

# CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA DEL GERMOPLASMA DE CHIRIMOYA (*Annona cherimola* MILL.) DE DOS COLECCIONES EX SITU EN ECUADOR<sup>a</sup>

## AGROMORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF CHERIMOYA GERMPLASM (*Annona cherimola* MILL.) FROM TWO EX SITU COLLECTIONS IN ECUADOR

CARLOS GONZALO FEICÁN MEJIA<sup>b</sup>, MARÍA ISABEL DUCHI ALBARRACIN<sup>c</sup>, LUIS EDUARDO  
MINCHALA GUAMAN<sup>d</sup>, RICARDO GONZALO MOREIRA MACIAS<sup>e</sup>, WILLIAM FERNANDO  
VIERA ARROYO<sup>f</sup>

Recibido para revisar 27-04-2020, aceptado 26-11-2020, versión final 28-11-2020.

Artículo Investigación

**RESUMEN:** El objetivo de esta investigación fue realizar la caracterización morfoagronómica de 120 accesiones de chirimoya del germoplasma de la Universidad de Cuenca (Granja El Romeral) y del INIAP (Granja Experimental del Austro). Se evaluaron 66 descriptores, 33 cualitativos y 33 cuantitativos, de acuerdo a los descriptores de Bioversity International. Se realizó un análisis de componentes principales (CP) y de clasificación jerárquica. El análisis de CP indicó que las cuatro primeras componentes explicaron el 69,45% de la variabilidad total y la clasificación jerárquica identificó cuatro grupos, que junto con las CP revelaron una alta contribución de los caracteres a la variación existente. Las características cuantitativas que contribuyeron a la conformación de las componentes fueron peso de fruto, diámetro longitudinal y ecuatorial del fruto, longitud de la semilla, grosor del exocarpo, diámetro y longitud del pedúnculo, firmeza, pH, número de semillas, peso de semilla y contenido de sólidos solubles totales. Las variables cualitativas que contribuyeron en la conformación de las componentes fueron sabor de la pulpa, tipo de exocarpo, resistencia a la abrasión, desprendimiento de la semilla y contenido de fibra de la pulpa. Los caracteres cualitativos y cuantitativos evaluados presentaron una variabilidad fenotípica intermedia, puesto que de 20 variables cuantitativas que representan

<sup>a</sup>Feicán Mejía, C. G.; Duchi Albarracín, M. I.; Minchala Guaman, L. E.; Moreira Macías, R. G. & Viera Arroyo, W. F. (2021). Caracterización morfoagronómica del germoplasma de chirimoya (*Annona cherimola* MILL.) de dos colecciones ex situ en Ecuador. *Rev. Fac. Cienc.*, 10 (1), 45–58. DOI: <https://10.15446/revfaccienc.v10n1.86699>

<sup>b</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental del Austro, Programa de Fruticultura, Cuenca, Ecuador.

<sup>c</sup>Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cuenca, Ecuador.

<sup>d</sup>Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cuenca, Ecuador.

<sup>e</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Litoral Sur, Programa de Fruticultura, Guayaquil, Ecuador.

<sup>f</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Programa de Fruticultura, Estación Experimental Santa Catalina, Quito, Ecuador.

el 60%, 12 de estas variables, tienen un coeficiente de variación sobre el 20%.

**PALABRAS CLAVE:** accesiones; cualitativas; cuantitativas; germoplasma; variabilidad.

**ABSTRACT:** The objective of this research was to carry out the morphoagronomic characterization of 120 cherimoya accessions of germplasm from the University of Cuenca (Farm El Romeral) and INIAP (Austro Research Site). It was evaluated 66 descriptors, 33 qualitative and 33 quantitative according to the Bioversity International's descriptors. An analysis of principal components (PC) and hierarchical classification was performed. The PC analysis indicated that the first four components explained 69.45% of the total variability and the hierarchical classification identified four groups, which together with the PC revealed a high contribution of the characters to the existing variation. The quantitative characteristics that contributed to the conformation of the components were fruit weight, longitudinal and equatorial fruit diameter, seed length, exocarp thickness, diameter and length of the peduncle, firmness, pH, seed number, seed weight and total soluble solids content. The qualitative variables that contributed to the conformation of the components were taste of the pulp, type of exocarp, resistance to abrasion, seed detachment and fiber content of the pulp. The qualitative and quantitative characters showed intermediate phenotypic variability, since of 20 quantitative variables which represent 60%, 12 of these variables, have a coefficient of variation of over 20%.

**KEYWORDS:** Recessions; qualitative; quantitative; germplasm; variability.

## 1. INTRODUCCIÓN

La chirimoya pertenece a la familia Annonaceae, la cual es extremadamente diversa dentro de las Magnoliales con aproximadamente 110 géneros y 2400 especies, 900 de las cuales se encuentran en el neotrópico (Chatrou *et al.*, 2012) y su origen se ubica en Centroamérica (Van Zonneveld *et al.*, 2012). El fruto de esta especie tiene excelentes cualidades organolépticas y nutritivas, lo que ha despertado el interés por esta y otras especies de la familia ya que sus órganos contienen acetogeninas, compuestos que poseen propiedades citotóxicas, antitumorales, antipalúdicas y plaguicidas (Liaw *et al.*, 2011).

