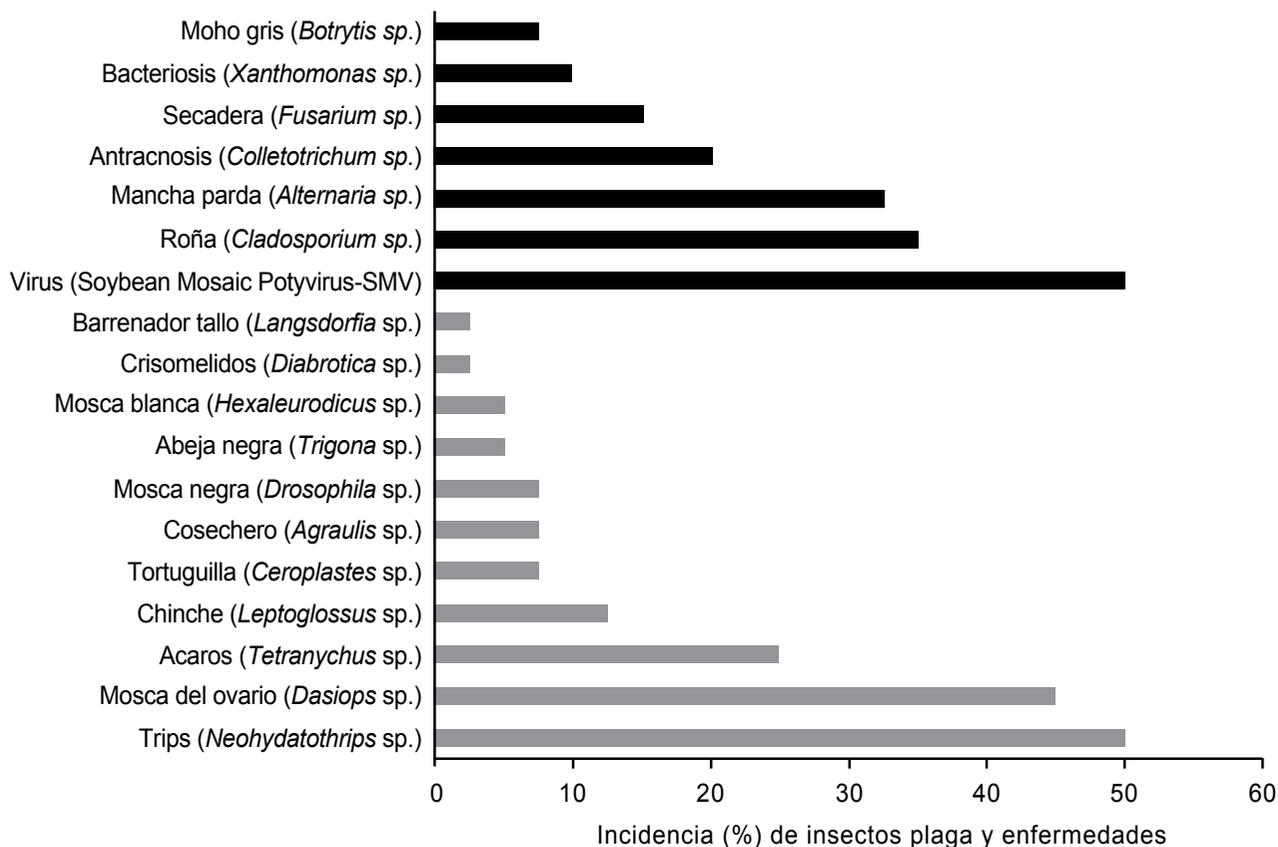


Figura 1. Principales insectos plagas y enfermedades presentes en las muestras de cultivos de maracuyá.

afectaban el desarrollo del cultivo. Las plagas con mayor incidencia fueron trips (50%) y la mosca del ovario (44%) presentes en todos los pisos térmicos. Entre las enfermedades, la virosis (SMV) (50%) y la roña (34%) fueron las de mayor incidencia en los cultivos.

