



Comportamiento morfológico en etapa juvenil de clones injertados y análisis químico de frutos de plantas madre de guanábana (*Annona muricata* L.)

Morphological behavior in the juvenile stage of grafted clones and chemical analysis of fruits of soursop mother plants (*Annona muricata* L.)

Doris Marmolejo Gutarra^{1,*}; Elizabeth Paitan Anticona¹; Glicerio López Orihuela¹; Karina J. Marmolejo Gutarra²; Alejandrina Sotelo-Méndez³

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), Mariscal Castilla 3909, Huancayo 12006, Perú,

² Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Alcides Carrión (UNDAC), La Merced 12856, Perú.

³ Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), La Molina, Lima 12056, Perú.

ORCID de los autores

D. Marmolejo Gutarra: <https://orcid.org/0000-0002-3624-7502>

E. N. Paitan Anticona: <https://orcid.org/0000-0002-1165-1250>

K. J. Marmolejo Gutarra: <https://orcid.org/0000-0003-1996-3969>

A. Sotelo Méndez: <https://orcid.org/0000-0002-6992-4821>

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue caracterizar morfológicamente en la etapa juvenil de los clones provenientes de injertos con multipatrón de guanábano y análisis químico de la pulpa de fruta de las plantas madres de guanábano donadoras de yemas. Se utilizó la lista de descriptores para la guanábana, recomendado por CORPOICA para caracterizar el tallo y hoja de las plantas clonales. Para la caracterización morfológica se utilizó el programa NTSYS versión 2.1 y para el análisis químico de frutos mediante las técnicas no paramétricas de Kruskal Wallis. Las características promedio de pH estuvo entre 4,06 y 3,79, acidez 0,88% y 0,161%, brix 15,57% y 13%. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en cenizas, proteínas, carbohidratos y humedad, pero no así en grasa. La humedad 79,1 % y 0,5% de ceniza del progenitor Lagarto fue más bajo que los demás, pero tuvo mayor contenido de carbohidratos 18,5%. Indalsa 130 mostro mayor contenido de proteínas 2,5% e Indalsa 074 menor 1,3%. Se concluye que existe variabilidad genética en caracteres cualitativos y cuantitativo de tallo y hoja en clones injertados, y se encontraron diferencias en el análisis químico del fruto en plantas progenitoras.

Palabras clave: Plantas madre; clones de multipatrón; caracteres cuantitativos y cualitativos; análisis de pulpa.

ABSTRACT

The objective of the present research work was to characterize morphologically in the juvenile stage of the clones from grafts with soursop multipatrón and to analyze the physicochemical composition of the fruit pulp of bud-donating soursop mother plants. The descriptors list of for soursop, recommended by CORPOICA, was used to characterize the stem and leaf of the clonal plants. The NTSYS version 2.1 program was used for the morphological characterization and for the chemical analysis of fruits using the non-parametric techniques of Kruskal Wallis. The average characteristics of pH were between 4.06 and 3.79, acidity 0.88% and 0.161%, brix 15.57% and 13%. Significant differences ($p < 0.05$) were found in ash, protein, carbohydrates and moisture, but not in fat. The humidity 79.1% and ash 0.5% of the lizard parent's ash was lower than the others, but it had a higher carbohydrate content 18.5%. Indalsa 130 showed higher protein content 2.5% and Indalsa 074 lower 1.3%. It is concluded that there is genetic variability in qualitative and quantitative traits of stem and leaf in grafted clones, and chemical analysis differences were found of the fruit in parent clones.

Keywords: Mother plants; multipattern clones; quantitative and characteristics; pulp analysis.

1. Introducción

La guanábana (*Annona muricata* L.) especie originaria de regiones tropicales de América del Sur, fue utilizada como alimento desde épocas prehispánicas. Tiene importancia en la medicina tradicional desde tiempos inmemoriales como medicina natural por los indígenas americanos (Leiva et al., 2018). Las raíces, frutos y hojas se utilizan para tratar diversas enfermedades como fiebre, dolor, parásitos internos y externos, infecciones bacterianas, hipertensión, inflamación, diabetes, y cáncer. Más de 200 compuestos químicos han sido identificados y aislados de esta planta; siendo los alcaloides más importantes, fenoles y acetogeninas (Coria-Téllez et al., 2018). La pulpa del fruto es muy apreciada debido a su sabor agradable, subácido y aromático; es una mezcla de dulzura y sabor agrio suave, además su consumo aporta potasio, riboflavina y niacina (Babaji & Abu, 2018). La pulpa contiene alcaloides y acetogeninas, siendo una opción como alimento, por los beneficios que aporta a la salud humana, además de que tiene gran potencial para su industrialización y desarrollo de diversos productos alimenticios (Coria-Téllez et al., 2018). La guanábana (*Annona muricata* L.) es una de las frutas con alto contenido vitamínico, además de siete vitaminas contiene minerales como sodio, calcio, magnesio, potasio, fósforo y hierro. En Colombia la guanábana se comercializa en fresco, lo que constituye toda una industria para los fruticultores (León et al., 2016). Existen cuatro tipos de guanábanas que se diferencian por el sabor del fruto, pudiendo ser dulce, semiácido y semidulce, también por el tamaño y forma, las de tamaño medianas y grandes son las preferidas por el mayor contenido de pulpa (Ortiz et al., 2015).

La guanábana es una planta caducifolia, varía de tamaño entre 3 a 11 metros de altura, ramificado en la base, el tronco puede medir hasta 20 cm de diámetro; las hojas de formas variables como elípticas, oblongas, de peciolo cortos, ápice corto agudo, textura coriácea, verde brillante (Veloz, 2019). La fruta cuando ha alcanzado su madurez fisiológica presenta un color brillante y tono mate. Los frutos grandes pesan de 0,9 a 10 kg y un peso promedio de 3 kg.