Los estudios de variabilidad genética (fenotípica y genotípica) permiten identificar materiales élite que pueden ser incorporados como progenitores en programas de mejoramiento de frutales perennes, en base a características deseables de rendimiento y calidad de fruta (Andrés *et al.*, 2005; Sarmiento *et al.*, 2017; Moreira *et al.*, 2018; Moreira *et al.*, 2020; Álvarez *et al.*, 2019).

De acuerdo a González (2013), las anonas presentan una amplia diversidad genética. En Ecuador se ha realizado algunos estudios de variabilidad genética en especies de *Annonas* (Morales *et al.*, 2004; Morales *et al.*, 2006; Moreira *et al.*, 2018; Moreira *et al.*, 2020). Moreira *et al.* (2016), Moreira *et al.* (2020) encontraron una alta variabilidad en accesiones de *Annona muricata*, por otro lado, Morales *et al.* (2004) realizó un estudio de variabilidad genética de *A. cherimola* en el sur del país (538 accesiones de la provincia de Loja), encontrando una amplia variabilidad la cual puede contribuir para el desarrollo de cultivares, con

características agronómicas superiores. Además, se ha realizado estudios para identificar árboles élite que servirán como progenitores para desarrollar programas de mejoramiento de este frutal (Morales *et al.*, 2006). Se podría decir que el consumo de esta fruta no está muy difundido, sin embargo es muy apreciada por su exquisito sabor (Guirado *et al.*, 2003).

El desarrollo de este frutal se cimienta en una base genética amplia lo que significa que existe un gran potencial para poder seleccionar materiales de alto valor agronómico y comercial, no obstante en muchos taxas, la cantidad de variabilidad disponible para procesos selectivos es limitada; por ello se hace necesario establecer una colección representativa de la variabilidad genética y evaluar sus características agromorfológicas cuantitativas como cualitativas (Cooper, 2001). El grupo de accesiones seleccionadas por sus características de interés debe estar dirigido a obtener materiales locales y provenir de la variabilidad que poseen los productores de esta fruta en sus campos ya que pueden presentar una gran diversidad de caracteres tanto pomológicos como agronómicos, por lo que es necesario promover su utilización sostenible (Lobo *et al.*, 2007).

Esta fruta es cultivada en Ecuador (Vanegas *et al.*, 2016; Feicán *et al.*, 2019) por su gran aceptación y demanda. Por esta razón, el objetivo de este estudio fue realizar la caracterización morfoagronómica de 120 accesiones de chirimoya con la finalidad de identificar accesiones con características deseables que puedan para ser utilizadas en programas de mejoramiento genético de este frutal.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron las colecciones ex situ de la Granja El Romeral ubicada en la provincia del Azuay, cantón Guachapala, localidad Guachapala, cuyas coordenadas son latitud 22°47'00"S, longitud 78°55'00"W, altitud de 2200 msnm, precipitación anual de 800 mm y temperatura promedio de 18°C; y de la Granja Experimental del Austro ubicada en la provincia del Azuay, cantón Gualaceo, localidad Bullcay, cuyas coordenadas son latitud 22°51'55"S, longitud 78°46'24"W, altitud de 2230 msnm, precipitación anual de 750 mm y temperatura promedio de 18°C. En estas granjas se encuentran árboles injertados (accesiones) de 8 años de edad, constituidos en un jardín de conservación cuyo propósito es permitir que las plantas expresen sus características genéticas naturales. La fertilización se llevó a cabo en base al análisis de suelos, aplicando: 350 g de 10-30-10; 380 g de 00-00-60 y 80 g de urea, más 3 kg de abono orgánico (compost) por planta. Los riegos se realizaron por inundación, semanalmente aplicando 100 litros por planta. Los controles fitosanitarios se realizaron con la aplicación de Dimetoato (0,15%), Clorpirifos (0,15%), Iprodione (0,2%), Bitertanol (0,2%) y Éter Fenol Poliglicólico (0,03), con una frecuencia de 21 días por 5 veces rotando los mismos para evitar resistencia.

Las 120 accesiones evaluadas se encontraban en etapa fenológica de fructificación y de cada árbol se tomaron datos de 4 hojas, 10 flores y cuatro frutos. Se empleó el descriptor para chirimoya desarrollado por Bioversity International (2008). Los descriptores cuantitativos evaluados fueron: edad del árbol, altura del

árbol, diámetro de la copa, diámetro del tronco, ramificación del tronco, número de nudos por metro de rama, longitud de la lámina foliar, ancho de la lámina foliar, espesor de la lámina foliar, longitud del pecíolo, grosor del pecíolo, número de venas primarias en el haz, peso de la flor, longitud del pétalo, ancho del pétalo, peso del pétalo, longitud del pedúnculo de la flor, peso del cono estigmático, longitud del fruto, diámetro del fruto, peso del fruto, longitud del pedúnculo, diámetro del pedúnculo, peso de exocarpo, grosor del exocarpo, firmeza, peso de 100 g de semillas, número de semillas, contenido de sólidos solubles, pH, peso de una semilla, longitud de la semilla y ancho de la semilla.