Análisis fisicoquímico del fruto

Los resultados del análisis univariado de las características del fruto mostraron un coeficiente de variación (CV) promedio entre

las 11 variables de 14.31%, lo que indica una relativa variación fenotípica en las accesiones recolectadas. Las variables que más contribuyeron con esta variación (Cuadro 2) están asociadas con el peso de la cáscara (20.53%), el peso promedio de la semilla (20.47%) y el porcentaje del jugo (20.27%). Estos valores indican que con estos caracteres es posible identificar frutos o plantas con características superiores y por tanto lograr un mayor progreso genético por selección; una situación

Cuadro 2. Análisis univariado de las 11 variables fisicoquímicas evaluadas en el fruto de maracuyá.

Parámetro	Variables ^a										
	PFR	LFR	DFR	PPS	%PPS	PJU	%PUJ	PCS	PSE	IS	°Brix ^b
Media	209.24	92.29	78.87	94.48	45.23	86.30	25.69	114.76	8.18	2.33	14.25
Mínimo	142.40	78.20	70.60	55.60	30.11	50.90	15.04	81.20	4.70	1.87	12.40
Máximo	289.60	106.40	88.40	132.00	58.73	119.20	36.80	183.20	12.80	3.16	16.98
Varianza	1005.73	40.68	24.78	330.34	39.24	327.10	27.11	555.13	2.80	0.05	0.84
D.E.	31.71	6.38	4.98	18.18	6.26	16.12	5.21	23.56	1.67	0.22	0.92
C.V.	15.16	6.91	6.31	19.24	13.85	18.68	20.27	20.53	20.47	9.59	6.45

a. El significado de las variables aparece en el Cuadro 1.

b = escala de °Brix utilizada: 1-20

contraria se observó para las variables sólidos solubles totales (°Brix), longitud (LFR) y diámetro del fruto (DFR) que contribuyen con menos del 7% de la variación.

Por otro lado, los valores de correlación mostraron semejanzas entre todas las variables ($r = \geq 0.65$), excepto algunas características como el índice de semilla (IS) y sólidos solubles totales (°Brix) con las demás variables. Las estrechas asociaciones fenotípicas entre la longitud (LFR) con peso de fruto (PFR), peso de pulpa + semilla (PPS) y contenido de jugo (PJU), así como la relación entre estas últimas, sirven como elementos importantes en la valoración y la estimación de rendimiento en jugo, variable clave en el proceso industrial del maracuyá.

Los parámetros de calidad °Brix (14.5 a 17.0), %pulpa + semilla (50 - 57) y rendimiento de jugo concentrado (8.5 - 17.0) permitieron la identificación de accesiones élite (Figura 2), provenientes principalmente de los departamentos de Valle de Cauca (Val), Antioquia (Ant), Caldas (Cal), Cauca (Cau), Tolima (Tol) y Huila (Hui). Aunque sólo 20% de las accesiones presentaron buenos parámetros de calidad, éstas se encuentran bien distribuidas geográficamente en zonas con condiciones climáticas diferentes, lo que sugiere una relativa plasticidad genética y fenotípica.

Análisis de clasificación (neighbour joining)

El dendrograma mostró tres grupos principales con poca diferenciación entre las accesiones y alta heterogeneidad entre las plantas de una misma accesión (Figura 3). Así mismo, se observó una baja estructuración de acuerdo con el origen geográfico, con algunas excepciones en el Valle del Cauca (ValFla01, 06, 02 y 08), Antioquia (AntFla02 y 04) y Tolima (TolFla03 y 05). El primer grupo incluye el mayor número de accesiones (35), caracterizadas esencialmente por su calidad deseable; el segundo grupo se caracteriza por accesiones de mediana calidad del fruto y excluye las accesiones huilenses (Hui); y tercer grupo está representado únicamente por la accesión del Huila (HuiFla02) caracterizada por su bajo rendimiento de jugo (7.5). Esta variabilidad intraespecífica se puede explicar por la diversidad de ambientes y por el fenómeno de alogamia (polinización cruzada) presente en esta especie, lo que permite un mayor flujo de genes entre diferentes genotipos.

