

Conociendo el mango criollo del Caribe colombiano: forma, tamaño y calidad del fruto como base para su uso productivo y comercial

Getting to Know the Native Mango of the Colombian Caribbean: Fruit Shape, Size, and Quality as a Basis for Its Productive and Commercial Use

Isueh Arenas-Rubio ⁽¹⁾

Yesith Darith Montero-Cantillo ⁽²⁾

Róbinson José Soto-Macea ⁽³⁾

Raúl Mora-Yela ⁽⁴⁾

(1) Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Colombia. email: iarenas@agrosavia.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6841-0936>

(2) Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Colombia. email: ymonteroc@agrosavia.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6841-0936>

(3) Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Colombia. email: rjsoto@agrosavia.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5552-0666>

(4) Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador. email: raul.mora@iniap.gob.ec. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4878-151X>

Contacto: raul.mora@iniap.gob.ec

Artículo recibido: 8/agosto/2025. Aprobado: 18/octubre/2025

Resumen

El Mango Criollo Colombiano representa un recurso genético valioso, moldeado por prácticas agrícolas tradicionales y posee un potencial significativo para la agroindustria y la seguridad alimentaria. Este estudio tuvo como objetivo evaluar morfológicamente 27 accesiones de mango criollo (tipos Hilaza y Azúcar) de la colección nacional de germoplasma de Colombia, utilizando descriptores cualitativos y cuantitativos. El análisis reveló una alta variabilidad fenotípica, especialmente en la longitud del pedúnculo (CV=73,42%) y la altura de las plantas maduras (CV=71,99%), mientras que las dimensiones del fruto mostraron una mayor uniformidad. Los parámetros fisicoquímicos como los grados Brix presentaron baja variabilidad, mientras que el pH mostró diferencias considerables. El análisis de conglomerados (método WARD) agrupó las

accesiones en dos clústeres principales, alineados con los tipos de mango, y el ANOVA confirmó diferencias significativas ($p < 0.05$) en características de frutos, semillas e inflorescencias. Las variables cualitativas, como la forma del fruto, también mostraron asociaciones estadísticas fuertes ($p < 0.001$). Estos hallazgos aportan información crítica para la conservación y el uso estratégico de los recursos genéticos del mango criollo.

Palabras clave: Caracterización de germoplasma, Caribe colombiana, Descriptores morfológicos, Diversidad de frutas tropicales, Mango criollo, Recursos fitogenéticos

Abstract:

The Mango Criollo represents a valuable genetic resource, shaped by traditional farming practices, and holds significant potential for agroindustry and food security. This study aimed to morphologically characterize 27 accessions (types Hilaza and Azúcar) from Colombia's national germplasm collection, using qualitative and quantitative descriptors. The analysis revealed high phenotypic variability, particularly in peduncle length ($CV=73.42\%$) and mature plant height ($CV=71.99\%$), while fruit dimensions showed greater uniformity. Physicochemical traits such as Brix showed low variability, whereas pH exhibited substantial differences. Cluster analysis (WARD method) grouped accessions into two main clusters aligned with mango types, and ANOVA confirmed significant differences ($p < 0.05$) in fruit, seed, and inflorescence traits. Qualitative traits like fruit shape also showed strong associations ($p < 0.001$). These findings provide critical insights for the conservation and strategic use of criollo mango genetic resources.

Keywords: Characterization of germplasm, Colombian Caribbean, Morphological descriptors, Diversity of tropical fruits, Creole mango, Phytogenetic resources

Introducción

El mango (*Mangifera indica* L.) está ampliamente distribuido en el trópico y el sub-trópico, y fue introducido a las zonas cálidas de Colombia, probablemente, a través de dos vías: desde Brasil, por los portugueses, y desde México, por los españoles. La conjunción entre la propagación por semillas y la polinización cruzada, característica de la especie, derivó en el origen de una rica variabilidad genética propia con diferentes tipos de mangos hoy denominados criollos (Bernal y Díaz, 2009).

En el inmenso y complejo entramado de la biodiversidad frutal, el mango criollo colombiano emerge como un legado vivo, un recurso genético forjado silenciosamente por manos campesinas a lo largo de generaciones. Este fruto, expresión tangible de la coevolución entre cultura y naturaleza, encierra un potencial invaluable para la agroindustria, la seguridad alimentaria y la resiliencia ecológica de los sistemas productivos tropicales (Ramírez *et al.*, 2012).

El Centro de Investigación Caribia de AGROSAVIA, ubicado en la región Caribe de Colombia, ha sobresalido en la investigación aplicada de cultivos tropicales prioritarios como el mango, guayaba, banano, palma de aceite, marañón, cítricos, cacao, maíz, guandul, fríjol, ají dulce, ahuyama, yuca, batata, berenjena, impulsando el desarrollo agrícola regional. En este contexto, resalta la labor del Banco de Germoplasma Vegetal (BGV), cuya tarea principal es conservar, caracterizar y promover el uso sostenible de especies vegetales, contribuyendo así a la diversificación productiva y al fortalecimiento de la agricultura nacional (AGROSAVIA, 2021). La colección de mango criollo en este centro constituye una fuente esencial de material genético con características morfológicas únicas adaptadas a diversas condiciones climáticas de la región. Sin embargo, dicha diversidad genética ha sido poco explorado y formalmente caracterizado, lo cual limita su aprovechamiento en programas de mejoramiento y conservación (García *et al.*, 2009).

Este estudio se propuso identificar morfológicamente las accesiones criollas conservadas en la colección nacional de mango del banco de germoplasma de Colombia, administrado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Mediante el uso riguroso de descriptores cualitativos y cuantitativos, se evaluaron 27 accesiones de los tipos hilaza y azúcar, representativas de la diversidad fenotípica presente en la región Caribe, en territorios de los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, La Guajira y Magdalena (Arenas-Rubio *et al.*, 2024).