Los descriptores cualitativos evaluados fueron: color del tronco, color de la rama joven, pubescencia de la rama joven, defoliación al final de la fructificación, número de flores por metro de rama, forma de la lámina foliar, forma de la base de la lámina foliar, forma del ápice de la lámina foliar, pubescencia del haz de la lámina foliar, pubescencia del envés de la lámina foliar, color de las hojas maduras, color de las hojas jóvenes, ondulación de la lámina foliar, venación en el haz, color exterior de los pétalos, color de la base interna de los pétalos, pubescencia del pétalo, pubescencia del sépalo, presencia de color rojo en el estigma, hábito de fructificación, forma del fruto, uniformidad, simetría del fruto, tipo de exocarpo, color del exocarpo, resistencia a la abrasión, color de la pulpa, textura de la pulpa, contenido de fibra en la pulpa, sabor de la pulpa, oxidación de la pulpa, color de la semilla fresca y desprendimiento de la semilla de su epitelio.

Se realizó un análisis descriptivo a las variables cuantitativas para la determinación de la media, desviación estándar y el coeficiente de variación y un análisis de componentes principales (ACP) para la selección de los descriptores de mayor contribución en la caracterización y determinar el grado de contribución de la variabilidad de las accesiones en cada uno de ellos, así como para conocer las variables que más aportaron a expresión de cada componente. El criterio de selección de autovectores utilizados fue el de los valores más próximos al mayor valor y la contribución en porcentaje de cada eje a la variabilidad total.

Para la identificación de los grupos de variabilidad, se realizó un análisis de conglomerados jerárquicos, que integró a los caracteres cuantitativos y cualitativos a través de la matriz de distancias de cluster combinado y el método de agrupamiento jerárquico como forma de agregación jerárquica ascendente. Previo a la realización del ACP, se realizó un test de correlación entre las variables a través de la prueba KMO y Barlett. Para el análisis de las variables cualitativas, se realizó un análisis de componentes principales categóricos, el mismo que por ser variables nominales, permitió observar las dimensiones en la cual se distribuyeron. Los datos fueron analizados mediante el programa estadístico InfoStat versión 2017 (Di Rienzo *et al.*, 2017).

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. Análisis de variabilidad**

Los descriptores peso del fruto (87,15 cm), diámetro de la copa (224,25 cm), altura del árbol (225,88 cm) y peso del exocarpo (102,12 g) contribuyeron a la mayor variabilidad del germoplasma (Tabla 1), lo cual



concuera con lo manifestado por González (2013) en trabajos sobre variación morfológica de la hoja del chirimoyo.

Tabla 1: Parámetros cuantitativos que presentaron variación en la estimación de la variabilidad morfoagronómica de 120 accesiones de chirimoya

VARIABLES	Media	Desviación Estándar	CV (%)
Diámetro de la copa (cm)	224,25	77,05	34,36
Diámetro del tronco (cm)	8,47	2,54	29,99
Peso de la flor (g)	1,09	0,30	27,28
Longitud del pétalo (mm)	24,69	4,16	16,84
Peso del pétalo (g)	0,91	0,27	29,81
Diámetro del pedúnculo (mm)	6,36	1,38	21,70
Longitud del fruto (cm)	87,91	15,59	17,73
Diámetro del fruto (cm)	87,15	13,51	15,50
Peso del fruto (g)	330,96	143,22	43,28
Peso de semilla (g)	19,49	10,06	51,64
Número de semillas (unid)	33,73	17,72	52,52
Peso exocarpo (g)	102,12	45,66	44,71
Grosor del exocarpo (mm)	4,26	0,87	20,44
Sólidos solubles (°Brix)	20,47	3,60	17,59
pH	4,29	0,24	5,50
Firmeza (N)	10,73	3,56	33,15
Ancho lámina foliar (cm)	90,65	14,49	15,98
Altura del árbol (cm)	255,88	56,43	22,05
Espesor lámina foliar (mm)	0,22	0,02	10,89
Ancho del pétalo (mm)	6,33	0,88	13,88

En la Tabla 1 puede observarse que de los 20 descriptores cualitativos, 12 denotan alta variabilidad, mismos que concuerdan con lo manifestado por Franco & Hidalgo (2003), ya que sus coeficientes de variación superan el 20%. Entre los descriptores con los coeficientes más altos están el número de semillas (52.52%), peso de semillas (51,64%), peso del exocarpo (44,71%), peso del fruto (43,28%).