Características de los cultivos

Los cultivos de maracuyá en Colombia son establecidos en diversos sistemas de tutorado ('T', espaldera y emparrado), pero sin criterio técnico por parte de los productores

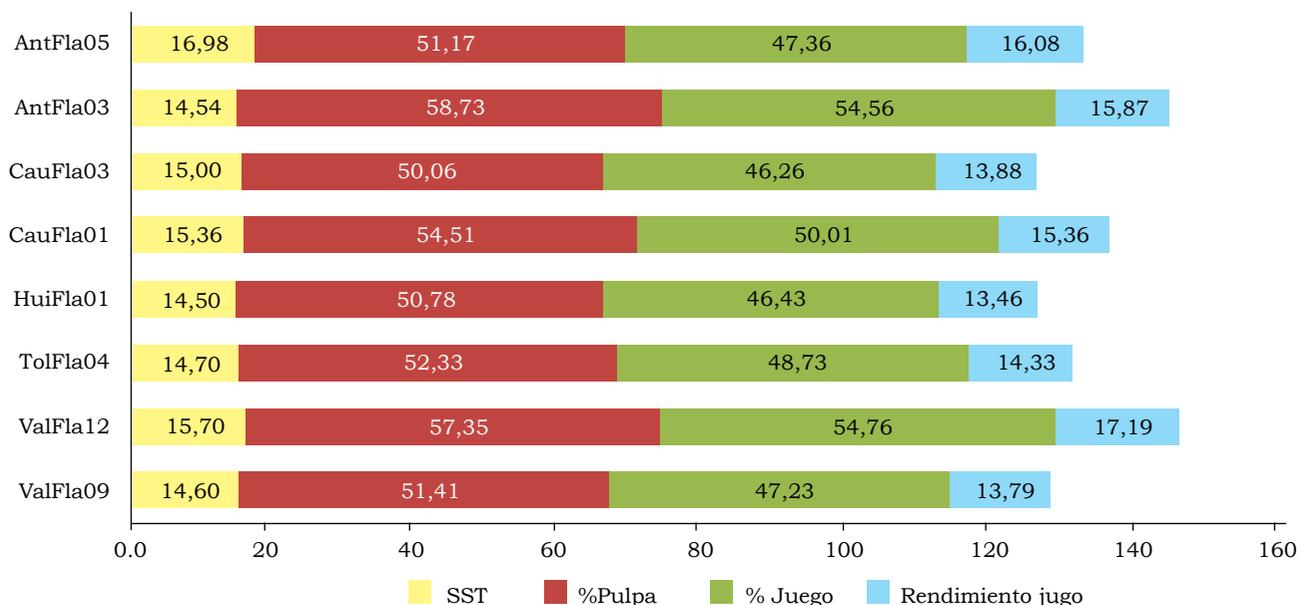


Figura 2. Comparación entre las principales características de calidad del fruto de las accesiones élite de maracuyá. Rendimiento óptimo $\geq 8,5$.

Variabilidad genética

En las primeras observaciones se identificaron como centros de origen de dispersión de semillas La Unión en el Valle del Cauca y Palestina en Caldas, lo que puede implicar una reducción de la variabilidad inicial dentro de los cultivos de maracuyá en Colombia. Esto sugiere una base genética reducida de los materiales cultivados, a partir de los cuales se iniciaron los procesos de dispersión y la selección de los mejores frutos; además destaca la importancia de la acción antrópica sobre los procesos de selección de las mejores semillas. No obstante lo anterior, los caracteres relacionados con el fruto mostraron en este estudio una relativa variación fenotípica que permitió identificar ocho accesiones élite con características sobresalientes de calidad (%pulpa + semilla, %jugo y °Brix) y posible tolerancia a problemas fitosanitarios (Foto 1). Estos resultados son similares a los encontrados por Espitia *et al.* (2008) al estudiar los caracteres del fruto en poblaciones de maracuyá en Montería (Colombia). Restrepo y Kogson (1998) obtuvieron alta variabilidad pomológica en dos introducciones de maracuyá

cuyá provenientes de Brasil, respecto a los materiales cultivados en Colombia. Por el contrario, Ocampo *et al.* (2009) hallaron una alta variabilidad morfológica con caracteres cualitativos en 20 accesiones colombianas de maracuyá. Estas observaciones fueron respaldadas con el uso de marcadores de ADN (AFLP y Microsatélites), los cuales indicaron variabilidad intraespecífica en las especies cultivadas del género *Passiflora*, con énfasis en maracuyá (Ocampo *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2011). Por esta razón, es necesario hacer estudios de caracterización agromorfológica y molecular (secuenciación) que faciliten la diferenciación o relación de las accesiones evaluadas bajo un mismo ambiente (genotipo x ambiente) como estrategias para el mejoramiento genético.