La caracterización morfológica mediante descriptores, facilita agrupar caracteres por estructura de la planta, permitiendo determinar caracteres discriminantes, a partir de esta información el proceso de mejoramiento genético puede ser dirigido a una estructura específica de la planta, donde las plantas identificadas y

seleccionadas son potenciales parentales para obtener variedades mejoradas para la industria y fruta fresca (Montaña et al., 2020).

Asimismo, la caracterización de la diversidad morfológica de las accesiones proporciona información sobre los caracteres asegurando el máximo uso de la colección de germoplasma con respecto a los caracteres relacionados al tallo, hojas y frutos (Montaña, 2020). Además, la caracterización permite medir la expresión de los caracteres desde el punto de vista morfológico, fisiológico, agronómico, molecular y hasta del contenido químico de los órganos vegetales. Siendo varios de estos caracteres altamente heredable y otros no, como consecuencia de la influencia de factores ambientales (FAO, 2014). La caracterización morfológica mediante la utilización de los descriptores morfológicos específicos para una especie, permite observar que los caracteres cualitativos y/o cuantitativos relacionados con el fruto, seguido por las características de hoja, tallo y finalmente flores, son los más discriminantes en la selección de progenitores (Cruz et al., 2019).

Uno de los causales de la baja productividad, es no contar con plantaciones establecidas de variedades certificadas de buena producción y calidad de frutos. Otros factores, son la falta de programas de mejoramiento genético de la especie y la inexistencia de estudios de las poblaciones naturales que permitan la selección y el aprovechamiento de individuos con características morfoagronómicas y genéticas superiores (Moreira-Macías, 2016). El estudio sobre variabilidad en guanábana cultivada, dio lugar a la identificación de cuatro grupos de árboles con potencial de caracteres de fruto para desarrollo de mercado en fresco e industrial; así como para propagación de la especie (Jiménez-Zurita et al., 2016). Al existir gran variabilidad genética, realizar investigaciones en primer lugar sobre la selección de plantas con caracteres superiores mediante la caracterización morfológica (Terán-Erazo et al., 2019). La evaluación de la diversidad genética de la guanábana es de gran utilidad en la selección de plantas con caracteres deseables para formar poblaciones con alta variabilidad genética y potencial productivo, con frutos de calidad (Barrera-Sanchez, 2018). Lo que, permite seleccionar plantas productoras como plantas madre donadoras de yemas en programas de injertación, a fin de obtener clones injertados con buena producción y frutos de calidad.

En la caracterización morfológica de genotipos de guanábana se observa alta variabilidad en

características como en peso, dimensiones de fruto, propiedades nutraceuticas, cromaticidad y brillo de cáscara, el contenido de azúcares y la acidez de fruto. Esta variabilidad es una buena alternativa para realizar cruzamientos y así obtener por segregación de individuos con mejores características dentro de un programa de mejoramiento genético (Villarreal-Fuentes et al., 2020).

La caracterización fisicoquímica de los frutos de colecciones de guanábana presenta diferencias significativas en el color de cáscara a madurez de consumo, en firmeza de cáscara y relación brix/acidez; con estas diferencias halladas entre accesiones permite seleccionar el material vegetativo de acuerdo a las exigencias del mercado (Nolasco-González et al., 2020).

Las variables de calidad químicas del fruto en las especies frutales constituyen el principal factor de diferenciación entre los genotipos con aptitud para ser liberados como cultivares comerciales (Vit et al., 2014). Con la caracterización química de los frutos se demuestra la diversidad del material genético de la especie, criterio basado en la variabilidad de tamaños, formas; así como también en los atributos químicos entre ellos sólidos solubles, acidez y relación de madurez (Moreira-Macias et al., 2016).

En la selva central del país se viene incrementando las extensiones del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en estos últimos años, principalmente con ecotipos locales que vienen presentando problemas fitosanitarios; siendo de prioridad realizar investigaciones a fin obtener variedades con mayor rendimiento y calidad de los frutos para el acceso a plantas mejoradas por los productores del valle de Chanchamayo. Por ello, el objetivo del presente estudio es caracterizar la morfología del tallo y hojas de los clones injertados en estado juvenil y a la vez realizar el análisis químico de la pulpa de fruta de las plantas madres de guanábano que fueron donadoras de las yemas en el proceso de injertación; para que, en base a dichos análisis poder seleccionar clones injertados en su etapa de producción, aquellos que destaquen en rendimiento y calidad de pulpa del fruto.

2. Material y métodos

El presente trabajo de investigación se ejecutó en la provincia de Chanchamayo a 75 km de Huancayo, a una altitud de 859,56 msnm, latitud sur a 11°03' 00" del Ecuador y a una longitud oeste de 75° 18' 15", a 75 km de Huancayo, durante los meses de diciembre del 2017 a marzo

del 2019, correspondiente a la primera fase de desarrollo de los clones injertados de guanábana. La plantación en campo definitivo se realizó en terrenos de la Estación Experimental de San Ramón de la Universidad Nacional del Centro del Perú, cuando las yemas axilares tenían de 10 a 15 cm de longitud en pozas de 40 cm de ancho x 40 cm de profundidad, se aplicó compost, 1 balde por poso (4 kg) y 200 g de roca fosfórica; en un terreno con pendiente ligero, accesibles para riego y abonamiento. La modalidad de plantación fue de tres bolillos con distanciamientos de 3,5 m x 3,5 m, 4,5 m x 4,5 m dependiendo del terreno (Fernández et al., 2017). En los hoyos se aplicó cal agrícola, 75% de compost de lombricomposta. Los materiales utilizados durante la plantación fueron desinfectados con lejía. En el presente estudio de investigación no se empleó el diseño experimental por ser un trabajo de tipo descriptivo y de análisis químico de la pulpa del fruto de plantas madre.

