

VARIABILIDAD FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE GUANÁBANA (*ANNONA MURICATA* L.) DE UNA POBLACIÓN *IN SITU* DEL SUR DE MANABÍ, ECUADOR.

Ricardo Moreira-Macías¹, Eduardo Héctor-Ardisana², Fátima Uguña-Romero³, Fernando Franco-Flores⁴ y Daymara Rodríguez-Alfonso²

RESUMEN

La guanábana al Sur de Manabí produce frutos exquisitos de alta diversidad de sabores, tamaños y formas. Los caracteres físicos-químicos del fruto, a pesar de tener importancia comercial, han sido poco estudiados; el objetivo de la investigación fue determinar la variabilidad físico-química de los frutos en una población *in situ* del Sur de Manabí, Ecuador. Se evaluaron 11 variables cuantitativas (peso, circunferencia, longitud y densidad de emergencias del exocarpo, número y peso de semillas, porcentaje de pulpa, sólidos solubles totales, acidez titulable, relación de madurez y materia seca) y dos cualitativas (forma de frutos y de emergencias del exocarpo). Para determinar la variabilidad de los datos se realizó un análisis de componentes principales (ACP), un análisis de correlación (Pearson) y la agregación jerárquica de conglomerados (Ward). A los datos cuantitativos se les determinó sus rangos de variación y a los cualitativos su frecuencia estadística. El 73,84% de la variabilidad total se obtuvo con las cuatro primeras componentes y de las 11 variables estudiadas siete aportaron mayor variabilidad. Se observaron correlaciones positivas entre los caracteres estudiados y en el dendrograma se conformaron tres grupos. Se determinaron seis formas de frutos y de emergencias del exocarpo, de las cuales las de mayor frecuencia fueron los frutos de forma ovoide y las emergencias con ápice agudo de hasta 5 mm de longitud. Los resultados obtenidos demuestran la variabilidad fenotípica de los frutos que proceden de individuos con características diversas, lo cual favorecerá futuros programas de mejora genética de la especie.

Palabras clave: accesiones, germoplasma, diversidad, caracteres, mejora.

Physico-chemical variability of the fruits of a population of soursop (*Annona muricata* L.) conserved *in situ* in southern Manabi, Ecuador.

ABSTRACT

Soursop in southern Manabi produces exquisite fruits of different flavors, sizes and shapes. Despite having a great commercial importance, the physico-chemical characteristics of the fruits have been little studied. The objective of this research was to determine the physico-chemical variability of the fruit in a population conserved *in situ* in southern Manabi, Ecuador. Eleven quantitative variables (weight, circumference, length, emergency density of

¹M.Sc. Ricardo Moreira-Macías, Responsable del Programa de Fruticultura. Estación Experimental del Litoral Sur. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), km 26 vía Durán-Tambo, Guayas, Ecuador. email: ricardo.moreira@iniap.gob.ec; ²Laboratorio de Biotecnología. Universidad Agraria de La Habana. Autopista Nacional km 23 y Carretera Tapaste, San José de las Lajas, Mayabeque. Cuba. ³Programa de Fruticultura. Estación Experimental del litoral Sur. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). km 26 vía Durán-Tambo, Guayas, Ecuador. ⁴Herbario de la Facultad de Agronomía. Universidad Agraria de La Habana. Autopista Nacional km 23 y Carretera Tapaste, San José de las Lajas, Mayabeque. Cuba.

exocarp, number and weight of seed, percentage of pulp, total soluble solids, titratable acidity, maturity ratio and dry matter) and two qualitative variables (shape of fruit and emergencies of exocarp) were evaluated. To determine the variability of the data, a principal component analysis, correlation analysis (Pearson) and hierarchical cluster aggregation (Ward) was performed. To the quantitative data were determined their range of variation, and to the qualitative data, their statistical frequency. The 73,84% of the total variability was obtained in the first four components, and the 11 variables studied seven contributed the greatest variability. Positive correlations between the characters studied were observed, and the dendrogram formed three groups. Six forms of fruits and emergency of exocarp were determine, of which the most frequent were ovoid fruits and emergencies with acute apex of up to 5 mm in length. The results show the physico-chemical variability of the fruit and the presence of accessions that stand out in these characters, which may be used in future breeding programs of this species.

Key words: accessions, germplasm, diversity, characters, breeding.

INTRODUCCIÓN

La guanábana (*Annona muricata* L.), perteneciente a la familia Annonaceae, crece en los bosques del Sur de Manabí. El centro de origen se localiza en Sudamérica tropical (Pinto *et al.*, 2005 y Love y Paull, 2011), específicamente en la franja del Pacífico (Cubero, 2013). Manabí se ubica en la región descrita y en esta se ha observado una considerable dispersión de la especie. Cada año los pobladores recolectan frutos de guanábana con diversidad de sabores, tamaños y formas; sin embargo no existen datos científicos sobre estas características en el área mencionada. Los únicos registros se limitan a observaciones básicas realizadas por investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Ecuador, los cuales indicaron variabilidad en su tamaño, forma y sabor (Moreira y Uguña, 2012).