Las variables relacionadas al fruto son de gran importancia en la determinación de la variabilidad de poblaciones de especies frutales, ya que manifiestan en su mayoría los atributos o caracteres de selección de los cultivares comerciales. Estos resultados son compatibles a los reportados por Moreira *et al.* (2016) en su estudio de caracterización morfoagronómica en *A. muricata*, especie afín a la chirimoya, quien indica que estas variables están relacionadas tanto a la productividad como a la calidad del fruto de la planta y son de gran importancia en mejoramiento genético de frutales puesto que permiten discriminar en la selección de individuos con características deseables del fruto (Morales *et al.*, 2004; Castañeda, 2014). El peso del fruto y su concentración de sólidos solubles son indicadores de la calidad organosensorial de la fruta, coincidiendo este argumento con lo expuesto por Morales *et al.* (2004). La firmeza del exocarpo fue un descriptor que presentó una alta variabilidad en el germoplasma estudiado, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Andrés *et al.* (2005). La variabilidad en este descriptor supone la posibilidad de selección de individuos

con frutos de exocarpo firme que presenten una mayor resistencia al manipuleo, mejorando su vida de anaquel. Otro carácter que presentó una alta variabilidad fue el número de semillas por fruto, constituyéndose esta respuesta en una característica deseable para los programas de mejora genética, ya que un número bajo de semillas, favorece el contenido de pulpa, lo cual es deseable para el consumidor; no obstante y al igual que ocurre en otras especies, una alta presencia de semillas beneficia la formación de frutos con mayor tamaño, debido a la influencia de fitohormonas, como las auxinas o giberelinas, que se concentran en ellas (Fos *et al.*, 2000). Además y como otra posibilidad de aprovechamiento, los individuos que presentan frutos con un alto contenido de semillas, podrían ser utilizados como donadores de semillas para la elaboración de portainjertos.

El pH de la fruta presenta el coeficiente de variación más bajo (5,5%), lo cual denota una baja variabilidad del germoplasma estudiado en este carácter. Esto se explicaría debido a que la chirimoya es por naturaleza una fruta con alto contenido de azúcares y bajo en ácidos (Cholota & Quito, 1999). Estos autores mencionan que en frutos climatéricos como la chirimoya, el contenido de sólidos solubles, acidez y la adquisición de aroma y sabor se expresan en la etapa de maduración de los frutos.

### 3.2. Análisis de componentes principales

Tabla 2: Autovalores y proporción de la varianza explicada en el análisis de las componentes principales

Componentes	Valores propios de varianza			Rotación Total	de sumas cuadradas % de Varianza	de cargas % de varianza acumulada
	Total	% de Varianza	% de Varianza acumulada			
1	6,87	34,35	34,35	5,07	25,35	25,35
2	2,98	14,88	49,23	3,48	17,40	42,75
3	2,23	11,15	60,38	3,33	16,64	59,39
4	1,81	9,07	69,45	2,01	10,06	69,45

En la Tabla 2 se observa los valores propios y las varianzas explicadas por las cuatro componentes, las cuales explican hasta la tercera componente el 69,45% de la variabilidad total. Este valor es superior a la variabilidad explicada por Castañeda (2014), quien hasta la tercera componente explicó un 40,61%; esto denotaría una mayor variabilidad del germoplasma de las accesiones evaluadas en la presente investigación.

Las cuatro componentes o factores son una combinación lineal de las variables originales, y además son independientes entre sí (Tabla 2). Tomando las cuatro componentes de este estudio, se pudo observar que la primera componente explicó el 34,35% de la variabilidad total, en donde los descriptores peso, diámetro y longitud del fruto, peso y grosor del exocarpo, diámetro del pedúnculo y ancho de la lámina foliar, fueron los que aportaron para la conformación de esta componente. La segunda componente explicó el 14,88% de variabilidad, con los descriptores peso, ancho y largo del pétalo, y peso de flor. La tercera componente expli-

có el 11,15 % de la variabilidad, conformada por los descriptores firmeza, pH, diámetro de tronco, espesor de la lámina foliar, diámetro de copa y altura del árbol. Finalmente, la cuarta componente explicó el 9,07 % de la variabilidad y la conforman los descriptores: número y peso de semillas y sólidos solubles.

El porcentaje de la variabilidad (69,45 %) estaría dentro de los parámetros considerados por Franco & Hidalgo (2003) como aceptables a las componentes cuyos valores propios expliquen alrededor de un 70 % o más de la varianza total.