En particular, en el departamento del Magdalena, especialmente en los municipios de Ciénaga, Santa Marta y la Zona Bananera, los mangos criollos (hilaza y azúcar) responden favorablemente a las condiciones agroecológicas de la región, donde destaca el mango de azúcar, naturalizado en esta región geográfica y muy apetecido en el mercado internacional (Abaunza *et al.*, 2016). Dadas las bondades de esta variedad, los entes gubernamentales, los gremios y las entidades académicas y de investigación han unido esfuerzos para buscar y obtener la denominación de origen de este producto con el propósito de darle un valor comercial agregado (Corrales-Bernal *et al.*, 2014).

Los estudios de evaluación morfológica de la colección de mango criollo son una herramienta clave para identificar atributos cualitativos y cuantitativos que permitan diferenciar genotipos y preservar la diversidad fenotípica, lo cual es fundamental para diseñar estrategias de conservación y mejora genética orientadas a incrementar la productividad y competitividad del cultivo (Arias, 2006). En este contexto, el presente estudio se enfoca en la evaluación morfológica y fisicoquímica de accesiones de mango criollo, con el objetivo de seleccionar materiales promisorios que puedan ser incluidos en futuros programas de mejoramiento genético. Esta caracterización representa un avance crucial en la valorización y conservación de un recurso fitogenético de alto valor estratégico, y refuerza la importancia de proteger activamente la diversidad local como base de la soberanía alimentaria, promoviendo un enfoque de desarrollo científico con pertinencia territorial y compromiso con las comunidades (Díaz-Matallana *et al*, 2009).

La investigación se realizó entre 2020 y 2025 en el Centro de Investigación Caribia (Magdalena, Colombia), en un clima tropical húmedo con temperatura media anual de 28 °C y precipitaciones promedio de 1.200 mm. Se evaluaron 27 accesiones de mango criollo mediante 29 descriptores cuantitativos y 55 cualitativos, siguiendo la guía del IPGRI (2006), con el objetivo de valorar la diversidad morfológica y fisicoquímica de la colección. Los datos se analizaron estadísticamente en InfoStat, aplicando estadística descriptiva, análisis de varianza (ANOVA), y agrupamiento jerárquico con el método de Ward sobre una matriz mixta estandarizada, utilizando el coeficiente de Gower. Además, se calculó el índice "D" de Engels para evaluar la capacidad discriminante de los caracteres cuantitativos y se aplicó análisis de contingencia para los descriptores cualitativos.

Los resultados de este estudio representan un paso fundamental hacia la valorización, conservación y aprovechamiento sostenible del mango criollo como recurso fitogenético estratégico, y subrayan la urgencia de proteger y estudiar la diversidad local como base de la soberanía alimentaria y del desarrollo científico con identidad territorial. Los hallazgos obtenidos abren nuevas posibilidades para investigaciones futuras que contemplen evaluaciones agronómicas en diferentes ambientes y estudios genéticos más profundos, con el fin de identificar accesiones con atributos superiores en productividad y calidad. Estas acciones fortalecerán los procesos de selección, mejoramiento y uso sostenible del mango criollo en sistemas agrícolas resilientes y culturalmente significativos.

Materiales y métodos.

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación Caribia, ubicado en la Zona Bananera, departamento Magdalena, Colombia (N 10°45′59,367″W 78°8′50,172) a 4 msnm, en el periodo del año 2020 al 2025. El clima de la zona es tropical, cálido y húmedo, con temperaturas promedio alrededor de los 28°C y una precipitación de 1.200 mm/año.

Desde el año 2013, en la región Caribe colombiana se consolidó una valiosa colección de accesiones criollas de mango, inicialmente concebida como una colección de trabajo. En 2019, este material genético fue oficialmente adquirido por el Banco de Germoplasma Vegetal para la Alimentación y la Agricultura de la Nación Colombiana, administrado por AGROSAVIA. Esta adquisición marcó el inicio de un proceso estratégico de conservación, caracterización y estudio, con el propósito de profundizar en el conocimiento del mango criollo y facilitar su aprovechamiento productivo y comercial por parte de los agricultores del Caribe colombiano.

Se evaluaron 27 accesiones de mango (*Mangifera indica* L.). De estas, 15 correspondieron al tipo mango hilaza y 12 al tipo mango azúcar (tabla 1), ambos ampliamente reconocidos en la región Caribe por su valor cultural, agroalimentario y potencial comercial.

El **mango hilaza** se caracteriza por su pulpa fibrosa, jugosa y de sabor intenso, con un equilibrio entre dulzor y acidez que lo hace apreciado para consumo en fresco y usos tradicionales. Su textura, aunque menos refinada para mercados internacionales, es muy valorada a nivel local por su autenticidad y por ser parte de la gastronomía campesina. Además, su resistencia natural y adaptación a condiciones climáticas variables lo convierten en un recurso genético importante para la mejora varietal y la agricultura sostenible (Reyes *et al.*, 2004).

Por su parte, el **mango azúcar** destaca por su pulpa dulce, baja en fibra y de excelente calidad organoléptica, lo que le otorga un alto potencial para mercados especializados y para la transformación agroindustrial en productos como jugos, pulpas y confituras. Su perfil sensorial y apariencia atractiva lo convierten en una variedad con perspectivas prometedoras para la valorización comercial en circuitos de valor agregado (Corrales *et al.*, 2014).

Ambos tipos representan una expresión única del mango criollo colombiano y constituyen un reservorio estratégico de diversidad genética, cuyas características fueron objeto de análisis en este estudio con el fin de generar información útil para su conservación, aprovechamiento y transferencia al sector productivo.