Material genético en estudio

El material genético está formado por plantones clonales compatibles producto del proceso de injertación en multipatronos con yemas de plantas madres en producción de la empresa Selva Industria S.A., que fueron instalados en los terrenos de la Estación Experimental del Anexo 14 de San Ramón, Chanchamayo de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

En campo se realizó la caracterización morfológica del tallo y hojas de 52 plantones injertados en etapa juvenil (Tabla 1).

Tabla 1

Plantones clonales injertados en estudio en campo definitivo

N°	N° clones	Injertación	N° Plantas clonales
1	AL0008	Annona/Lagarto	6
2	BA0007	Blanca/Acorazonado	1
3	AB0003	Anona/Blanca	8
4	AI01004	Anona/INDALSA 063	5
5	AA0005	Anona/Amarilla	1
6	AH00022	Anona/-Huevo de toro	1
7	AAC0731	Anona/Acorazonado	1
8	BI01033	Blanca/ INDALSA 063	1
9	NI01034	Negra/ INDALSA 063	1
10	NI02035	Negra/ INDALSA 130	5
11	AI02037	Amarilla/INDALSA130	1
12	AI02012	Amarilla/ INDALSA 063	1
13	BC00138	Blanca/Lagarto	2
14	NC00140	Negra/ Lagarto	3
15	AC00147	Amarillo/Lagarto	1
16	A1N0146	Amarillo/INDALSA 074	1
17	AI02044	Amarillo/INDALSA063	2
18	AP00148	Amarilla/Pangoa	2
19	FBA009	Blanca	1
20	FAS01	<i>Annona squamosa</i>	6
21	FEA010	Amarilla	1
Total			52

Disposición experimental

Características del experimento en campo definitivo: N° de plantas 52, N° de lotes 01, N° tratamientos 21, longitud 28,0 m, ancho 36,0 m y área de 1000,8 m²

Caracterización morfológica de tallo y hojas de los clones en etapa juvenil

Se utilizó la "Lista de los descriptores" recomendados por CORPOICA donde se consideró el descriptor ramificación del tallo principal y sus estados en número de ramas; los descriptores de la hoja cada uno con sus estados correspondientes (Figura 1).


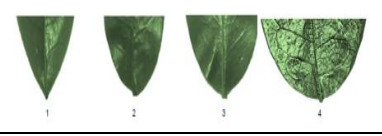


Ramificación del tallo principal: 1. Una rama 2. Dos ramas 3. Tres a más ramas	
HOJA	
Forma del limbo: 1. Ovada 2. Elíptica 3. Obovada 4. Lanceolada	
Forma de la base: 1. Aguda 2. Intermedio 3. Obtusa 4. Redondeada	
Borde del limbo: 1. Entera 2. Sinuado 3. Ondulado	
Ondulación de la hoja: 1. Plana 2. Ligeramente ondulada 3. Ondulada	

Figura 1. Descriptor del tallo principal y de la hoja; cada descriptor presenta sus estados correspondientes.

Análisis de la pulpa de frutos de las plantas progenitoras

El análisis químico proximal de la pulpa de los frutos de las plantas madres donadoras de yemas, fueron analizados en el Laboratorio de Análisis Bromatológico de la UNALM. Se usó el método AOAC para Cenizas, energía total por cálculo MS-INN según Collazos (1993), kcal provenientes de grasa por cálculo según Collazos (1993), proteína AOAC 935.39, pH Edición 2016; carbohidratos por diferencia según Collazos (1993), porcentaje de kilocalorías provenientes de carbohidratos por

cálculo MS-INN (Collazos, 1993), porcentaje de kilocalorías proveniente de proteínas por cálculo según Collazos (1993); grasa por la AOAC 935.39, PH Edición 2016 y humedad NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011).

Análisis estadístico

El procesamiento de los datos de la caracterización de tallo y hojas fue mediante al análisis multivariado NTSYs vs 2.1 (Numerical Taxonomy System of Multivariate Statistical Programs). Se aplicó la estandarización de datos, para la construcción de las matrices de similitud, respecto a cada par posible de colecciones o unidades taxonómicas operativas (OTUs) de la matriz básica (se aplicó el Coeficiente de Distancia, Distancia Promedio Taxonómica, Euclidiana Promedio). Para el análisis estadístico de los resultados del análisis químico proximal, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis con el programa SPSS.

4. Resultados y discusión

Caracterización morfológica cualitativa de los clones injertados de tallo y hoja, en campo definitivo

La formación de grupos a un coeficiente de similitud se muestra en el dendograma (Figura 1). En la Figura 1 el dendograma formada por tres grupos a un coeficiente de similitud de 0,60 en características cualitativas de tallo y hoja, en plantas de 1,5 y 2 años de edad. **El primer grupo** con 8 clones (FAS01, AB00027, AL00025, BI01033, AC00147, APNO150, NI02035 y FAS02) en base a seis caracteres de hoja, el 88% tiene forma de ápice caudado, base de hoja el 62,5% obtusa, el 88%, en forma del limbo lanceolada, forma del ápice el 100% caudado, borde del limbo el 50% entera, ondulación de la hoja 63% es entera. **Segundo grupo** formado el *Sub grupo 1* con 12 clones, donde 10 clones (FAS03, FAS04, FAS05, FAS05, AI01020, AI01017, AB00030, AB00028, AL00023 y AL00024) en caracteres de hoja, en forma de limbo el 100% es lanceolada, forma de la base el 100% es obtusa, forma del ápice 100% es agudo, borde del limbo el 100% es sinuado y ondulación de hoja el 50% es ligeramente ondulado y el 50% plana; los 2 clones restantes (AL01018 y AAC0045) se diferencian en hoja, en forma de limbo es lanceolado, forma de la base es intermedio, forma del ápice es aguda, borde del limbo es sinuado y ondulación de la hoja plana.