Tabla 3: Contribución de las variables cuantitativas a la conformación de las primeras cuatro componentes principales

Variables	Componentes			
	1	2	3	4
Peso del fruto	0,92			
Diámetro del fruto	0,89			
Peso exocarpo	0,89			
Longitud del fruto	0,88			
Diámetro del pedúnculo	0,75			
Grosor del exocarpo	0,52			
Ancho lámina foliar	0,40			
Peso del pétalo		0,95		
Peso de la flor		0,95		
Ancho del pétalo		0,85		
Longitud del pétalo		0,77		
Firmeza			-0,81	
pH			-0,75	
Diámetro del tronco			0,71	
Espesor lámina foliar			-0,68	
Diámetro de la copa			0,63	
Altura del árbol			0,54	
Número de semillas				0,82
Peso de semilla				0,81
Sólidos solubles				-0,54

La Tabla 3 muestra los caracteres que mayormente aportaron en la conformación de los componentes. En la primera componente fueron el peso, diámetro y longitud del fruto, peso y grosor de exocarpo, diámetro del pedúnculo y ancho de lámina foliar. En la segunda componente fueron el peso, ancho y largo del pétalo y el peso de la flor. En la tercera componente pH, firmeza, diámetro del tronco y la copa, espesor de la lámina foliar y altura de árbol. En la cuarta componente fueron número y peso de semillas, y contenido de sólidos solubles. Estas características son de mucho interés desde el punto de vista de la calidad físico-química del fruto, sobre todo la firmeza, que es determinante en la vida postcosecha de la fruta como indica Luchsinger & Contreras (2004). Por otro lado, el diámetro del tronco y de la copa son características agronómicas relacionadas con la productividad y de mucho interés para el desarrollo de cultivares comerciales (Larcher, 1986). El volumen de la copa puede inducir la eficiencia productiva, especialmente en cuanto al vigor, porte y calidad de fruta como se reporta en trabajos realizados por Curti *et al.* (2012) en otras especies

frutales.

Parece ser que el fenotipo de los frutales se expresa sobre todo en las características del fruto, tal como se señala en investigaciones realizadas en otros frutales como naranjilla (*Solanum quitoense*) (Lobo *et al.*, 2007) y guanábana (*Annona muricata* L) (Moreira *et al.*, 2016; Moreira *et al.*, 2020), en donde se indica que las variables con mayor contribución a la variabilidad fenotípica estuvieron relacionadas con atributos del fruto. Lo dicho constituye una realidad favorable para los objetivos de la mejora genética, cuyos factores de selección lo constituyen principalmente atributos del fruto (Vallejo *et al.*, 2002).

El análisis de componentes principales descartó 11 descriptores cualitativos por presentar total uniformidad y se descartó otros 17 por no generar variabilidad significativa, quedando cinco descriptores (sabor de pulpa, desprendimiento de la semilla, tipo exocarpo, resistencia a la abrasión y contenido de fibra en la pulpa), que sometidas al análisis de componentes principales categóricos justificaron el 62,29 % de la varianza total con dos dimensiones o componentes (Tabla 4). El coeficiente Cronbach alpha de 0,849, sugirió que las variables tienen una consistencia interna relativamente alta (0,70 es considerado aceptable).

Tabla 4: Resumen del modelo y el porcentaje de varianza justificado

Dimensión	Cronbach's Alpha	Varianza	Justificada
		Total (Autovalores)	% de Varianza
1	0,568	1,834	36,69
2	0,274	1,280	25,60
Total	0,849	3,114	62,29

El primer componente, estuvo integrada por dos variables discriminantes que fueron el sabor de pulpa y desprendimiento de las semillas, estando positivamente correlacionadas (0,832 y 0,678). El segundo componente estuvo correlacionado positivamente al tipo de exocarpo (0,608) y negativamente a la resistencia a la abrasión (- 0,657) (Tabla 5).

Tabla 5: Resumen del modelo y el porcentaje de varianza justificado

Variables	Dimensión	
	1	2
Sabor de la pulpa	0,832	-0,005
Desprendimiento de la semilla	0,678	0,441
Resistencia a la abrasión	0,495	-0,657
Tipo de exocarpo	-0,408	0,608
Contenido de fibra en la pulpa	-0,521	-0,534

Los materiales con exocarpo mamillata tienden a tener resistencia a la abrasión suave e intermedia. Los

materiales altos en contenido de fibra presentan una tendencia de mostrar desprendimiento de semilla con la categoría de adherida, así mismo las accesiones con contenido de fibra ausente tienden a presentar desprendimiento de semilla con categoría suelta o semiadherida. También se puede observar que accesiones con tipo de exocarpo laevis tienden a mostrar resistencia a la abrasión en la categoría fuerte.

Cabe indicar que los materiales que presentan ausencia de fibra son los mejores debido a que esto facilita la palatabilidad de la chirimoya, por cuanto el epitelio que esta junto a las semillas se desprende con facilidad (Castro, 2007). En la presente investigación se obtuvieron tres materiales que presentan semilla que se desprende con facilidad, y los materiales que presentan una resistencia a la abrasión son los materiales laevis en la categoría fuerte, obteniéndose seis materiales con estas características, lo que indica que son materiales que presentan buenas características de vida de anaquel, no así las mamilatas que son muy perecibles. Estas características son muy importantes para iniciar con trabajos de mejoramiento genético, debido a que la chirimoya tiene una vida de anaquel muy corta.

### 3.3. Análisis de agrupamiento jerárquico

El análisis de agrupamiento jerárquico determinó cuatro grupos (distancia de corte 5) con base a los descriptores que contribuyeron a la variabilidad (Figura 1).