Este ejercicio fue realizado a partir de descriptores definidos en una guía ilustrada de campo elaborada a partir de International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 2006). Con base en este ejercicio, se determinaron sus características para valorar la diversidad de la colección, las diferencias entre accesiones y la definición del potencial genético de la colección en el desarrollo del cultivo (López et al., 2008).

Tipo	Registro	Latitud	Longitud	Origen de la accesión
Mango criollo tipo azúcar	72100097	10.23683°	-75.19300°	Colombia, Bolívar, Mahates
	72100101	11.28378°	-73.90089°	Colombia, Magdalena, Santa Marta
	72100105	11.01584°	-74.21622°	Colombia, Magdalena, Ciénaga
	72100106	10.80572°	-74.11031°	Colombia, Magdalena, Zona Bananera
	72100110	10.84422°	-74.19939°	Colombia, Magdalena, Zona Bananera
	72100111	10.19694°	-73.97133°	Colombia, Cesar, El Copey
	72100112	10.76184°	-74.15548°	Colombia, Magdalena, Zona Bananera
	72100113	11.01939°	-74.21242°	Colombia, Magdalena, Ciénaga
	72100114	10.76452°	-74.14771°	Colombia, Magdalena, Zona Bananera
	72100117	10.77388°	-78.14805°	Colombia, Magdalena, Zona Bananera
	72100118	10.77361°	-78.14888°	Colombia, Magdalena, Zona Bananera
	72100119	10.77416°	-78.14805°	Colombia, Magdalena, Zona Bananera
Mango criollo tipo hilaza	72100093	11.26017°	-73.28661°	Colombia, La Guajira, Dibulla
	72100094	10.89942°	-72.89258°	Colombia, La Guajira, Distracción
	72100095	10.13931°	-75.22471°	Colombia, Bolívar, Malagana
	72100096	9.97037°	-75.29134°	Colombia, Bolívar, María la Baja
	72100098	8.25763°	-73.61182°	Colombia, Cesar, Aguachica
	72100099	8.70731°	-73.67213°	Colombia, Cesar, Pelaya
	72100100	9.20798°	-73.52334°	Colombia, Cesar, Curumaní
	72100102	10.84917°	-74.82061°	Colombia, Atlántico, Malambo
	72100103	10.84900°	-74.82040°	Colombia, Atlántico, Malambo
	72100104	10.84877°	-74.82043°	Colombia, Atlántico, Malambo
	72100107	10.81203°	-74.11383°	Colombia, Magdalena, Zona Bananera
	72100108	10.81212°	-74.11387°	Colombia, Magdalena, Zona Bananera
	72100109	10.81211°	-74.11382°	Colombia, Magdalena, Zona Bananera
	72100115	10.76455°	-74.14738°	Colombia, Magdalena, Zona Bananera
	72100116	10.76392°	-74.14819°	Colombia, Magdalena, Zona Bananera

Tabla 1. Lista de accesiones de la colección de mangos criollos.

Se evaluaron 74 variables, de los cuales 29 son caracteres cuantitativos y 45 son caracteres cualitativos.

Los datos cuantitativos se obtuvieron mediante mediciones directas en el campo y laboratorio. Se registraron variables como la altura de plantas en la madurez (cm), ancho del pedúnculo (cm), ancho de la hoja (cm), ancho del hueso (mm), ancho de la inflorescencia (cm), ancho de la semilla (mm), diámetro de la copa (cm), diámetro de la fruta (mm), espesor de la copa (cm), espesor de la semilla (mm), espesor de la pulpa de la fruta (cm), espesor del hueso (mm), espesor del tallo (cm), grados brix (Bx), grosor de la cascara de la semilla (mm), grosor de piel de la fruta (mm), largo de la hoja (cm), longitud de la semilla (mm), longitud del hueso (mm), longitud de la fruta (mm), longitud de la inflorescencia (cm), longitud del peciolo (cm), longitud del pedúnculo (cm), peso de la cascara del fruto (g), peso de la cascara de la semilla (g), peso de la semilla (mm), peso del hueso (g), peso de la fruta (g), pH de la pulpa de la fruta.

Los datos cualitativos se registraron mediante observación de las características morfológicas, al momento de realizar la investigación en campo se tomaron 45 descriptores como La forma de la fruta, pendiente del hombro ventral de la fruta, material, aroma de la pulpa, fragancia en la hoja, tipo de seno de la fruta, tipo de pico de la fruta, forma de la semilla, densidad de las flores en la inflorescencia, jugosidad de la pulpa, margen de la hoja, patrón de venación en el hueso, textura de la fibra en el hueso, densidad de lenticelas sobre la piel del fruto, cantidad de fibra en el hueso, longitud de la fibra en la pulpa, densidad de la copa, hábito de crecimiento del árbol, cantidad de látex que rezuma del pedúnculo, longitud de fibra del hueso (cm), adherencia de fibra a la piel de la fruta, intensidad de la fructificación, flores hermafroditas en la inflorescencia (%), cantidad de fibra en la pulpa, color de hojas jóvenes, forma de la base de la hoja, forma de la copa del árbol, color de la piel de la fruta madura, venas en el hueso, profundidad de la cavidad del pedúnculo del fruto, forma del ápice de la fruta, forma del ápice de la hoja, prominencia del cuello de la fruta, color de la pulpa de la fruta madura, forma de la hoja, adherencia de la fibra al hueso, forma de la inflorescencia, pubescencia del raquis de la inflorescencia, ramificación, atractivo de la fruta, color de la nervadura central de la hoja, color de hojas maduras, adherencia de piel de fruta a la pulpa, hábito de crecimiento del eje de la inflorescencia, textura de la pulpa de la fruta madura.