El fruto además de su exquisito sabor debido a su composición y contenido de sustancias funcionales tiene propiedades, nutritivas y terapéuticas (Lemos *et al.*, 2011; Onyechy, 2012; Prasasti *et al.*, 2012; Herbst *et al.*, 2013). Las variables de calidad físico-químicas del fruto en las especies frutales, constituyen el principal factor de diferenciación entre los individuos con aptitud para ser liberados como cultivares comerciales (FAO, 2011; Padmini, *et al* 2013). Los de

guanábana tienen un rango de peso entre 547 y 1249 g; la pulpa posee un rendimiento entre 62 y 82%, los sólidos solubles totales entre 13 y 24 °Brix y la acidez (ácido málico) entre 0,67 y 1,04% características que hacen que esta fruta sea muy promisoría como materia respecto a otros frutales tropicales (Ávila *et al.*, 2012).

La guanábana, actualmente en Ecuador y por los altos precios de mercado (hasta 2,72 USD por kg de fruta), constituye un rubro agrícola cuya explotación comercial ofrecería grandes oportunidades y rentabilidad para los agricultores de la zona Sur de Manabí. Lo que permitiría un ingreso económico que disminuiría sus limitaciones socioeconómicas, que en su mayoría la padecen por la falta de alternativas de trabajo agrícola. La oferta insuficiente de frutos de guanábana en los mercados ecuatorianos se suple, en forma parcial, por fruta proveniente de sitios naturales (Moreira y Héctor, 2014).

Por lo expuesto la investigación tiene como objetivo determinar la variabilidad físico-química de los frutos de guanábana para el desarrollo comercial de la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio abarcó cuatro cantones del Sur de Manabí (Jipijapa, Paján, 24 de Mayo y Olmedo) con una superficie aproximada de 3335,46 km², insertada

en una amplia cordillera (sistema montañoso de Manabí) con elevaciones de entre 100 y 800 msnm y con clima tropical seco. La muestra estuvo conformada por 60 accesiones de guanábana conservadas *in situ* (Tabla 1).

Tabla 1. Cantones de procedencia de las accesiones en estudio.

N° de identificación accesiones	Procedencia
1 al 15	Jipijapa
16 al 30	Paján
31 al 45	24 de mayo
46 al 60	Olmedo

Se seleccionaron cinco frutos en madurez fisiológica por árbol, los cuales se llevaron al Laboratorio de Postcosecha del Programa de Fruticultura de la Estación Experimental del Litoral Sur del INIAP. Una vez alcanzada su madurez comercial se realizó la evaluación físico-química mediante 11 descriptores cuantitativos y dos cualitativos (Tabla 2).

A los datos cuantitativos obtenidos se les realizó un análisis estadístico descriptivo (rangos, media, suma, error típico, desviación típica y varianza). Para seleccionar los descriptores cuantitativos de mayor contribución, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), basado en la matriz de correlación de Pearson. El criterio de selección de autovectores que se utilizó fue el de los valores más próximos al mayor valor y la contribución en porcentaje de cada eje a la variabilidad total; además se realizó un análisis de correlación de las variables (Pearson) para determinar la interdependencia entre ellas. La identificación de los grupos de variabilidad, se hizo a través del análisis de conglomerados, se utilizó la matriz de Distancias Euclidianas al cuadrado y el método de Ward (1963) como forma de agregación

jerárquica ascendente (Franco e Hidalgo, 2003) y a partir de las medias aritméticas de los valores de los caracteres físico-químicos de los frutos, se realizó la descripción por grupo. Los caracteres cualitativos evaluados fueron analizados a través de la determinación de su frecuencia. Los datos fueron procesados mediante el programa estadístico SPSS ver.19.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 se muestran los resultados del análisis descriptivo, como se puede observar los rangos de variación de los caracteres en su mayoría fueron amplios. El porcentaje de pulpa (parte aprovechable del fruto) tuvo un rango entre 45,91 y 82,58%, los sólidos solubles totales (porcentaje de azúcares principalmente) entre 9 y 23,4%, la acidez titulable entre 0,87 y 2,22% y el peso del fruto entre 0,34 y 2,45 kg. Esta última variable es una determinante de la productividad del árbol; los bajos valores obtenidos respecto a los de las plantaciones comerciales de hasta 7 kg (Moreira, 2015) se deben a la condición de árboles silvestres, los cuales no reciben ninguna atención de tipo agronómico.

Los resultados del ACP para los caracteres cuantitativos evaluados se muestran en la Tabla 4. El 73,84% de la variabilidad total observada se explica con cuatro componentes; la primera extrajo el 28,57%, la segunda el 21,03%, la tercera 13,43% y la cuarta el 10,81%, las tres primeras componentes explican el 63,03% de la variabilidad de las accesiones, estos valores son superiores a los informados en guanábana por Benavides (2002) y Miranda *et al.* (2000) quienes alcanzaron porcentajes de variabilidad de 50,60 y 49,8% respectivamente con igual número de componentes.

Los descriptores que más aportaron a la variabilidad fueron en la CP1 el peso (PF) y el perímetro ecuatorial del fruto (PEF); en la CP2 los descriptores relación de madurez (RM), sólidos solubles totales (SST) y porcentaje de pulpa (PP); en la CP3 acidez

titulable (AT) y en la CP4 la densidad de emergencias del exocarpo del fruto (DE). Estas variables también han sido descritas por Brito y Vásquez (2013) como

altamente discriminantes en la caracterización físico-química de los frutos.