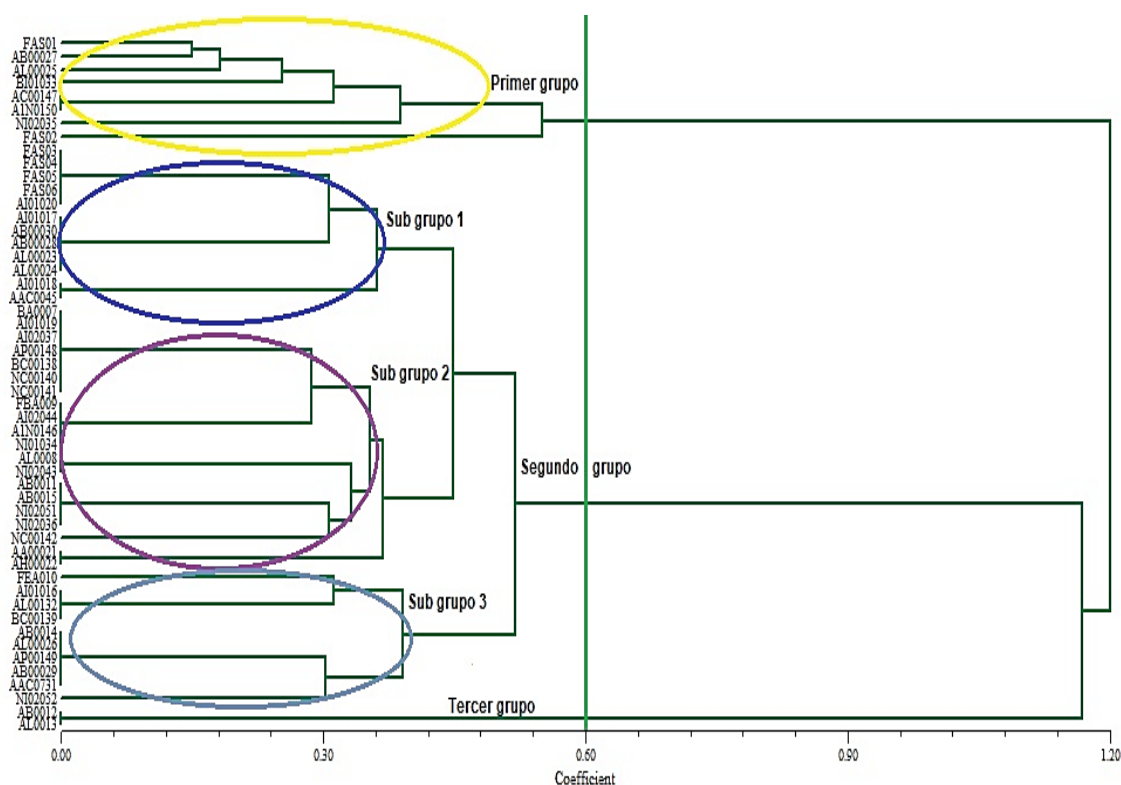


Figura 1: Dendrograma de semejanza que agrupa 52 plantas clonales injertadas de acuerdo a seis características cualitativas de hoja.

Sub grupo 2, formado por 9 clones (AL0008, NI02043, AB0011, AB0015, NI02051, NI02036, NC00142, AA00021 y AH00022) en similitud en caracteres de hoja, en forma de limbo el 100% es lanceolado, forma de la base el 78% es obtusa y 22% es intermedio, forma del ápice el 100% es intermedio, forma del limbo el 89% entera, ondulación de la hoja el 78% plana y el 12% es ligeramente ondulado. *Sub grupo 3* formado por 10 clones (FEA010, AI01016, AL00132, BC00139, AB0014, AL0026, AP00149, AB00029, AAC0731 y NI02052) en caracteres de hoja, la forma del limbo el 100% es lanceolado, forma de la base el 70% es aguda, forma del ápice el 100% es aguda, borde del limbo el 90% entera y ondulación de la hoja el 60% es plana. **Tercer grupo** formado por 2 clones (AB0012 y AI0013) son idénticos en caracteres de hoja, forma de limbo el 100% ovada, forma de la base el 100% aguda, forma del ápice el 100% es aguda, borde del limbo 100% es entera y ondulación de la hoja el 100% es plana. [Leiva et al. \(2018\)](#) indican que, las variables morfológicas del tallo, hojas y frutos en general son de gran importancia en el reconocimiento de las especies caracterizadas; además, permite discriminar de manera efectiva mediante diferencia o similitud existente entre clones en estudio.

Caracterización morfológica cuantitativa de los clones injertadas de tallo y hoja, en campo definitivo

La formación de grupos a un coeficiente de similitud según sus características cuantitativas se muestra en el dendrograma ([Figura 2](#)). Se observa formación de grupos a un coeficiente de similitud de 1,97 en base a características cuantitativas evaluadas en tallo y hoja, se observa la formación de tres grupos en plantas de 1,5 y 2 años. El clon FAS01 por las características que presentó en ancho y longitud de la hoja, altura de planta número de sierpes, fue planta única en el dendrograma. **El primer grupo** conformado por los clones FAS02 y FAS03 que presentan caracteres semejantes en altura de planta con 3,0 y 3,10 m y en número de sierpes \leq de 5 chupones. **El segundo grupo** formado por 2 sub grupos: *el sub grupo 1*, formado con 21 clones (FAS04, FAS05, FAS06, AL0008, AA00021, AL00024, FEA010FE, A101020, AL00023, FBE09, AIN0150, AC00147, AH00022, AB00028, AB00030, AI01019, AI01033, AAC0045, AI02037, BC00138 y AI01017) los cuales presentan similitud en cuatro caracteres, así, en N° de sierpes, el 80% es \leq de 5 chupones, en altura de planta el 67% tiene 2 m y el 33% 1 m de altura, en longitud de hojas el 81% tiene de 12 a 17 cm, en ancho de hojas el 57% presenta de 4 a 5 cm.