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2020). Se calcularon estadísticas descriptivas (media, desviación estándar, coeficiente de variación, mínimo y máximo) para los caracteres cuantitativos. Para la estimación de grupos entre las accesiones de mango, se utilizó una matriz mixta de datos cuantitativos y cualitativos; se procedió a estandarizar los datos y posteriormente se estimó la distancia genética utilizando como medida de similitud el método de Gower (1967) y como método de agrupamiento jerárquico el método de Ward. Estos cálculos fueron realizados utilizando el software libre InfoStat. Y para la distancia Euclidea, se estimó la similitud taxonómica entre cada par de entrada para caracteres continuos.

La estructura taxonómica de las entradas representadas por un fenograma, se analizó mediante el agrupamiento jerárquico de Ward (1963), que permite medir la distancia entre grupos para producir las agrupaciones y conformar una representación gráfica en forma de árbol o dendrograma. Se crea el dendrograma para resumir el proceso agrupación y permitir observar los cambios de varianza más significativos (Espinel, 2015). Los agrupamientos de las entradas se formaron con los criterios de Pseudo F y Pseudo t^2 utilizando el procedimiento de CLUSTER del software estadístico.

Para determinar el valor discriminante de los caracteres entre grupos, se calculó el índice "D" de Engels (1983) para los caracteres cuantitativos, y se realizó un análisis de contingencia para los caracteres cualitativos.

Resultados y discusión

El análisis de los descriptores cuantitativos reveló una alta variabilidad fenotípica en la colección de mango del Centro de Investigación Caribia, se observó que las variables con mayor coeficiente de variación (CV), y por ende mayor heterogeneidad, fueron la longitud del pedúnculo (73.42%) y la altura de las plantas en la madurez (71.99%), lo cual indica una amplia diversidad en el tamaño de las plantas y estructuras reproductivas, siendo coherente con estudios previos que destacan la amplia diversidad morfológica presente en las poblaciones tradicionales de mango en Colombia (Díaz-Matallana *et al.*, 2009; García *et al.*, 2009). La notable heterogeneidad en caracteres como la longitud del pedúnculo y la altura de planta sugiere una fuerte influencia de factores genéticos y ambientales, así como una historia de selección empírica por parte de agricultores locales, lo que ha favorecido la conservación de genotipos adaptados a condiciones agroecológicas específicas (FAO, 2010).

También mostraron alta variabilidad el espesor de la copa (48.09%), el espesor del tallo (45.17%), el peso de la cáscara de la semilla (40.41%) y el peso de la semilla (38.67%) (Tabla 2).

Variable	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
Altura de plantas en la madurez (cm)	548.52	394.88	71.99	325,00	2500,00	475,00
Ancho del pedúnculo (cm)	0.53	0.12	21.63	0.34	0.72	0.51
Ancho hoja (cm)	5.4	0.46	8.57	3.74	6.27	5.48
Ancho hueso (mm)	32.52	3.06	9.4	26.75	38.27	33.34
Ancho inflorescencia (cm)	18.31	4.65	25.4	11,00	25.7	17.4
Ancho semilla (mm)	26.18	2.61	9.95	19.41	30.62	26.84
Diámetro copa (cm)	1008.98	357.95	35.48	410,00	2350,00	950,00
Diámetro fruta (mm)	60.23	3.01	5,00	52.25	66.74	60.42
Espesor copa (cm)	33.92	16.31	48.09	15.1	109,00	33.15
Espesor de la semilla (mm)	15.07	2.19	14.5	10.79	18.84	14.45
Espesor de pulpa de fruta (cm)	101.89	14.8	14.52	78.74	143.95	101.01
Espesor hueso (mm)	17.85	2.44	13.65	13.75	21.95	17.59
Espesor tallo (cm)	37.96	17.14	45.17	18.1	116.8	36.95
Grados Brix (°Bx)	18.82	1.93	10.25	15.9	24.67	18.7
Grosor de la cascara de la semilla (mm)	1.36	0.43	31.99	0.67	2.22	1.36
Grosor de piel de la fruta (mm)	1.86	0.51	27.25	0.85	2.94	1.95
Largo hoja (cm)	21.72	1.95	8.99	15.8	26.77	21.78
Longitud de la semilla (mm)	50.28	7.67	15.25	37.75	63.93	51.29
Longitud del hueso (mm)	62.09	7.73	12.44	49.25	76.93	61.7
Longitud fruta (mm)	79.41	6.14	7.73	67.25	94.92	79.26
Longitud inflorescencia (cm)	34.4	6.79	19.73	22.2	45.3	35,00
Longitud peciolo (cm)	4.55	0.67	14.72	2.67	5.59	4.69
Longitud pedúnculo (cm)	1.11	0.81	73.42	0.21	3.15	0.88
Peso de la cascara del fruto (g)	38.34	8.29	21.63	24.28	63.67	37.95
Peso de la cascara semilla (g)	9.65	3.9	40.41	4.5	20.47	10.78
Peso de la semilla (mm)	13.49	5.22	38.67	6.48	24.58	13.63
Peso del hueso (g)	4.39	0.29	6.65	3.85	4.93	4.35
Peso fruta (g)	163.33	22.95	14.05	124.05	237.18	159.75
pH	23.11	8.32	36,00	11.82	39.43	26.83

D.E: Desviación Estándar. CV: Coeficiente de Variación

Tabla 2. Estadística descriptiva de 29 variables cuantitativas morfológicas y fisicoquímicas que reflejan la variabilidad genética en 27 accesiones de mango del Centro de Investigación Caribia, AGROSAVIA

En contraste, las variables relacionadas con la morfometría del fruto, como el diámetro de la fruta (5.00%) y la longitud del fruto (7.73%), presentaron coeficientes de variación bajos, reflejando mayor uniformidad en estas características, lo que podría indicar una presión selectiva informal hacia frutos de tamaño comercialmente aceptable, aun en sistemas no tecnificados. Esta aparente homogeneidad en el tamaño del fruto ha sido documentada también en otras regiones tropicales con materiales criollos, y puede constituir una ventaja para procesos de estandarización agroindustrial (Medina & García, 2018).