Tabla 2. Descriptores de los caracteres físico-químicos evaluados en frutos del germoplasma *in situ* de guanábana del Sur de Manabí.

VARIABLES CUANTITATIVAS
Peso del fruto (PF) kg: cada fruto se pesó en balanza analítica marca Blauscal.
Peso de semilla (PS) g: después de contadas las semillas se pesaron en una balanza analítica.
Porcentaje de pulpa (PP) %: corresponde a la parte comestible, se determinó a partir de la medición de la proporción entre la pulpa (correspondiente a los sacos embrionarios que recubren a cada semilla), los compuestos que lo rodean (jugos y mucilago) y la parte correspondiente a la sumatoria de las semillas más la cáscara y el raquis central.
Número de semillas (NS): se le eliminó a cada semilla su saco embrionario y posteriormente se contabilizó de forma manual.
Sólidos solubles totales (SST) °Brix: se realizó presión mecánica sobre una porción de la pulpa del fruto hasta salir de dos a tres gotas del jugo, las cuales se colocaron sobre la ventana de lectura del equipo y se procedió a su lectura y registro para esto se utilizó el refractómetro marca ATAGO graduado en una escala de 0-32 °Brix.
Acidez titulable (AT) %: se determinó mediante la técnica de titulación con hidróxido de sodio propuesta por Brito y Vásquez (2013), y se utilizó como indicador fenolftaleína.
Relación de madurez (RM): se obtuvo a partir de la división del valor de sólidos solubles totales entre la acidez titulable de cada fruto.
Materia seca (MS) %: se determinó mediante la metodología propuesta por Brito y Vásquez (2013).
Longitud del fruto (LF) cm: se midió con vernier o calibrador desde el punto de inserción pedúncular (base) hasta el extremo apical.
Perímetro ecuatorial del fruto (PEF) cm: se midió con cinta métrica la parte más ancha, la que generalmente coincide con el tercio superior.
Densidad de espinas (DE) cm²: en las dos caras ventrales opuestas del fruto se ubicó una cuadrícula de 64 cm ² , se contaron las emergencias contenidas dentro de ella y se determinó el promedio de los dos valores.
VARIABLES CUALITATIVAS
Forma del fruto (FF): se clasificó a través de observación directa y de acuerdo a sus características con base en las propuestas de formas de fruto para la familia.
Forma de emergencias (FE): se estableció una escala cualitativa de tipo nominal y con esta se determinó la frecuencia de cada una de las formas.

Tabla 3. Análisis descriptivo de los caracteres cuantitativos y cualitativos de los frutos de las accesiones de guanábana.

Descriptores	N°	Rango			Media				
		Medio	Mínimo	Máximo	Suma	Estadística	Error típico	Desv. Típica	Varianza
Peso de fruto	60	2,10	0,34	2,45	67,00	1,15	0,05	0,42	0,177
Longitud de fruto	60	16,25	11,00	27,25	1043,09	17,38	0,37	2,93	8,61
Perímetro ecuatorial del fruto	60	24,50	25,50	50,00	2255,27	37,58	0,75	5,84	34,15
Número de semillas	60	254,40	31,00	285,40	9668,87	161,15	8,01	62,05	3850,99
Peso de semilla	60	0,93	0,54	1,47	49,13	0,82	0,028	0,22	0,049
Sólidos solubles totales	60	14,0	9,00	23,40	936,00	15,60	0,40	3,09	9,56
Acidez titulable	60	1,35	0,87	2,22	92,22	1,54	0,04	0,29	0,08
Relación de madurez	60	10,38	6,53	16,91	627,92	10,46	0,33	2,58	6,66
Materia seca	60	16,69	12,90	29,60	1259,17	20,98	0,46	3,57	12,76
Porcentaje de pulpa	60	36,67	45,91	82,58	4217,82	70,30	0,98	7,57	57,28
Densidad de emergencias	60	36,00	15,00	51,00	1748,61	29,14	0,97	7,55	57,09

En la Tabla 5 se observa la correlación positiva existente entre algunos de los caracteres estudiados, entre ellos, el número de semillas (NS), el peso de semillas (PS) y el porcentaje de pulpa (PP) con el peso del fruto (PF); los sólidos solubles totales (SST) con la acidez titulable (AT) y el porcentaje de pulpa (PP); la materia seca (MS) con los sólidos solubles totales y la relación de madurez (RM); la longitud del fruto (LF) y el perímetro ecuatorial del fruto (PEF) con el peso de semillas (PS) y el número de semillas (NS). Es importante destacar la correlación negativa entre la densidad de las emergencias del exocarpo con el peso del fruto, el peso de semillas y el porcentaje de pulpa. La existencia de este tipo de relaciones entre los componentes de calidad del fruto y la escasa literatura sobre esta temática, sugiere la necesidad de realizar estudios más profundos que

conllevan a describir mejor este frutal y así lograr su desarrollo.

En la Figura 1 se observan los grupos obtenidos a través del análisis de conglomerados jerárquico de Ward, donde la línea de corte se estableció alrededor del valor siete en la distancia Euclidiana, valor que es inferior al 16,5 informado por Benavides (2002), en un trabajo similar realizado en Nicaragua y al 14,0 indicado por Tacan (2007) en Costa Rica; Estos autores incluyeron también en sus análisis caracteres de la planta como la altura, el diámetro del árbol y del tronco, entre otros, sin embargo en poblaciones *in situ* estas variables son muy dependientes de la edad, por lo que en este estudio fueron excluidas para evitar sesgos, por lo que solo se analizaron los caracteres del fruto.