El primer grupo se encontró formado por 42 accesiones, que se caracterizan por presentar el menor peso de fruto (233 g), un nivel medio de sólidos solubles (19,95 °Brix), pH ácido de 4,4 y firmeza de 12 lb/cm<sup>2</sup>. También se pudo observar hojas de color verde, pubescentes, ovadas, de base acorazonada y ápice agudo hábito de fructificación medio. Frutos cordiformes, no simétricos, sin uniformidad, tipo de exocarpo impresa y umbonata, resistencia a la abrasión fuerte, exocarpo de color verde claro, pulpa de color blanco y de textura cremosa, bajo en fibra, de buen sabor, sin oxidación, semillas de color marrón oscuro y semi-adheridas al epitelio.

El segundo grupo estuvo integrado por 44 accesiones, que presentaron el mayor peso de fruto (443,71 g), buen nivel de sólidos solubles (21,80 °Brix), pH ácido (4,15), firmeza de 10 lb/cm<sup>2</sup> y tipo de exocarpo impresa.

El tercer grupo estuvo conformado por 26 accesiones cuyos frutos presentaron un peso de fruto de 341,31 g, contenido de sólidos solubles de 20 °Brix, pH de 4,34 y firmeza de 11 lb/cm<sup>2</sup>, tipo de exocarpo impresa y umbonata y resistencia a la abrasión intermedia.

En el cuarto grupo se encontraron 8 accesiones cuyos frutos presentaron un peso de fruto de 240,44 g, contenido de sólidos solubles de 16 °Brix, pH de 4,14, firmeza de 4 lb/cm<sup>2</sup>, tipo de exocarpo impresa y alto en fibra.

El valor de firmeza del fruto en todos los grupos fue superior a los reportados en otros estudios de caracterización en chirimoya, en donde los frutos presentaron valores que variaron entre 2,1 a 5,7 lb/cm<sup>2</sup> (Gardiazabal & Cano, 1999); lo cual es una característica favorable para incrementar la vida de anaquel. Por

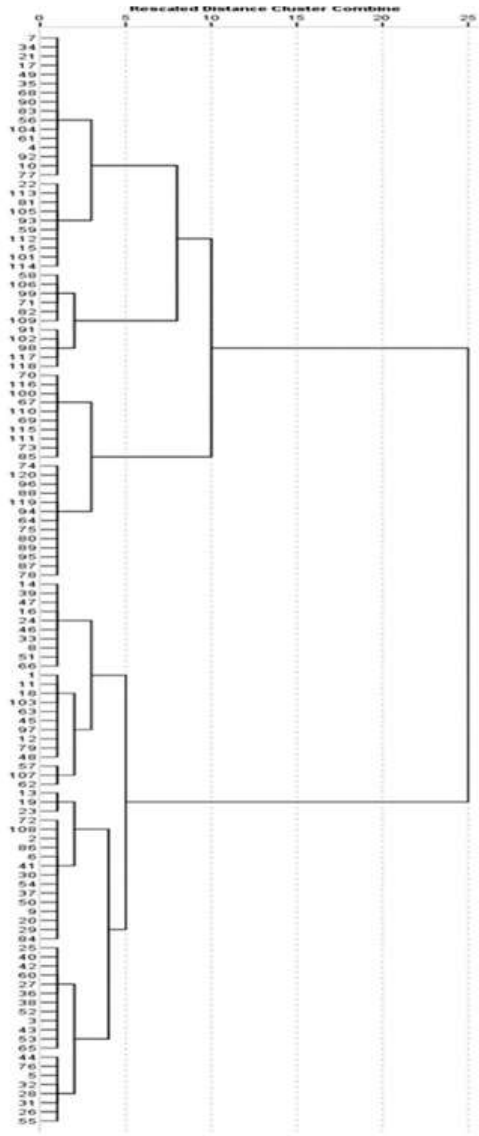


Figura 1: Dendrograma de la clasificación jerárquica de 120 accesiones de chirimoya en base a características morfoagronómicas de la planta y el fruto. Fuente: Elaboración propia.

otra parte, los valores de acidez fueron muy inferiores en todos los grupos a los reportados por Tietz (1988) con valores de pH que oscilaron entre 5,9 a 6,2 en los cultivares Concha lisa y Bronceada. Esta variable, tiene una correlación positiva con la concentración de sólidos solubles totales, es decir a mayor grados Brix, mayor porcentaje de acidez; los valores encontrados en esta investigación están en el rango entre 4,14 y 4,40, que son parámetros normales en la chirimoya. Los valores de sólidos solubles obtenidos en los tres grupos fueron superiores a los registrados por Gardiazabal & Cano (1999) por lo que el dulzor de la fruta de las accesiones de estos grupos es adecuado para su consumo en fresco principalmente en jugo.