Los parámetros fisicoquímicos mostraron patrones de variabilidad contrastantes. La baja dispersión en los grados Brix (10.25%) sugiere una estabilidad en la acumulación de azúcares, rasgo valioso desde el punto de vista del consumo en fresco y procesamiento (Mukherjee & Litz, 2009).

En contraste, la variabilidad en el pH (36.00%), refleja diferencias en la acidez entre accesiones dentro del germoplasma (Tabla 2), lo que podría estar asociado tanto a la base genética como a condiciones edáficas y climáticas. Esta diversidad en atributos de sabor representa una oportunidad para diversificar productos derivados del mango, especialmente jugos, mermeladas y pulpas con perfiles organolépticos diferenciados (Galán Saúco, 2013).

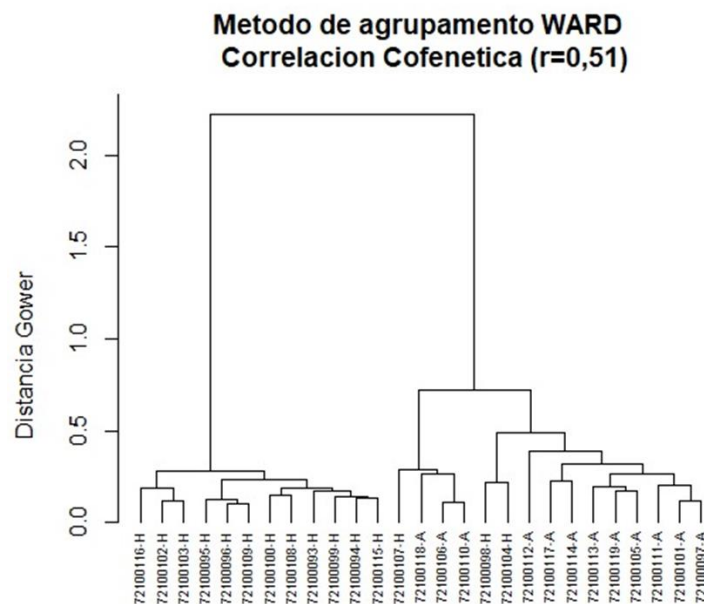


Figura 1. Agrupamiento de accesiones de mango criollo mediante análisis de similitud: diferenciación entre tipos Azúcar e Hilaza

El dendrograma obtenido mediante un análisis de similitud con el método de agrupamiento WARD (figura 1) y una correlación coefenética moderada ($r = 0.51$) mostró la formación de dos grupos

principales entre las 27 accesiones de mango evaluadas. Estos grupos se corresponden en gran medida con el tipo de material: el Grupo 1, compuesto mayoritariamente por accesiones del tipo Azúcar (cuyos códigos terminan en "A"), y el Grupo 2, integrado principalmente por accesiones del tipo Hilaza (códigos terminados en "H"). Sin embargo, se identificaron tres excepciones dentro del Grupo 1, donde accesiones del tipo Hilaza quedaron agrupadas con el material Azúcar. Este patrón indica que, aunque existe una clara diferenciación genética o fenotípica entre los mangos Azúcar e Hilaza según el análisis, también hay cierta variabilidad o solapamiento entre grupos que podría reflejar relaciones genéticas complejas o características compartidas entre algunas accesiones.

Análisis de Varianza

El análisis de varianza (ANOVA) realizado entre los dos grupos de accesiones de mango muestra que diversas variables presentan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los grupos. Como se aprecia en la tabla 3, no se encontraron diferencias significativas en variables como diámetro de copa, longitud de pedúnculo, grados Brix, largo de hoja, espesor de copa, espesor del tallo, longitud del pecíolo, altura de planta en madurez, ancho de hoja y diámetro de fruta, pues ambos grupos mostraron valores comparables. Sin embargo, el grupo 2 mostró valores significativamente mayores en características relacionadas con el tamaño y peso de la semilla, inflorescencia, fruto y grosor de la cáscara de fruto y semilla, tales como el ancho del pedúnculo, grosor de la cáscara de la semilla, peso de la cáscara de la semilla, espesor de la semilla, peso y grosor de la piel de la fruta, espesor del hueso, ancho de la inflorescencia, ancho de la semilla, pH, longitud de la semilla, longitud del hueso, longitud de la fruta y peso del fruto. Estas diferencias reflejan la distinción fenotípica entre los grupos y pueden tener implicaciones en la selección y manejo de las accesiones de mango.

El valor promedio registrado de 18.82 °Brix (con 19.38 °Brix para el mango azúcar y 18.13 °Brix para el mango hilaza) indica que las accesiones evaluadas presentan un nivel de dulzura competitivo. Este rango es comparable al reportado en un estudio realizado con 40 variedades de mango conservadas en Perú (Turisma et al., 2021), donde los °Brix oscilaron entre 15.0 y 22.0, destacándose variedades como Blacman (21.3 °Brix) y Julie (22.0 °Brix) por su alto contenido de sólidos solubles. En contraste, variedades como Harumanis de Malasia presentaron valores entre

16 y 17 °Brix (Sani et al., 2018), lo que refleja un nivel de dulzura ligeramente inferior al observado en las accesiones colombianas.