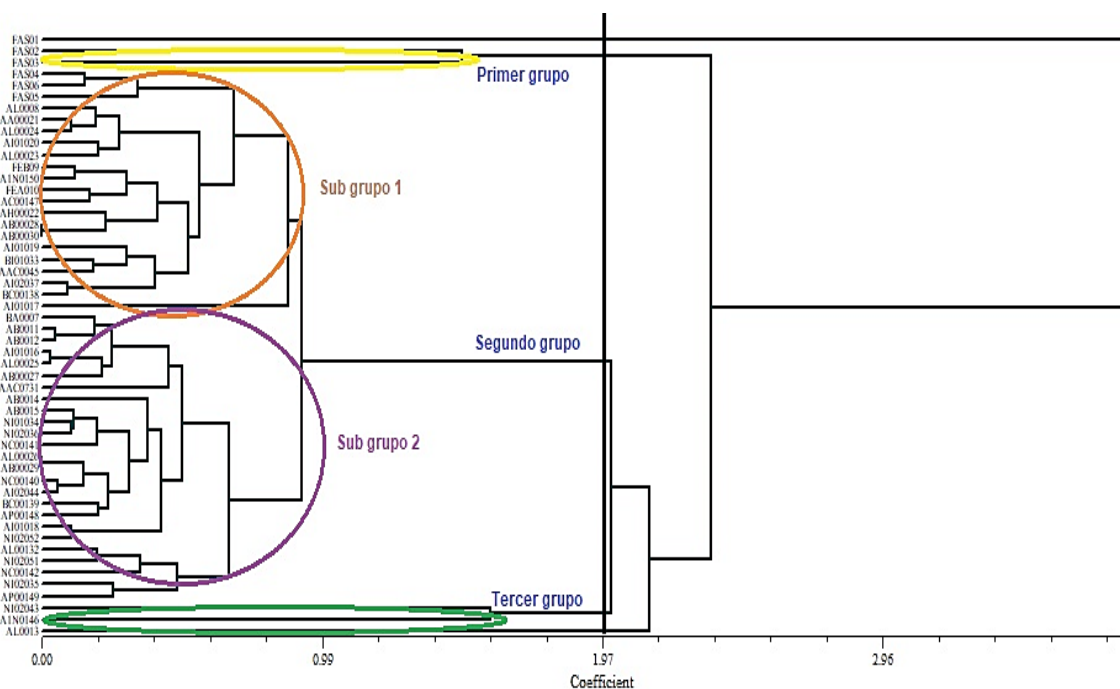


Figura 2. Dendrograma de semejanza que agrupa a 52 clones injertadas de *Annona muricata* L. de acuerdo a siete caracteres cuantitativos de tallo y hojas, en Selva Central.

El sub grupo 2, que agrupa por semejanza a 25 clones (BA0007, AB0011, AB0012, AI01016, AL00025, AB00027, AB00030, AB0014, AB0015, NI01034, NI02036, NC00141, AL00026, AB00029, NC00140, AI02044, BC00139, AP00148, AI01018, AI02052, AL00132, NI02051, NC00142, NI02035 y AP00149) en base a cinco caracteres, donde para N° de sierpes el 56% presentan \leq de 5 chupones, en altura de plantas el 60% presentan de 0,80 a 1,40 m y el 40% de 1,50 a 1,95 m de altura, en ancho de hoja el 72% tienen de 3,2 a 4,9 cm y el 28 % de 5,0 a 6,1 cm, en longitud de hojas el 60% tienen de 11 a 14 cm y el 40% de 8 a 10 cm. El tercer grupo, formado por 2 clones (NI02043 y AIN046) en base a cuatro caracteres, en N° de sierpes el 100% presentan \leq de 5 chupones, en altura de plantas oscila de 0,70 a 1,5 m de altura, en ancho de hojas varía entre 9,8 a 14,5 cm y para longitud de hojas varía entre 3,4 a 14,2 cm. El último clon AL0013 es único en el dendrograma de acuerdo a los caracteres en estudio.

Cruz et al. (2019) reportan que en los programas de mejoramiento genético de frutales se hace más eficiente la obtención de nuevos materiales genéticos al tener una población básica bien caracterizada; por lo cual, el uso de descriptores morfológicos apropiados permitirá mejorar los procesos de selección y hacer un acercamiento al conocimiento de la base genética de las características de importancia agronómica.