El mayor valor promedio del peso de fruto de las accesiones del segundo grupo (199 a 499 g), están dentro de los parámetros que se recomiendan en los materiales comerciales (Gardiazabal & Rosenberg, 1993). No obstante, según el vigor, edad, estado nutricional, manejo agronómico y condiciones fisiológicas del árbol, es posible encontrar frutos que superan los 1200 g, así como frutos inferiores a 250 g (Gardiazabal & Rosenberg, 1993). Se debe mencionar que la norma emitida por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) manifiesta que un rango para frutos grandes está entre los 500 a 800 g (INEN, 2008). El inconveniente de presentar frutos excesivamente grandes, radica en la dificultad de manejo en cosecha y postcosecha y que esos calibres son poco requeridos para mercados de exportación.

Se debe recalcar que los atributos cuantitativos son afectados por el ambiente y que los cualitativos están relacionados con genes con interferencia ambiental baja o nula (Van Hintum *et al.*, 2000). Además, existe una baja congruencia o correlación entre caracteres cuantitativos y cualitativos que han sido obtenidos en estudios previos de caracterización y evaluación morfológica con otras especies (Medina & Lobo, 2002).

## 4. CONCLUSIONES

La diversidad de materiales de *Annona cherimola*, que se encuentra en los valles subtropicales de la de Loja es amplia, incluyendo individuos con características fenotípicas sobresalientes, especialmente en caracteres de calidad de fruta.

Las características cuantitativas y cualitativas más discriminantes que incidieron en la variabilidad del germoplasma fueron peso y diámetro del fruto, longitud de la semilla, tipo de exocarpo, diámetro del pedúnculo, firmeza, pH, longitud del pedúnculo, número de semillas, peso de semilla, contenido de sólidos solubles, resistencia a la abrasión, sabor de pulpa, desprendimiento de la semilla y contenido de fibra.

Los resultados encontrados amplían la base genética disponible para los programas de mejoramiento genético, con miras a la obtención de variedades con características superiores y adaptados a condiciones bióticas y abióticas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) por el financiamiento de esta investigación.

## Referencias

- Álvarez, H.; Limongi, R.; Peña, G.; Navarrete, B.; Zambrano, E. & Viera, W. (2019). Agro-morphological characterization “In situ” of *Tamarindus indica* L. in the dry forest of Ecuador. *Journal of Tropical Agricultural Science*, 42(3), 1147-1156.
- Andrés J. A.; González; Nieto, R. & Barrientos, A. (2005). Morphometry of the organs of cherimolla (*Annona cherimola* Mill) and analysis of fruit parameters for the characterization of cultivars and Mexican germplasm selections. *Scientia Horticulturae*. 107(4), 337-346. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.11.003>
- Biodiversity International (2008). Descriptors for Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Biodiversity International*. Rome, Italy. 50.
- Castañeda, G. S. (2014). Evaluación morfológica y molecular de accesiones de Anonáceas (anón, chirimoya y atemoya) en condiciones in situ, de las regiones Andina y Caribe Colombiano. *Tesis para obtener el título de Magister en Ciencias Agrarias*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 167.
- Castro, J. (2007). Cultivo de la anona (*Annona cherimola*, Mill). *MAG*. San José, Costa Rica. 56.
- Cooper, H.; Spillane, C. & Hodgkin, T. (2001). Broadening the genetic base of crops: an overview. In: Broadening the genetic base of crop production, eds. IPGRI. Wallingford, 1-23.
- Curti, E.; Guerra, C. & Loredó, R. (2012). Productivity of 'Tahiti' lime grafted onto four rootstocks in a commercial orchard in Veracruz, Mexico. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 18(3), 291-305. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2010.11.109>.
- Chatrou, L.; Pirie, M.; Erkens, H.; Couvreur, L.; Neubig, M.; Abbott, R.; Mols, B.; Maas, W.; Saunders, M. & Chase, W. (2012). A new subfamilial and tribal classification of the pantropical flowering plant family Annonaceae informed by molecular phylogenetics. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 169(1), 5-40. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2012.01235.x>
- Cholota, N. & Quito, C. (1999). Estudio de la vida útil de la pulpa de chirimoya (*Annona cherimola*) mínimamente procesada. *Tesis de Ingeniería en Alimentos*. UTA. Ambato, Ecuador. 104.
- Di Rienzo, J.; Balzarini, M.; Gomzáles, L.; Casanoves, F. & Tablada, M. (2017). InfoStat statistical software. Universidad Nacional de Córdoba.