Variables	Grupos				"D" Index
	1		2		
Altura de plantas en la madurez (cm)	612.67	a	468.33	a	1
Ancho del pedúnculo (cm)	0.47	a	0.62	b	0.5
Ancho hoja (cm)	5.42	a	5.36	a	1
Ancho hueso (mm)	30.5	a	35.05	b	0.5
Ancho inflorescencia (cm)	15.6	a	21.71	b	0.5
Ancho semilla (mm)	24.58	a	28.18	b	0.5
Diámetro copa (cm)	1008.17	a	1010	a	0.5
Diámetro fruta (mm)	60.16	a	60.33	a	1
Espesor copa (cm)	33.23	a	34.78	a	0.5
Espesor de la semilla (mm)	13.42	a	17.13	b	0.5
Espesor de pulpa de fruta (cm)	103.53	a	99.85	a	0.5
Espesor hueso (mm)	15.92	a	20.27	b	0.5
Espesor tallo (cm)	37.99	a	37.91	a	1
Grados Brix (°Bx)	19.38	a	18.13	a	0.5
Grosor de la cascara de la semilla (mm)	1.07	a	1.72	b	0.5
Grosor de piel de la fruta (mm)	1.56	a	2.23	b	1
Largo hoja (cm)	21.15	a	22.44	a	0.5
Longitud de la semilla (mm)	44.43	a	57.6	b	1
Longitud del hueso (mm)	56.37	a	69.25	b	0.5
Longitud fruta (mm)	75.46	a	84.35	b	0.5
Longitud inflorescencia (cm)	30.03	a	39.86	b	1
Longitud peciolo (cm)	4.62	a	4.45	a	0.5
Longitud pedúnculo (cm)	0.95	a	1.24	a	1
Peso de la cascara del fruto (g)	34.94	a	42.58	b	1
Peso de la cascara semilla (g)	7.7	a	12.08	b	0.5
Peso de la semilla (mm)	9.4	a	18.61	b	1
Peso del hueso (g)	4.51	b	4.24	a	0.5
Peso fruta (g)	155.51	a	173.12	b	0.5
pH	17.04	a	30.69	b	1

Tabla 3. Descriptores cuantitativos con mayor valor discriminante entre los dos grupos dentro de la colección de mango.

En cuanto a tamaño y peso del fruto, el diámetro medio registrado para los mangos criollos fue de 60,23 mm (60,16 para azúcar y 60,33 para hilaza), lo que los sitúa claramente dentro de la categoría de frutos pequeños y compactos. Este valor se ajusta al rango reportado en un estudio realizado en la India, donde el diámetro de los frutos osciló entre 37,51 mm y 94,13 mm (Khadivi et al., 2022). Respecto al peso, los mangos criollos alcanzaron un promedio de 163,33 g (155,51 para azúcar y 173,12 para hilaza), lo que se aproxima al valor observado en la variedad pequeña denominada Ono, evaluada en Perú, con un peso medio de 155,0 g (Turisma et al., 2021). En contraste, otras variedades como Totapuri en un estudio realizado en India presentaron pesos de hasta 554,56 g, lo que las ubica claramente en la categoría de mangos de gran tamaño (Sushmitha et al., 2024).

Los valores promedio obtenidos para el largo de hoja 21,72 cm (21,15 cm para mango Azúcar y 22,44 cm para Hilaza), el ancho de hoja 5,4 cm (5,42 cm para Azúcar y 5,36 cm para Hilaza) y la longitud de la inflorescencia 34,4 cm (30,03 cm para Azúcar y 39,86 cm para Hilaza) se encuentran dentro de los rangos reportados en estudios sobre variedades de mango cultivadas en la India bajo sistemas de alta densidad (Sushmitha et al., 2024). En dichos estudios, el largo de la hoja varió entre 19,17 y 25,40 cm, el ancho de hoja entre 4,84 y 7,68 cm, y la longitud de la inflorescencia entre 22,14 y 36,47 cm (Sushmitha et al., 2024). Cabe destacar que las inflorescencias de los mangos criollos colombianos, particularmente las del tipo Hilaza, se ubican en el extremo superior del rango, lo que podría indicar un potencial diferencial en características reproductivas y agronómicas relevantes para la selección genética y adaptación local.

El análisis de asociación entre las variables cualitativas relacionadas con características morfológicas y sensoriales de la colección los grupos estudiados se presentan en la Tabla 4. Se destaca que varias variables mostraron asociaciones estadísticamente significativas apoyadas en valores elevados del estadístico Chi cuadrado de Pearson con p menores a 0.001, tales como la forma de la fruta ($\chi^2=23.26$, $p<0.0001$), la pendiente del hombro ventral de la fruta ($\chi^2=27.00$, $p<0.0001$) y el material ($\chi^2=17.28$, $p<0.0001$), que presentaron también elevados coeficientes de contingencia de Pearson y Cramer, indicando asociaciones fuertes (Tabla 4).

Otras características como aroma de la pulpa, fragancia en la hoja, tipo de seno y forma de la semilla mostraron asociaciones significativas con coeficientes de contingencia moderados (0.45 a 0.52), indicando relaciones de fuerza media con la variable grupo (Tabla 4). Sin embargo, diversas variables, por ejemplo, adherencia de fibra a la piel de la fruta y flores hermafroditas en la

inflorescencia, no mostraron evidencia suficiente de asociación ($p > 0.05$), con coeficientes bajos, sugiriendo falta de relación estadísticamente significativa con los grupos (Tabla 4).