Caracterización morfológica de plantas madre donadoras de yemas

Se observan 2 grupos y 2 ecotipos independientes, un coeficiente de similitud de 0,37 para 7 características cualitativas de tallo y hoja (Figura 3). Los clones independientes fueron INDALSALA01 y INDALSA06302, las cuales son similares con 2 ramificaciones del troco, número de sierpes ($>$ 5 chupones), forma de la base (obtusa), forma del ápice (caudada), borde del limbo (sinuado) y ondulación de la hoja (ligeramente ondeado), y se diferencian ambos solo en forma del limbo (el primer clon la forma lanceolada y el segundo la forma elíptica). Primer grupo formado por 4 clones (INDALSA07403, INDALSAAM06, INDALSA13004 y INDALSANE05), los cuales presentan el 100% en ramificación del tronco con 2 ramas, número de sierpes el 50% con \leq de 5 chupones y el 50% con $>$ de 5 chupones, forma de limbo el 100% lanceolada, forma de la base de la hoja el 100% es obtusa, forma del ápice el 100% es aguda. Borde del limbo el 100% sinuado y ondulación de la hoja el 100% ligeramente lanceolada. Segundo grupo formado por 2 clones (MARNBL07, FSJLM08) similares en las siguientes características: ramificación del tronco (3 a más ramas), número de sierpes ($>$ a 5 chupones,) forma del limbo (lanceolada), forma de la base de la hoja (obtusa), forma del ápice (aguda), borde del limbo (sinuado) y ondulación de hoja (ligeramente ondulado).

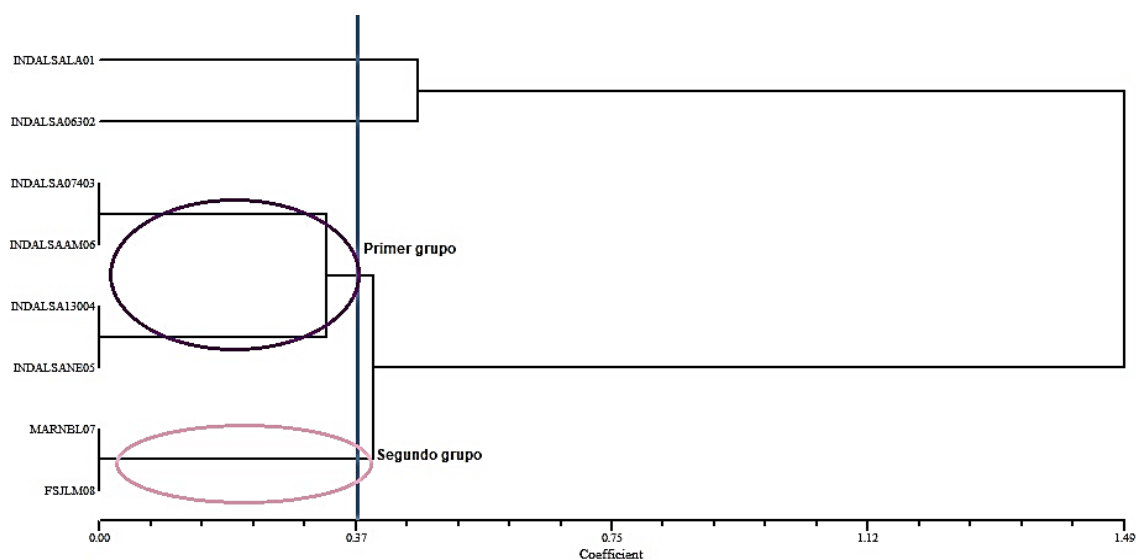


Figura 3: Dendrograma de semejanza que agrupa a 8 plantas madre de ecotipos de *Annona muricata* L. de acuerdo a siete caracteres cualitativos de tallo y hojas, en Selva Central.

Hernández et al. (2017) encontraron que la variación fenotípica mostrada en las plantaciones de guanábana, permite llevar a cabo la selección de genotipos sobresalientes, separando plantas con características agronómicas favorables de frutos y color distintivo de la cáscara, pudiendo ser utilizado en trabajos de mejoramiento genético y prácticas culturales en guanábana a fin de elevar la producción de frutos por árbol.

Caracterización morfológica cuantitativa de plantas madre de hoja, fruto y rendimiento por plantas

Las características cuantitativas de hoja, fruto y rendimiento por planta se pueden ver en el dendrograma (Figura 4). Se observan tres grupos

principales, a un coeficiente de similitud de 0,07 para 5 características cuantitativas de hoja, frutos y rendimiento de frutos por planta. **El primer grupo** formado por 2 ecotipos (INDALSALA01 e INDALSA06302) que presentan caracteres semejantes en longitud de hoja oscilando entre 16,7 a 17,5 cm, ancho de la hoja entre 9,6 a 10,0 cm, altura de plantas 4,5 m, número de frutos de 15 a 20 por árbol y rendimiento de 21 a 28 t/ha⁻¹. **Segundo grupo** formado por 4 clones (INDALSA07403, INDALSA13004, INDALSAAM06 y MARNBL07) con caracteres similares en longitud de hojas entre 17,46 a 19,68 cm, ancho de hoja entre 7,56 a 8,76 cm, altura de plantas entre 4,5 a 5,1 m, número de frutos de 18 a 20 frutos y rendimiento de 21 a 28 t/ha⁻¹ en plantaciones con tecnología media en plantas de cinco y seis años de edad.