Tabla 4. Porcentaje de variabilidad explicada en el ACP para los caracteres cuantitativos de los frutos de guanábana de las accesiones en estudio.

Autovalores iniciales	% varianza explicada	CP1	CP2	CP3	CP4
			28,57	21,03	13,43
	% acumulado	28,57	49,60	63,03	73,84

Variables analizadas	Porcentaje de contribución relativa			
	CP1	CP2	CP3	CP4
PF	0,925	0,059	0,099	-0,026
PS	0,522	-0,163	-0,232	-0,050
PP	0,393	0,671	0,094	-0,448
NS	0,551	-0,262	0,178	0,376
SST	-0,033	0,709	0,576	-0,029
AT	0,043	-0,342	0,836	-0,382
RM	0,010	0,831	-0,210	0,407
MS	-0,059	0,483	0,366	0,444
LF	0,727	-0,221	0,116	0,292
PEF	0,894	-0,069	0,001	0,085
DE	-0,471	-0,407	0,390	0,491

Peso del fruto (PF), Peso de semilla (PS), Porcentaje de pulpa (PP), Número de semillas (NS), Sólidos solubles totales (SST), Acidez titulable (AT), Relación de madurez (RM), Materia seca (MS), Longitud del fruto (LF), Perímetro ecuatorial del fruto (PEF) y Densidad de espinas (DE)

En la Tabla 6, se describen los grupos conformados en el dendrograma donde se observa que:

El primer grupo estuvo integrado por 27 accesiones que corresponde al 45% del total de las accesiones en estudio y agrupa a los frutos con los promedios más bajos en peso, número de semillas, longitud y perímetro del fruto, y el valor más alto de densidad de espinas del exocarpo. De este grupo, 11 accesiones (40,74%) corresponden al cantón Olmedo; seis (22,22%) al cantón Paján, seis al cantón 24 de mayo y 4 (14,81%) a Jipijapa.

Como se observa, en este grupo se encuentran la mayoría de accesiones y en promedio los frutos con menor aptitud comercial en función de algunas de sus

características de calidad. La mayoría corresponde al cantón Olmedo y en menor proporción a 24 de Mayo, Paján y Jipijapa. Estos resultados sugieren que la zona de Olmedo sería menos apta para la producción de frutas de tamaños grandes y de calidad general.

Al segundo grupo lo conformaron 19 accesiones que corresponde al 31,67% del total de las accesiones en estudio, y tiene por lo general a los frutos con los valores más altos de concentración de porcentaje de pulpa, sólidos solubles totales y relación de madurez así como frutos de elevado peso. De este grupo, siete accesiones (36,84%) proceden de Jipijapa, seis (31,58%) son de Paján, cinco (26,32%) de 24 de Mayo y una accesión (5,26%) proviene de Olmedo.

Tabla 5. Matriz de correlación (Pearson) entre variables cuantitativas evaluadas del fruto de las accesiones *in situ* de guanábana del Sur de Manabí.

	PF	PS	PP	NS	SST	AT	RM	MS	LF	PEF	DE
PF	1										
PS	,391^{**}	1									
PP	,435^{**}	-,086	1								
NS	,551^{**}	,100	-,048	1							
SST	,022	-,095	,445^{**}	-,158	1						
AT	,094	-,006	-,027	,100	,274[*]	1					
RM	,012	-,052	,327 [*]	-,100	,552^{**}	-,592^{**}	1				
MS	,018	-,118	,086	,013	,375^{**}	-,010	,334^{**}	1			
LF	,568^{**}	,286[*]	,077	,381^{**}	-,104	,074	-,066	-,061	1		
PEF	,774^{**}	,444^{**}	,238	,389^{**}	-,058	,032	-,001	-,069	,704^{**}	1	
DE	-,418^{**}	-,260[*]	-,551^{**}	-,013	-,004	,222	-,164	,013	-,010	-,295[*]	1

**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral), *La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral). Peso del fruto (PF), Peso de semilla (PS), Porcentaje de pulpa (PP), Número de semillas (NS), Sólidos solubles totales (SST), Acidez titulable (AT), Relación de madurez (RM), Materia seca (MS), Longitud del fruto (LF), Perímetro ecuatorial del fruto (PEF) y Densidad de espinas (DE)