Variable	Chi Cuadrado Pearson	Coeficiente de contingencia Pearson	Coeficiente de contingencia Cramer
Forma de fruta	23.26	<0.0001	0.66
Pendiente del hombro ventral de la fruta	27.00	<0.0001	0.71
Material	17.28	<0.0001	0.57
Aroma de la pulpa	14.85	0.0001	0.52
Fragancia en la hoja	14.85	0.0001	0.52
Tipo de seno de fruta	14.85	0.0001	0.52
Tipo de pico de fruta	11.41	0.0007	0.46
Forma de la semilla	10.80	0.0010	0.45
Densidad de flores en inflorescencia	11.88	0.0026	0.47
Jugosidad de la pulpa	9.09	0.0026	0.41
Margen de la hoja	8.54	0.0035	0.40
Patrón de venación en el hueso	8.17	0.0043	0.39
Textura de la fibra en el hueso	8.13	0.0043	0.39
Densidad de lenticelas sobre la piel del fruto	9.38	0.0092	0.42
Cantidad de fibra en el hueso	6.17	0.0130	0.34
Longitud de la fibra en la pulpa	7.56	0.0228	0.37
Densidad de la copa	4.91	0.0267	0.30
Habito de crecimiento	4.70	0.0302	0.29
Cantidad de látex que rezuma del pedúnculo	6.39	0.0410	0.34
Longitud de fibra del hueso [cm]	6.17	0.0457	0.34
Adherencia de fibra a piel de la fruta	3.31	0.0690	0.25
Intensidad de fructificación	5.20	0.0741	0.31
Flores hermafroditas en la inflorescencia (%)	3.14	0.0763	0.24
Cantidad de fibra en pulpa	4.91	0.0859	0.30
Color de hojas jóvenes	17.28	0.0999	0.57
Forma de la base de la hoja	2.70	0.1003	0.22
Forma de copa	4.33	0.1150	0.28
Color de la piel en fruta madura - Secundario	13.92	0.1254	0.51
Venas en el hueso	3.42	0.1809	0.25
Profundidad de la cavidad del pedúnculo del fruto	2.87	0.2383	0.23
Forma del ápice de la fruta	1.30	0.2546	0.16

Forma del ápice de la hoja	1.30	0.2546	0.16
Prominencia del cuello de la fruta	1.30	0.2546	0.16
Color de la pulpa de la fruta madura	2.70	0.2592	0.22
Forma de la hoja	3.78	0.2862	0.26
Adherencia de la fibra al hueso	0.83	0.3621	0.12
Forma de la inflorescencia	0.83	0.3621	0.12
Pubescencia del raquis de la inflorescencia	0.83	0.3621	0.12
Ramificación	0.68	0.4113	0.11
Atractivo de la fruta	0.62	0.4321	0.11
Color de la nervadura central	6.15	0.5220	0.34
Color de hojas maduras	2.03	0.5672	0.19
Adherencia de piel de fruta a la pulpa	0.27	0.6033	0.07
Hábito de crecimiento del eje de la inflorescencia	0.17	0.6812	0.06
Textura de la pulpa de la fruta madura	0.01	0.9218	0.01

Tabla 4. Análisis del valor discriminante de los descriptores cualitativos morfológicos y fisicoquímicos que reflejan la variabilidad del mango criollo

En conjunto, estos resultados evidencian el potencial de la colección para la selección de materiales promisorios en programas de mejoramiento genético, así como para el desarrollo de productos con valor agregado, reforzando la importancia de conservar y caracterizar este tipo de recursos fitogenéticos locales.

Conclusiones.

Los mangos criollos del Caribe colombiano se destacan por presentar frutos de tamaño pequeño a mediano, con un dulzor intermedio-alto (°Brix) y características físicas comparables a variedades evaluadas en regiones como India, Malasia y Perú. Las dimensiones de hoja e inflorescencia también coinciden con patrones morfológicos reportados en dichos contextos, lo que indica consistencia y adaptabilidad del material genético. Este conjunto de atributos sugiere un equilibrio favorable entre calidad sensorial y desempeño agronómico, posicionando al mango criollo como una alternativa viable tanto para el mercado de fruta fresca como para su transformación agroindustrial, especialmente en nichos donde se valoran frutos compactos, dulces y de origen local.

El análisis multivariado permitió distinguir dos grupos fenotípicos principales correspondientes a los tipos Azúcar e Hilaza, lo cual sugiere una diferenciación estructural en la colección. Sin embargo, las excepciones observadas en el agrupamiento jerárquico y los patrones de solapamiento

fenotípico entre grupos indican la posible existencia de relaciones genéticas complejas y materiales intermedios. Esta información resulta crucial para la planificación de estrategias de manejo del banco de germoplasma, así como para la identificación de accesiones promisorias con atributos deseables para fines comerciales, nutricionales o ecológicos.

La alta variabilidad fenotípica observada en los descriptores cuantitativos de las accesiones de mango criollo revela el enorme potencial genético contenido en esta colección. Características como la longitud del pedúnculo y la altura de planta en madurez, con coeficientes de variación superiores al 70 %, evidencian no solo la riqueza intrínseca del germoplasma evaluado, sino también la influencia combinada de factores genéticos, ambientales y de manejo agronómico. Este hallazgo resalta la importancia de conservar, estudiar y aprovechar estratégicamente estos recursos en programas de mejoramiento y adaptación climática.

Las asociaciones estadísticamente significativas entre variables morfológicas y sensoriales —como la forma del fruto, la pendiente del hombro ventral y el tipo de material— reafirman la utilidad de los descriptores cualitativos como herramientas discriminantes dentro de la caracterización. La identificación de estos patrones refuerza la necesidad de integrar enfoques morfoagronómicos y moleculares en el estudio de recursos fitogenéticos, fortaleciendo la base científica para una gestión más precisa, sostenible y contextualizada de la diversidad del mango criollo colombiano.