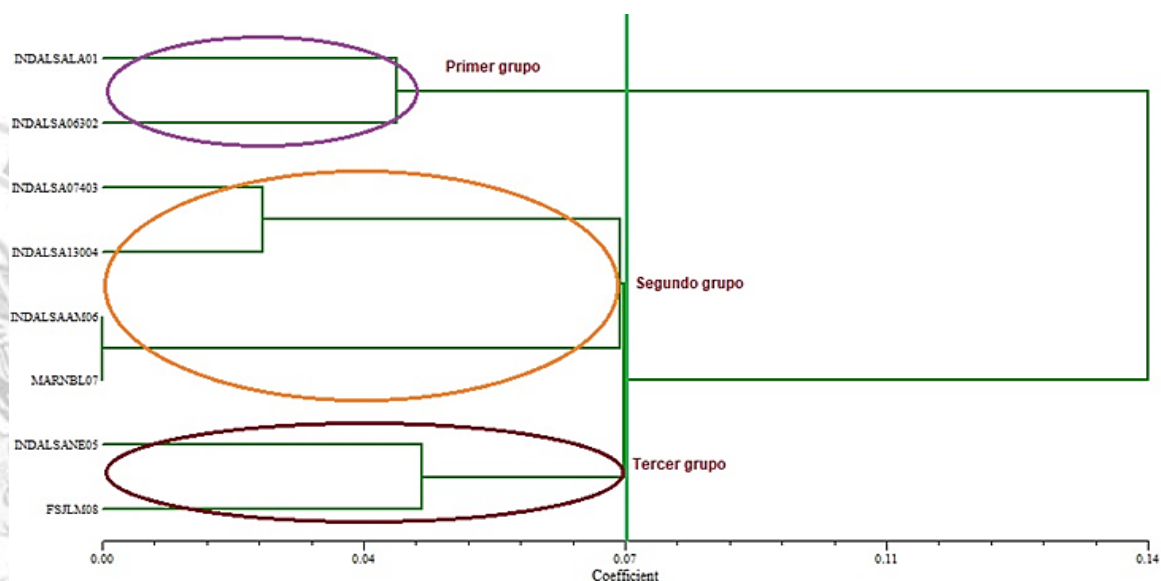


Figura 4: Dendrograma de semejanza que agrupa a 8 plantas madre de ecotipos de *Annona muricata* L. de acuerdo a cinco caracteres cuantitativos de hoja, fruto y rendimiento por planta en Selva Central.

Tercer grupo formado por dos clones (INDALSANE05 y FSILM08) ambos progenitores son similares en longitud de hojas que varía entre 17,46 a 19,24 cm, ancho de hojas de 7,56 a 7,62 cm, altura de plantas de 5,0 a 5,2 m a los dos años de desarrollo, al tercer año alcanzará mayor altura, entre 4 a 8 metros; número de frutos de 15 a 18 frutos/ árbol y en rendimiento de 20 a 30 t/ha⁻¹ en rendimiento comparado con el promedio nacional de 7,40 t/ha reportado por CITE Agroindustrial (2018). El largo y ancho de hoja superior a lo reportado por Barahona (2013), que reporta de 5 a 15 cm de largo por 2 a 6 cm de ancho. En Costa Rica muestran longitudes del limbo que oscilan entre 11,6 a 13,5 cm, superando lo reportado en el presente trabajo de investigación. Hernández et al. (2017) reportan que, el comportamiento productivo de la guanábana se inicia a partir de los 2,5 a 3 años tanto en árboles de pie franco como en los injertos, el mayor rendimiento del injerto se logra en los primeros 3, 4, 5 y 6 años, posteriormente se observa una reducción en la cosecha.

Incidencia y severidad de patógenos

Se realizó la evaluación de resistencia de plantas clonales injertadas a la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) (Tabla 2).

Tabla 2

Reacción de clones injertados a antracnosis (*Colletotrichum* spp.)

Clave clones injertados	Porcentaje de severidad	Clave Multipatrón	Porcentaje de severidad
32	5,2	51	2,00
23	5,2	43	1,9
14	5,00	34	1,9
5	13,0	25	2,00
49	1,9	16	2,00
30	5,2	7	2,00
21	13,0	47	2,00
12	1,9	37	1,9
4	13,00	28	2,00
52	1,9	19	1,9
42	2,00	10	2,00
33	1,9	2	2,00
24	2,00	50	1,9
15	2,00	44	2,00
6	13,00	35	1,9
48	1,9	26	2,00
38	1,9	17	1,9
29	5,00	8	2,00
20	2,00	46	1,9
11	2,00	36	1,9
3	13,00	27	2,00
6	2,00	18	2,00
13	2,00	9	2,00
16	2,00	1	13,00

Bajo condiciones favorables de precipitación semanal fluctuante entre 20 mm hasta más de 70 mm y temperatura mínima de 20 °C y una máxima de 30 °C que se considera favorable para el desarrollo de la antracnosis del guanábano. Se observaron las reacciones de severidad de la antracnosis del guanábano de 1,9% hasta 13% en los clones injertados en evaluación. Se considera susceptibles a la enfermedad en la mayoría de los clones, no obstante de los 52 clones injertados en los cuales la severidad alcanza 1,9%; para las condiciones experimentales se califican como resistentes.

Características químicas en plantas progenitoras donadoras de yemas

En la Tabla 3 se muestra el análisis químico de la pulpa de los frutos de las plantas progenitoras de guanábana (*Anona muricata* L.).

Tabla 3

Características químicas de pulpa de progenitores de guanábana

	Indalsa 074	Indalsa 063	Indalsa 130	Lagarto
pH	4,06±0,02	3,93±0,01	3,8±0,01	3,79±0,01
Grados Brix	14,5±0,01	14,1±0,01	15,57±0,01	13±0,01
Acidez (% Ac. cítrico)	0,17±0,02	0,161±0,01	0,88±0,02	0,64±0,02

Acidez titulable

Los valores de acidez del progenitor Indalsa 130 es similar a lo reportado por León et al. (2016) (0,87%) y cercano a Lagarto, pero Indalsa 074 e Indalsa 063 están muy por debajo. Sin embargo, los valores de acidez reportada por Ramírez et al. (2012) se encuentran dentro de lo hallado en Lagarto y Indalsa 130, no así con Indalsa 074 y 063 que están muy por debajo. La acidez mínima reportada por Jiménez et al. (2016) se acercan más a la acidez hallada de Indalsa 074 y 063.

pH

Tecnológicamente el pH es de gran importancia toda vez que restringe el crecimiento de microorganismos y la actividad enzimática oscureciendo la pulpa. El pH de todos los progenitores de guanábanas estudiados fueron ácidos. El pH de Indalsa 074 y 063 se encuentran cercanos a 3,9 hallados por León et al. (2016), mientras Lagarto y 130 tienen menor pH. Sin embargo, todos los valores de pH hallados se encuentran dentro de los valores reportados por Jiménez et al (2016), aunque mayores a 3,7 reportados por Ramírez & Pacheco (2011).