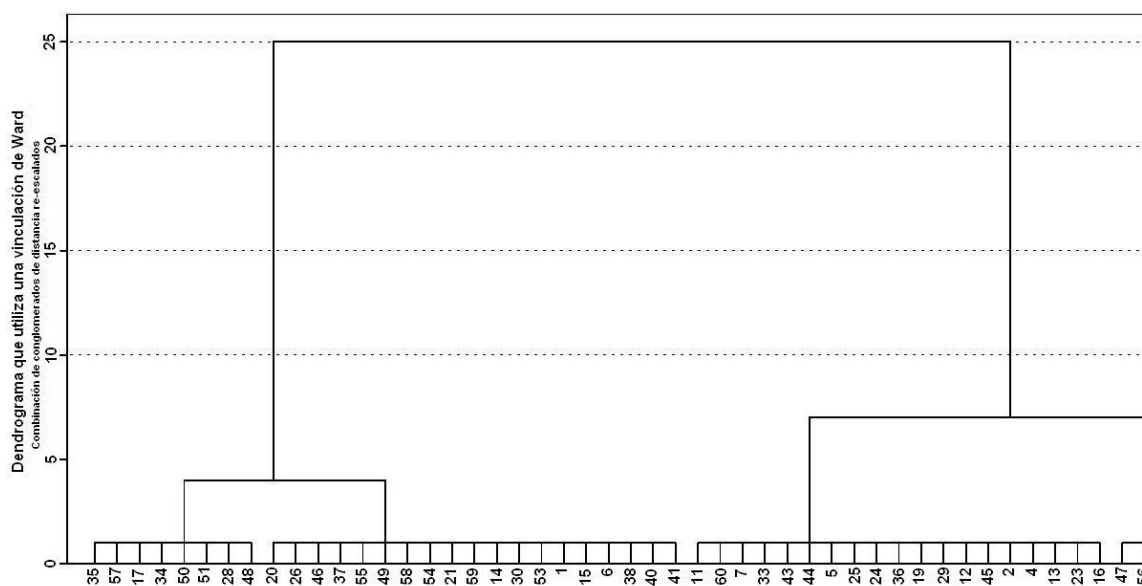


Figura 1. Dendrograma obtenido por agrupamiento jerárquico de Ward de las características físico-químicas de los frutos de 60 accesiones del germoplasma *in situ* de guanábana, Sur de Manabí.

Tabla 6. Caracteres físico-químicos de los frutos de los grupos formados a partir del análisis de conglomerados jerárquico Ward de las 60 accesiones en estudio.

Grupos y accesiones	PF (g)	PS (g)	PP (%)	NS	SST (%)	AT (%)	RM	MS (%)	LF (cm)	PEF (cm)	DE
1 1,6,,14,15,17,20, ,21,26,28,30,34, 35,37,38,40,41, 46,48,49,50,51, 53,54,55,57,58, 59.	0,90	0,78	70,04	105,95	15,85	1,53	10,49	21,22	16,24	35,42	30,38
2 2,4,5,7,11,12,13 ,16,19,23,24,25, 29,33,36,43,44, 45,60.	1,30	0,91	71,73	176,30	16,06	1,51	10,84	20,56	18,11	39,36	27,21
3 3,8,9,10,18,22,2 7,31,32,39,42,4 7,52,56.	1,32	0,77	68,84	247,03	14,48	1,58	9,91	21,11	18,60	39,37	29,38

Peso del fruto (PF), Peso de semilla (PS), Porcentaje de pulpa (PP), Número de semillas (NS), Sólidos solubles totales (SST), Acidez titulable (AT), Relación de madurez (RM), Materia seca (MS), Longitud del fruto (LF), Perímetro ecuatorial del fruto (PEF) y Densidad de espigas (DE)

Aquí se encontraron los frutos más dulces, de mayor calidad sensorial y con la más alta proporción de parte comestible, los cuales constituyen atributos de alta calidad. Estas accesiones se encuentran distribuidas en forma casi homogénea en tres de los cuatro cantones, en el que Jipijapa es el de mayor prevalencia. Olmedo fue el cantón que presentó la más baja frecuencia en este grupo.

El tercer grupo lo conformaron 14 accesiones que corresponde al 23,33% del total de las accesiones en estudio y agrupa a los frutos con alto peso y mayores valores de número de semillas, porcentaje de sólidos solubles totales y densidad de emergencias del

exocarpo. De este grupo cuatro accesiones (28,57%) procedieron de Jipijapa, cuatro de 24 de Mayo, tres (21,43%) de Paján y tres (21,43%) de Olmedo.

Este grupo en general presentó frutos de apreciable calidad comercial por ser los de mayor peso y porcentaje de pulpa. Sin embargo son los de más alto número de semillas y de concentración de acidez, lo que repercute en la proporción comestible y en el sabor, por lo que han sido considerados frutos ácidos, teniendo al ácido málico como el prevaleciente. Este tipo de frutos tienen una distribución regular en los cuatro cantones, pero con mayor frecuencia en Jipijapa y 24 de Mayo.

Cabe resaltar que dentro de cada grupo se observaron accesiones con algunas características particulares que fueron diferentes al resto del conglomerado; como ocurrió en el grupo uno donde la accesión 20 presentó frutos con 1,86 kg de peso, 77,90 de PP y 17,50% de SST. En el grupo dos la accesión 4 tuvo frutos de 1,55 kg de peso y 76,3 de PP; la accesión 60, frutos con 81,4% de SST y la accesión 33 frutos con 23,40% de SST. Dentro del grupo tres la accesión 10 produjo frutos de 2,45 kg de peso y 77,72 de PP; la accesión 27 presentó frutos de 1,56 kg de peso, 77,10 de PP y 15,75% de SST. En la Tabla 7 se observa la frecuencia de las seis formas de emergencias del exocarpo del fruto, donde las más comunes fueron: con ápice agudo de hasta 5 mm de longitud, no muy densas en el fruto (58,3%);

seguido por aquellas en forma de agujones, muy densas en el fruto y con una longitud de hasta 10 mm (18,3%) y las emergencias erectas con ápice agudo y redondeadas en su base con una longitud de hasta 2 mm (16,7%).