Perspectivas de fitomejoramiento

El punto de partida de un programa de mejoramiento genético en maracuyá es la búsqueda de variabilidad dentro de su acervo genético primario (premejoramiento), con el objetivo de identificar aquellos genotipos potencialmente importantes para el desarrollo

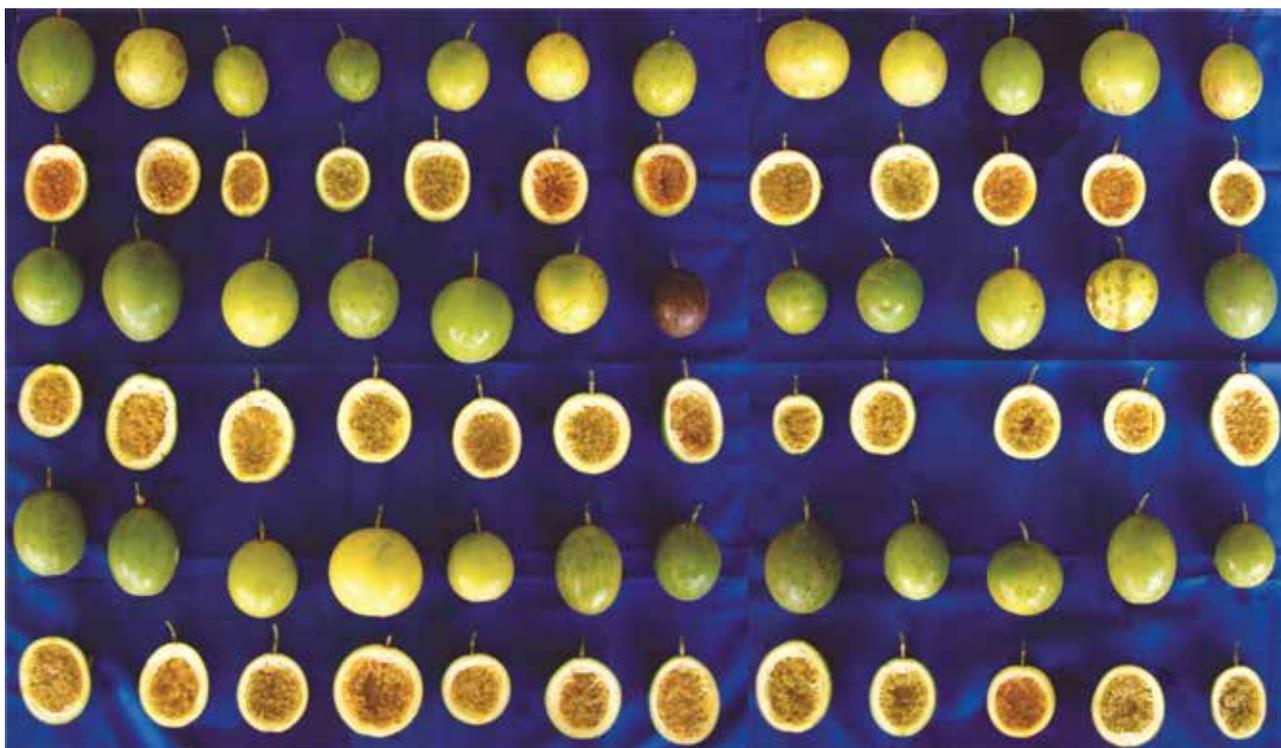


Foto 1 Diversidad pomológica (forma, tamaño y color) de las accesiones de maracuyá recolectadas en Colombia. Foto: John Ocampo.