- Feicán, C.; Vanegas, I.; Encalada, C.; Brito, B.; Moreira, R. & Viera, W. (2019). Efecto de la densidad de plantación en la calidad del fruto de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Tropical and Subtropical Agrosystems*, 22(3), 795-801.
- Fos M.; Nuez F. & García-Martínez, L. (2000). The gene pat-2, which induces natural parthenocarpy, alters the gibberellin content in unpollinated tomato ovaries. *Plant Physiology*, 122(2), 471-479. <https://doi.org/10.1104/pp.122.2.471>
- Franco, T. & Hidalgo R. (2003). Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *IPGRI*. Roma, Italia. 89.
- Gardiazabal, F. & Cano, G. (1999). Caracterización de 10 cultivares de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) y su respuesta a la polinización artificial en Quillota, Chile. *Acta Horticulturae*, 497(1), 239-253.
- Gardiazabal, F. & Rosenberg, G. (1993). El cultivo del Chirimoyo. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile. 145.
- González, M. (2013). Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), frutal tropical y sub-tropical de valores promisorios. *Cultivos Tropicales*, 34(3), 52-63.
- Guirado, E.; Hermoso, J.; Pérez, M.; García, J. & Farré, J. (2003). Introducción al cultivo del chirimoyo. *Caja Rural de Granada*. Andalucía, España. 78.
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización, EC). (2008). Frutas Frescas. Chirimoya. Requisitos. INEN. Quito, Ecuador. 6.
- Larcher, W. (1986). Ecofisiología vegetal. *Barcelona Omega*. Barcelona, España. 319.
- Liaw, C.; Wu T. Y.; Chang, F. R. & Wu, Y. C. (2011). Historic perspectives on annonaceous acetogenins from the chemical bench to preclinical trials. *Planta Médica*, 76(13), 1390-1404. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1250006>.
- Lobo, M.; Delgado, O.; Cartagena, J. & Medina C. (2007). Categorización de la germinación y la latencia en semillas de chirimoya (*Annona cherimola* L.) y guanábana (*Annona muricata* L.), como apoyo a programas de conservación de germoplasma. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 231-244.
- Luchsinger, L. & Contreras, C. (2004). Postharvest quality evaluation of 'july red' nectarine fruit. *CEPOC*. Santiago, Chile. 67.
- Medina, I. & Lobo, M. (2002). Variabilidad morfológica en el tomate pajarito (*Lycopersicon esculentum* Var. Cerasiforme), pre-cursor del tomate cultivado. *Revista Corpoica*, 3(2), 39-50. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol3\\_num2\\_art:186](https://doi.org/10.21930/rcta.vol3_num2_art:186)
- Morales, A.; Cueva, B. & Aquino, P. (2004). Diversidad genética y distribución geográfica de la Chirimoya *Annona cherimola*. Mill en el Sur de Ecuador. *Lyonia*, 7(2), 159-170

- Morales, A.; Medina, A., Criollo, L. & Castro, P. (2006). Resultados interpretativos en la herencia de algunos caracteres de calidad en la Chirimoya (*Annona cherimola* Mill). *Lyonia*, 10(1), 59-74.
- Moreira, R.; Ardisana, E.; Uguña, F.; Franco, F. & Rodríguez, D. (2016). Variabilidad físico-química de frutos de guanábana (*annona muricata* L.) de una población in situ del sur de Manabí, Ecuador. *Agrotecnia de Cuba*, 40(1), 34-46
- Moreira, R.; Moreno, J.; Buitrón, J.; Orbe, K.; Hector-Ardisana, E.; Uguña, F. & Viera W. (2018). Characterization of a soursop population (*Annona muricata*) from the central region of Ecuadorian littoral using ISSR markers. *Vegetos*, 31(3), 13-18. <https://doi.org/10.5958/2229-4473.2018.00067.8>
- Moreira, R.; Rodríguez, H.; Héctor, E.; Feicán, C.; Mestanza, S. & Viera, W. (2020). In situ morphological characterization of soursop (*Annona muricata* L.) plants in Manabí, Ecuador. *Enfoque UTE*, 11(2), 58-70. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n2.536>
- Sarmiento, L.; Pérez, I.; Díaz, B.; Álvarez, H. & Viera, W. (2017). Molecular marker-based characterization of Ecuadorian dry forest tamarind plus trees. *Bioagro*, 29(3), 153-162.
- Tietz, J. (1988). Relación entre pilosidad del fruto de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) y evolución de la madurez. *Tesis Ingeniero Agrónomo*. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. 81.
- Vallejo, C.; Franco, A. & Estrada, E. (2002). Mejoramiento genético de plantas. Feriva S.A. Cali, Colombia. 404.
- Vanegas, E.; Encalada, C.; Feican, C.; Gómez, M. & Viera, W. (2016). Cianamida hidrogenada y nitrato de potasio para manipular épocas de cosecha en chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Revista Científica Ecuatoriana*, 3(1), 31-37.
- Van Hintum, Th. J. L.; Brown, A. H. D.; Spillane, C. & Hodgkin T. (2000). Core collections of plant genetic resources. IPGRI. Roma, Italia. 49.
- Van Zonneveld, M.; Scheldeman, X.; Escribano, P.; Viruel, M.; Van Damme, P.; García, W.; Tapia, C.; Romero, J.; Sigueñas, M. & Hormaza, J. I. (2012). Mapping Genetic Diversity of Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.): Application of Spatial Analysis for Conservation and Use of Plant Genetic Resources. *Plos One*, 7(1), e29845. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029845>