En la literatura consultada no existen estudios sobre las características de las emergencias del exocarpo del fruto de guanábana. Solo se han podido encontrar nominaciones subjetivas de éstos apéndices como las utilizadas por Miranda *et al.* (2000) quienes las definen “espinas minitetonas” de 2 a 5 mm y “espinas tetonas medias” de 6 a 10 mm, ambas de base intermedia y ápice muy agudo y curvado y “espinas tetonas” aquellas que tienen entre una longitud de 11 a 15 mm con ápice curvado y base intermedia.

Tabla 7. Frecuencia estadística de seis formas de emergencias del exocarpo del fruto, observadas en la caracterización del fruto de 60 accesiones del germoplasma *in situ* de guanábana del Sur de Manabí.

Formas de las emergencias	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	10	16,7	16,7	16,7
2	1	1,7	1,7	18,3
3	2	3,3	3,3	21,7
4	11	18,3	18,3	40,0
5	1	1,7	1,7	41,7
6	35	58,3	58,3	100,0
Total	60	100,0	100,0	

1: Emergencias erectas con ápice agudo y redondeadas en su base con una altura de hasta 2 mm.

2: Emergencias cónicas con ápice obtuso, muy densas en el fruto y una altura de hasta 6 mm.

3: Emergencias cónicas con ápice agudo, muy densas en el fruto, con una altura de hasta 12 mm.

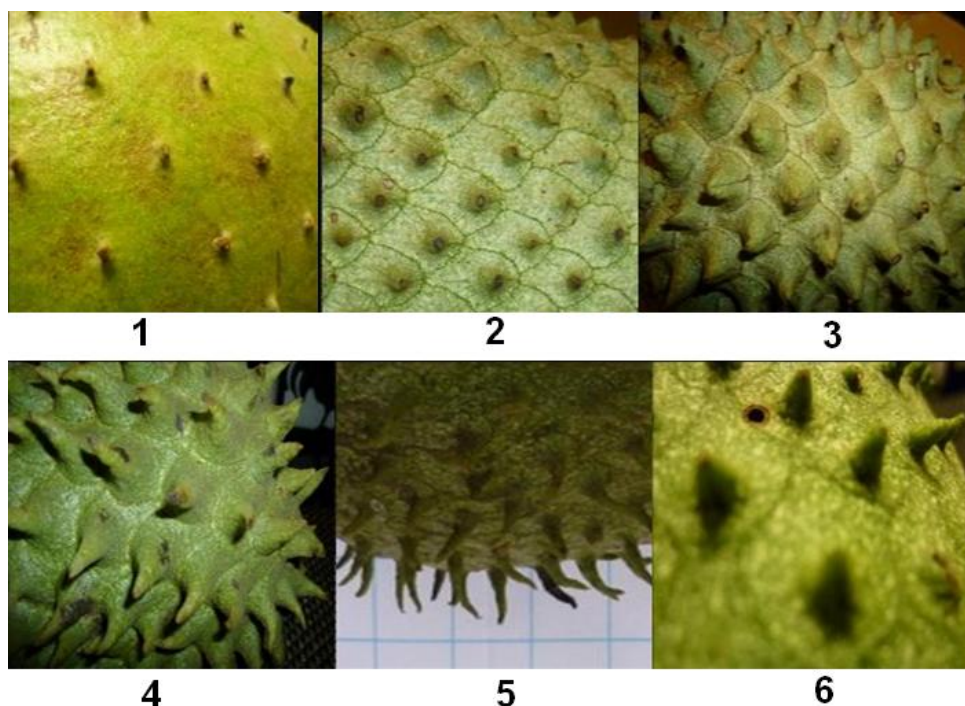
4: Emergencias en forma de agujones, muy densas en el fruto y con una altura de hasta 10 mm.

5: Emergencias de forma de vellos alargados de consistencia suave muy densas en el fruto y con una altura de hasta 15 mm.

6: Emergencias con ápice agudo de hasta 5 mm de alto, no muy densas en el fruto.

La forma de las emergencias del exocarpo de los frutos muestra gran diversidad (Figura 2). Esta variabilidad podría estar ligada a códigos genéticos específicos, por lo que deberían iniciarse investigaciones complementarias sobre esta temática. En la Tabla 8 se presenta la frecuencia de seis formas de frutos observadas, donde la ovoide alargada (33,3%) y ovoide (31,7%) son las más frecuentes, seguido por el tipo troncovoide (16,7%).

En este estudio se observaron seis formas básicas del fruto (Figura 3), en las condiciones ambientales de la zona Sur de Manabí, que podrían diferir con otras latitudes y altitudes, debidos al efecto del ambiente sobre el fenotipo de las plantas como lo indican (Piña *et al.*, 2010; Hernández, 2013).



- 1: Emergencias erectas con ápice agudo y redondeadas en su base con una altura de hasta 2 mm.
- 2: Emergencias cónicas con ápice obtuso, muy densas en el fruto y una altura de hasta 6 mm.
- 3: Emergencias cónicas con ápice agudo, muy densas en el fruto, con una altura de hasta 12 mm.
- 4: Emergencias en forma de agujijones, muy densas en el fruto y con una altura de hasta 10 mm.
- 5: Emergencias de forma de vellos alargados de consistencia suave muy densas en el fruto y con una altura de hasta 15 mm.
- 6: Emergencias con ápice agudo de hasta 5 mm de alto, no muy densas en el fruto.