de dicho programa (Faleiro *et al.*, 2005). Por otro lado, es necesario explorar los recursos genéticos de sus especies aliadas (acervo genético secundario) como *P. incarnata* L., *P. caerulea* L., *P. cincinnata* Mast. y *P. setacea* DC. para incrementar la variabilidad de la especie con genes candidatos de interés para enfrentar problemas limitantes del cultivo (Junqueira *et al.*, 2005). En este contexto, las 40 accesiones evaluadas en este estudio representan un importante reservorio genético de maracuyá cultivado en Colombia y son la base para futuros trabajos de mejoramiento con múltiples propósitos. Estos programas podrían estar basados inicialmente en la selección de progenies por calidad del fruto, con base en índices multivariados (Oliveira *et al.*, 2008), con una posterior evaluación agronómica en la búsqueda de cultivares más rústicos, adaptados y productivos, que respondan a la demanda de los mercados de fruta fresca y procesada.

Conclusiones

- Los resultados de este estudio permitieron identificar dos centros principales de dispersión de semillas, lo que significa reducción de variabilidad inicial dentro de la especie y confirma la relativa homogeneidad morfológica del maracuyá en Colombia.
- En la recolección del material se identificaron once insectos plaga y siete enfermedades que afectan el desarrollo del cultivo. Las plagas más limitantes fueron trips y mosca del ovario con 50% y 44% de incidencia, respectivamente; mientras las enfermedades más graves fueron la virosis (50%) y la roña (34%).
- El análisis de clasificación ('neighbour joining') mostró tres grupos principales con alta diferenciación entre plantas de una misma accesión y con poca estructuración geográfica. Esta relativa variabilidad intraespecífica se puede explicar principalmente por efecto de alogamia (polinización cruzada) presente en maracuyá, que es importante conservar como fuente de reservorio genético.
- El análisis fisicoquímico sirvió para identificar ocho accesiones élite con alta calidad

del fruto. Estos primeros resultados permiten usar estos genotipos como parentales en futuros trabajos de mejoramiento genético en busca de cultivares de mayor producción y tolerancia a problemas fitosanitarios.

Agradecimientos

Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR) por financiar esta investigación bajo el marco del Proyecto Aprovechamiento de la Diversidad del Maracuyá, la Gulupa y la Granadilla para mejorar y diversificar los sistemas de producción en Colombia 074-2008L6772-3447. A los productores y asistentes técnicos de las Umatas y Centros Provinciales (CPGA) por su colaboración en los trabajos de campo. A las estudiantes de la Universidad de Caldas, Nathali López y Viviana Marín, por su apoyo en el procesamiento de datos.

Referencias

- Agronet. 2012. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, Análisis – Estadísticas, Maracuyá. Disponible en: [http://www.agronet.gov.co\[22-102012\]](http://www.agronet.gov.co[22-102012])
- Arias, J. C.; Ocampo, J.; y Urrea, R. 2014. La polinización natural en el maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como un servicio reproductivo y ecosistémico. *Rev. Meso. Agron.* 25(1): en impresión.
- Espitia, M.; Araméndiz, H.; y Cardona, C. 2008. Correlaciones para algunas propiedades físicas y químicas del fruto y jugo de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). *Agron. Col.* 26(2):292-299.
- Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T.; y Braga, M. F. 2005. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF. Embrapa Cerrados, Brasil. 670 p.
- Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T.; y Braga, M. F. 2008. Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares: resultados de pesquisa 2005 - 2008. Planaltina, DF. Embrapa Cerrados. *Bol. Pesq. Desenv.* 207:58.
- Fischer, I. H.; y Rezende, J. A. 2008. Diseases of passion flower (*Passiflora* spp.). *Pest techn.* 2(1):1 - 19.
- González, V.; González, M.; y Cuellar, Y. 2009. Notas biológicas y taxonómicas sobre los abejorros del maracuyá del género *Xylocopa* (Hymenoptera:

- Apidae, Xylocopini*) en Colombia. Acta Biol. Col. 14(2):31 - 40.
- Hernández, L. M.; Castillo, C. F.; Ocampo, J.; y Wyckhuys, K. 2011. Guía de identificación de las principales plagas y enfermedades del maracuyá, la gulupa y la granadilla. Centro Bio-Sistemas Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. 60 p.
- Junqueira, N. T.; Braga, M. F.; Faleiro, F. G.; Peixoto, J. R.; y Bernacci, L. C. 2005. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. En: Faleiro, F. G., N. T. Junqueira y M. F. Braga (eds.). Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF. Embrapa Cerrados. Brasil. Cap. 4 p. 81 - 108.
- Lima, A. D.; y da Cunha, M. A. 2004. Maracujá: produção e qualidade na passicultura. Eds. técnicos, Adelson de Almeida Lima, Mario Augusto Pinto da Cunha. – Cruz das Almas Embrapa Mandioca e Fruticultura. 396 p.
- Meletti, L. M.; dos Santos, R. R.; y Minami, K. 2000. Melhoramento do maracujazeiro-amarelo: obtenção do cultivar Composto IAC-27. Sci. Agric. 57(3):491 - 498.
- Meletti, L. M.; Soares-Scott, M. D.; Bernacci, L. C.; y da Silva Passos, I. R. 2005. Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro. En: Faleiro, F.G., N.T. Junqueira y M.F. Braga (eds.). Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. Cap. 3. p. 55-75. Brasil.
- Ocampo J.; Coppens d'Eeckenbrugge, G.; Olano, C.; y Schnell, R. 2004. AFLP analysis for the study of genetic relationships among cultivated *Passiflora* species of the subgenera *Passiflora* and *Tacsonia*. Proc. Interam. Soc. Trop. Hortic. 47:72 - 76.
- Ocampo, J. 2007. Study of the genetic diversity of genus *Passiflora* L. and its distribution in Colombia. Ph.D. thesis, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier - SupAgro. 268 p.
- Ocampo, J.; y Coppens d'Eeckenbrugge, G. 2009. Recursos genéticos de las Passifloraceae cultivadas en Colombia. El cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, granadilla, gulupa, y curuba, Seminario Nacional de Pasifloráceas. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. 345 p.
- Ocampo, J.; Coppens d'Eeckenbrugge, G.; y Jaramillo, N. 2009. Caracterización agro-morfológica del Maracuyá amarillo (*P. edulis* f. *flavicarpa* Degener) y la Gulupa (*P. edulis* f. *edulis* Sims). El cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, Granadilla, Gulupa, y Curuba, Seminario Nacional de Pasifloráceas, Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. 345 p.
- Oliveira, J.C. de. 1980. Melhoramento genético de *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg. visando aumento de produtividade. Jaboticabal, Tese. (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista. 113 p.
- Oliveira, J. C.; Nakamura, K.; Mauro, A. O.; y Centurion, M. A. 1994. Aspectos gerais do melhoramento do maracujazeiro. En: São José, A. R. Maracujá: produção e mercado. Vitória da Conquista, DFZ/UESB. p. 27 - 37.
- Oliveira, E. J.; Santos, V. S.; Lima, D. S.; Machado, M. D.; Lucena, R. S.; Motta, T. B. y Castellen, M. S. 2008. Seleção em progênies de maracujazeiro-amarelo com base em índices multivariados. Pesq. Agropec. Bras. 43(11):1543 - 1549.
- Restrepo, J. F.; y Kogson, J. F. 1998. Evaluación de dos introducciones de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) en condiciones comerciales. Fitotecnia (14):1 - 2.
- Santos, L. F.; de Oliveira, E. J.; dos Santos, A.; de Carvalho, F. M.; Costa, J. L.; y Pádua, J. G. 2011. ISSR markers as a tool for the assessment of genetic diversity in *Passiflora*. Biochem. Gen. 49(7 - 8):540 - 54.
- Segura, S.; Coppens d'Eeckenbrugge, G.; Bohórquez, A.; Ollitrault, P.; y Tohmé, J. 2002. An AFLP study of the genus *Passiflora* focusing on subgenus *Tacsonia*. Gen. Resour. Crop Evol. 49:111 - 123.
- Serna, J.; y Chacón, C. 1995. El cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Bogotá. 32 p.
- Sokal, R. R.; y Michener C. D. 1958 A statistical method for evaluating systematic relationships. U. Kansas Sci. Bull. 38:1409 -1438.