Bibliografías:

- Abaunza, C. A., Arcila, A. M., & Yacomelo, M. J. (2016). Seleccionar al menos dos clones sobresalientes (mango de hilaza y mango de azúcar) con base en resultados de caracterización morfológica y molecular realizada a una población de genotipos seleccionados en la región Caribe: informe final de meta. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).
- Arenas-Rubio, I., Moreno, S., Montero, Y. D., Gutiérrez, I. A., Enríquez, A. L., & Cañar, D. Y. (2024). Descriptores para mangos criollos (*Mangifera indica* L.) con guía ilustrada y catálogo técnico. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7407136>
- Arias, M. L. (2006). Recursos genéticos y mejoramiento de frutales andinos: Una visión conceptual. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 7(2), Article 2. https://doi.org/10.21930/rcta.vol7_num2_art:68

- Bernal, J. A., & Díaz, C. A. (2009). Generalidades del cultivo. En Bernal, J. A., Díaz, C. A., Tamayo, A., Kondo, D. T., Mesa, N. C., Ochoa, R., Tamayo, P. J., & Londoño, M. (Eds.), Tecnología para el cultivo del mango con énfasis en mangos criollos (pp. 15-80). Corpoica. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13523>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]. (2021). Banco de Germoplasma Vegetal. <https://www.agrosavia.co/nosotros/bancos-de-germoplasma/banco-de-germoplasma-vegetal>
- Corrales-Bernal, A., Rojano, B. A., Quintero, A., & Cardona, W. (2014). Mango de azúcar (*Mangifera indica*), variedad de Colombia: Características antioxidantes, nutricionales y sensoriales. Revista Chilena de Nutrición, 41(3), 312–318. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182014000300013>
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). INFOSTAT. <http://www.infostat.com.ar>
- Díaz-Matallana, M., Schuler-García, I., Ruiz-García, M., & Hodson de Jaramillo, E. (2009). Analysis of diversity among six populations of Colombian mango (*Mangifera indica* L. cvar. Hilacha) using RAPDs markers. Electronic Journal of Biotechnology, 12(3), 1–2. <https://doi.org/10.2225/vol12-issue3-fulltext-6>
- Engels, J. M. M. (1983). A systematic description of cacao clones. I. The discriminative value of quantitative characteristics. *Euphytica*, 32(2), 377-385. <https://doi.org/10.1007/BF00021446>
- Espinel, P. (2015). Procedimiento para efectuar una clasificación ascendente jerárquica de un conjunto de puntos utilizando el método de Ward. Infociencia, 9(1), 13–18. <https://doi.org/10.24133/infociencia.v9i1.977>
- FAO. (2010). The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Galán Saúco, V. (2013). El cultivo del mango. FAO. Producción y Protección Vegetal, 143. <https://www.fao.org/3/i3028s/i3028s.pdf>
- García Lozano, J., Floriano Q., J. A., Corredor, J. P., Bernal Estrada, J. A., Vásquez, L. A., Sandoval, A. P., Forero Longas, F., & Gómez Barros, G. (2009). Descripción de las variedades de mango criollo colombiano [Boletín técnico]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/1239>

- Gower, J. C. (1967). A Comparison of Some Methods of Cluster Analysis. *Biometrics*, 23(4), 623-637. <https://doi.org/10.2307/2528417>
- International Plant Genetic Resources Institute [IPGRI]. (2006). Descriptors for Mango (*Mangifera indica* L.). International Plant Genetic Resources Institute. <https://hdl.handle.net/10568/72607>
- Khadivi, A., Mirheidari, F., Saeidifar, A., & Moradi, Y. (2022). Identification of the promising mango (*Mangifera indica* L.) genotypes based on morphological and pomological characters. *Food Science & Nutrition*, 10(2), 3638–3650. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2961>
- Mukherjee, S. K., & Litz, R. E. (2009). Introduction: Botany and importance. En R. E. Litz (Ed.), *The mango: Botany, production and uses* (2.^a ed., pp. 1–18). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845934897.0001>.
- Ramírez, F., & Davenport, T. L. (2012). Descripción de las variedades de mango criollo colombiano. En *Mangoes in Colombia* (pp. [páginas no especificadas]). [Estudio de caracterización de mango criollo basado en marcadores moleculares y morfológicos en departamentos como Tolima, Cundinamarca, Huila, Antioquia, Magdalena, Cesar, Córdoba y Bolívar]. Recuperado de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1239>
- Reyes, C., & Cartagena, R. (2004). Variedades criollas de mango en Colombia: características fenotípicas y potencial productivo. En *Tecnología para el cultivo del mango* (pp. 36–37). Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12324/30901>
- Sani, M. A., Abbas, H., Jaafar, M. N. B., & Bahagia, M. A. (2018). Morphological characterisation of Harumanis mango (*Mangifera indica* Linn.) in Malaysia. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 4(1), 45–51. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/335977072_Morphological_Characterisation_of_Harumanis_Mango_Mangifera_indica_Linn_in_Malaysia
- Sushmitha, B. H., Bhyravi, B. M., Allolli, T. B., Kulapati, H., Awati, M., & Kurabetta, K. (2024). Characterization of physico-chemical quality traits of different mango varieties cultivated in India. *The Pharma Innovation Journal*, 13(4 Part B), 121–516. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2024/vol13issue4/PartB/13-3-121-516.pdf>
- Medina, L., & García, J. (2018). Caracterización morfológica y fisicoquímica de accesiones de mango criollo en el Caribe colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(2),

299–308.

Recuperado

de

https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/issue/view/542.

Tuisima Coral, L. L., & Escobar-García, H. A. (2021). Characterization of fruits of varieties of mango (*Mangifera indica*) conserved in Peru. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 43(2), e-710.

<https://doi.org/10.1590/0100-29452021710>

Ward, J. H., Jr. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236–244.

<https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>