Figura 2. Formas de las emergencias del fruto del germoplasma *in situ* de la guanábana del Sur de Manabí.

Tabla 8. Frecuencia estadística de seis formas del fruto encontradas en la caracterización de 60 accesiones del germoplasma *in situ* de guanábana del Sur de Manabí.

Formas del fruto	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Ovoide	19	31,7	31,7	31,7
Ovoide alargado	20	33,3	33,3	65,0
Cordado	4	6,7	6,7	71,7
Esférico	4	6,7	6,7	78,3
Troncovoide	10	16,7	16,7	95,0
Reniforme	3	5,0	5,0	100,0
Total	60	100,0	100,0	

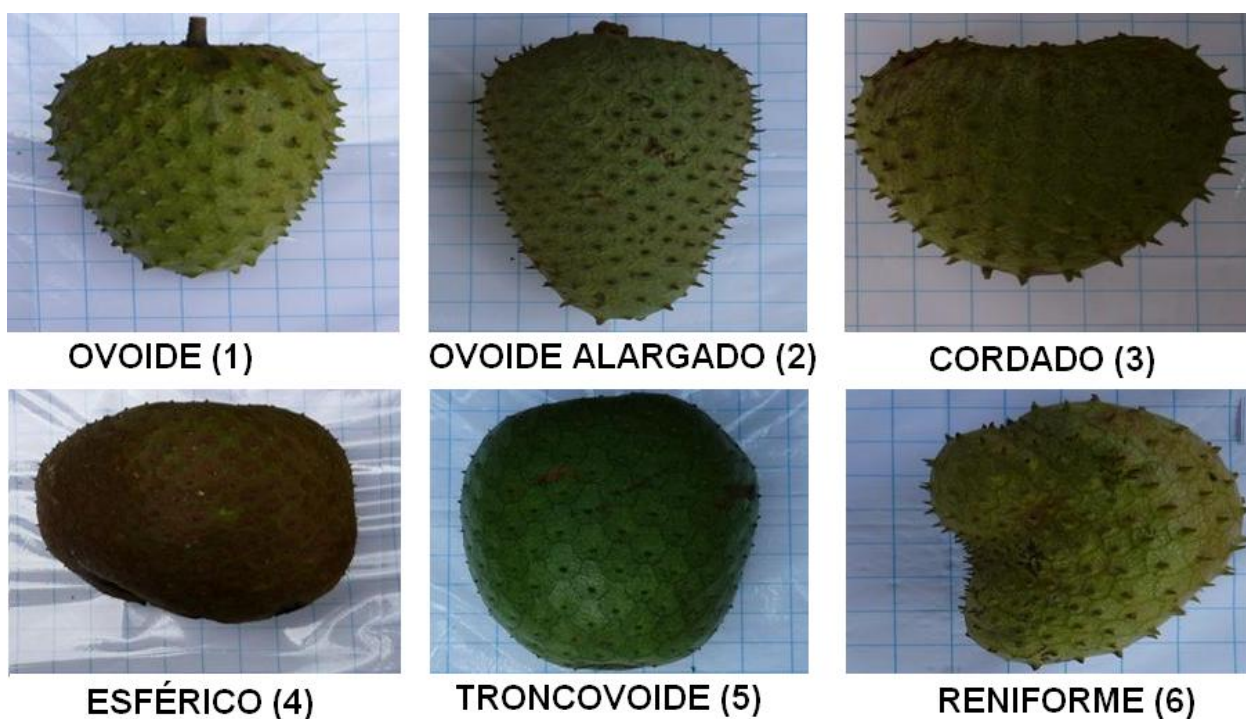


Figura 3. Formas básicas del fruto del germoplasma *in situ* de guanábana del Sur de Manabí.

Al igual que ocurre con las características de las emergencias del exocarpo, tampoco se informan estudios que brinden detalles sobre las diversas formas del fruto que presenta la guanábana. No existen definiciones precisas, y en la mayoría de los casos se atribuye al fruto un aspecto cordiforme (en forma de corazón) como lo indican Miranda *et al.* (2000), Benavides (2002), Pinto *et al.* (2005) y Badrie y Schauss (2010), quienes además consideran que los frutos de guanábana tienen forma ovalada y cónica.

La caracterización físico-química de los frutos demuestra la diversidad del germoplasma *in situ* en el Sur de Manabí, criterio basado en la variabilidad de tamaños, formas y densidades de las emergencias detectadas; así como también en los atributos químicos entre ellos sólidos solubles, acidez y relación de madurez.

Con la particularidad del cantón Jipijapa que tiene una precipitación anual muy por debajo de los otros cantones y presenta de manera general la ubicación de las accesiones con características físico-químicas de los frutos diferenciadas de los demás. En general se observó la distribución regular en el área de estudio de los grupos o conglomerados de accesiones con características físico-químicas propias que los diferenciaban entre ellos, pero además, dentro de los grupos a individuos con características particulares y deseables.

Es muy interesante el haber observado correlaciones positivas entre algunos de los caracteres estudiados, entre ellas, el número de semilla (NS), peso de semilla (PS) y porcentaje de pulpa (PP) con el peso del fruto (PF); los sólidos solubles totales (SST) con la acidez titulable (AT) y porcentaje de pulpa (PP); la densidad de emergencias del exocarpo con el peso del fruto y el porcentaje de pulpa. Estas respuestas sugieren la necesidad de realizar estudios más profundos que conlleven a describir de mejor manera a este frutal y así lograr su desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila, R.; Pérez, M.; Giménez, A.; Hernández, E. (2012). La guanábana: una materia prima saludable para la industria de alimentos y bebidas. *Revista Digital de Investigación y Postgrado de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"*. Venezuela, 2(2): 134-142.
- Badrie, N.; Schauss, A.G. (2010). Soursop (*Annona muricata* L.): composition, nutritional value, medicinal uses, and toxicology. In: *Bioactive foods in promoting health: fruits and vegetables*. Elsevier Inc, USA, pp 621-643
- Benavides, G.A. (2002). Caracterización numérica del germoplasma de guanábana (*Annona muricata* L) muestreado in situ en el Pacífico y norte de Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Programa de recursos fitogenéticos nicaragüenses, Nicaragua. pp: 9.
- Brito, G.B.; Vásquez, W. (2013). Manual para el Control de Calidad en la Pre y Poscosecha de las Frutas. Documento interno del Departamento de nutrición y Calidad y del Programa Nacional de Fruticultura. INIAP. Quito, Ecuador. 32p.
- Cubero, J.I. (2013). Introducción a la Mejora vegetal. Tercera edición revisada y ampliada. Ediciones Mundi Prensa. ISBN: 978-84-8476-655-1. España. pp: 569.
- FAO (2011). Introduction to the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome. pp: 170.
- Franco, T.L.; Hidalgo, R. (eds.). (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
- Herbst M. C.; D. Litt and B. Cur. (2013). Fact Sheet and position statement on Soursop (*Graviola*)

- Edited by Sue Janse van Rensburg and B. Hons. Cancer Association of South Africa, 6 pp.
- Hernández, V.A. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Agricultura. Revista Biociencias, 2(3): 113-118.
- Lemos, B.J.; Molina, G.; Dionisio, A.; Favio, F.; Wagner, R.; Maróstica, M.; Pástore, G. (2011). Volatile constituents of exotic fruits from Brazil. Food Research International. 44: 1843-1855.
- Love K. and R. Paull. 2011. Soursop. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa. UH-CTAHR F_N-22. 6 pp.
- Miranda, D.; Arce, C.; Gómez, L.; Vasto, D.; Arboney, J.; Bravo, A. (2000). Conozcamos el Cultivo de Guanábana. Cartilla divulgativa. Corpoica regional 6. Caracterización de cultivares de guanábana (*Annona muricata* L.) Guanábana MIC. pp: 252.
- Moreira, M.R.; Uguña, F. (2012). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Memoria Técnica anual 2012 del Programa de Fruticultura, Estación Experimental del Litoral Sur. Proyecto SENESCYT. pp:70.
- Moreira, M.R.; Héctor, E. (2014). Estado actual y perspectivas de desarrollo de la guanábana (*Annona muricata* L.) como cultivo comercial en el Sur de Manabí, Ecuador. Revista Alternativas. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 5(2): 36-42.
- Moreira M.R. (2015). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Memoria Técnica anual 2015 del Programa de Fruticultura, Estación Experimental del Litoral Sur. pp:62.
- Onyechy, U.; Uchena, A.; Vivienne, I.; Kiruka, N.; Eze, P. (2012). Nutrient and Phytochemical, Composition and Sensory evaluation of soursop (*Annona muricata*) Pulp and drink in South eastern Nigeria. International Journal of basic and Applied Sciences. 12 (6): 53-57.
- Padmini S. M.; D. Pushpakumara and R. Samarasekera. 2013. Morphological characterization of Soursop (*Annona muricata* L.) germplasm in Sri Lanka. Tropical Agriculture Research. Vol. 24 (4): 362-374.
- Piña, E.J.; Vences, C.; Gutierrez, M.; Vásquez, L.; Arzate, A. (2010). Caracterización morfológica y molecular de nueve variedades botánicas de *Tigridia pavonia* (L.F.). Agrociencia, México, 44: 147-158.
- Pinto, A.; Cordeiro, M.; Andrade, M.; Ferreira, F.; Filgueira, H.; Alves, R.; Kimpara, D. (2005). Annona species. International Centre for Underutilized Crop. University of Southampton. SO17 IJB. UK. 268 pp.
- Prasasti, N.E.; Sri, T.; Widiastuti, R. (2012). The breast anticancer from leaf extract of *Annona muricata* against cell line in T47D. International Journal of applied Science and technology. 2 (1): 8
- Tacan, M. P. (2007). Caracterización agromorfológica e identificación de zonas potenciales de conservación y producción de guanábana (*Annona muricata*) y chirimoya (*Annona cherimola*) en fincas de agricultores y condiciones *ex situ* en Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Tesis de Postgrado. CATIE. pp: 115.
- Ward, J.H. (1963). Hierarchical grouping to optimize and objective function. Journal of the American Statistical Association (USA) 58: 236-244.

Fecha recibido: 23 de noviembre de 2015.

Fecha aceptado: 24 de abril de 2016.