Brix

Los grados brix hallados en Indalsa 074 y 063 son similares a 14,1 reportados por León et al. (2016), mientras que Indalsa 130 es mayor y Lagarto menor. Los grados brix de guanábana varían debido a los días transcurridos después de la cosecha, donde tres días después de cosecharse los frutos, alcanzan valores entre 10 y 16 brix como señala Paúl & Duarte (2011).

Análisis químico proximal de la pulpa del fruto de las plantas progenitoras donadoras de yemas

En la tabla 4 se tienen los resultados del análisis proximal de la pulpa de guanábana de los progenitores, encontrándose diferencias significativas en humedad, proteínas, cenizas y carbohidratos.

Humedad

El porcentaje de humedad presente en las pulpas de *A. muricata* L. son altas, mostrando jugosidad en la pulpa. Los valores reportados por Ramírez et al. (2012) de 84% son iguales a Indalsa 130, menor a Indalsa 074 y 063, pero mayor a Lagarto. Sin embargo, los valores dados por León et al. (2016) son menores a los hallados. En tanto, el contenido de agua de las frutas estará en función a los factores climáticos, así como a las condiciones de cultivo (Medina & Pagano, 2006).

Proteínas

Se halló mayor contenido de proteínas en Indalsa 130 y menor en Indalsa 074, estos valores se encuentran por encima de 1,02 reportado por Caballero & Paredes (2017); pero por debajo de 4,9 hallado por Ramírez & Pacheco (2011). Sin embargo 1,49 reportado por León et al. (2016) esta bastante cercano a Indalsa 074 y 0,60, aunque por debajo de Lagarto e Indalsa 130.

Carbohidratos

Los carbohidratos se encuentran cercanos a lo reportado por Vit et al. (2014), aunque Lagarto supera este valor, contiene más carbohidrato que todos los demás. León et al. (2016) reportaron 16,12% de carbohidratos, este valor se encuentra cercano a 18,5% hallado en Lagarto, pero es mayor que Indalsa 074, 063 y 130.

Grasa

No se encontró contenidos de grasa en las pulpas de los cuatro progenitores, esto difiere del 0,2 que reportaron Caballero & Paredes (2017), León et al. (2016).

Ceniza

El contenido de cenizas más alto tuvo el ecotipo Indalsa 074 y el menor el Lagarto. Estos resultados se encuentran cercano a 0,73 g reportado por Brack (1999), pero según lo reportado por Vit et al. (2014) el contenido de ceniza hallado en el presente estudio fue mayor. León et al. (2016) halló 0,7 g igual a los encontrados en Indalsa 063 y 130, aunque mayor a Lagarto y menor a Indalsa 074.

Tabla 4

Análisis químico proximal de pulpa de progenitores de guanábana

	Indalsa 074	Indalsa 063	Indalsa 130	Lagarto
Cenizas (mg/100 g de muestra)	1±0,02 ^a	0,7±0,01 ^b	0,7±0,01 ^b	0,5±0,02 ^c
Proteínas (g/100 g muestra)	1,3±0,1 ^c	1,5±0,1 ^c	2,8±0,02 ^a	1,9±0,02 ^b
Carbohidratos	9 ±0,7 ^c	7,6±0,6 ^d	11,9±0,7 ^b	18,5±0,8 ^a
Grasas (g/100 g de muestra)	0	0	0	0
Humedad	87,8±0,10 ^b	90,2±0,11 ^a	84,6±0,1 ^c	79,1±0,1 ^d

a, b: Letras diferentes dentro de una misma fila, indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

4. Conclusiones

Los clones injertados de 1,5 a 2 años de vida presentan variabilidad genética en caracteres cualitativos y cuantitativos en etapa juvenil; por lo tanto, la variabilidad genética existente en los clones injertados en el futuro contribuiría con el mejoramiento de la guanábana. Por otra parte, las plantas madre donadoras de yemas en el injerto presentan variabilidad genética con respecto a la caracterización morfológica de planta y fruto, presentando de 20 a 30 kg/planta/año, en contenido de proteína tiene en promedio 1,88 g superando a las plantas francas del productor que presenta 0,6 g. En consecuencia, los caracteres morfológicos de los clones injertados y el análisis químico de pulpa de plantas madre permite la selección por rendimiento y calidad de fruto en etapa de producción al quinto y sexto año de plantas élites con buen potencial productivo.

Agradecimientos

El presente trabajo fue realizado conjuntamente con los profesionales de la Universidad Nacional Alcides Carrión, Universidad nacional Agraria La Molina y la Universidad Nacional del Centro del Perú, en el marco del proyecto colección núcleo del germoplasma de guanábana de selva central del Perú.

Referencias bibliográficas

- Babaji, S. S., & Abu, M. F. (2018). Soursop. In: Rodrigues, S., Silva, E., & de Brito, E. (Eds.), *Exotic Fruits. Reference Guide* (pp. 391-395). Oxford, UK: Elsevier-Academic Press.
- Barahona, V. (2013). Evaluación de la actividad antioxidante y valor nutracéutico de las hojas y frutos de la guanábana (*Annona muricata* L.). UDCTFC; 560032.
- Barrera-Sanchez, C. F., López, B. E., Teodoro, P. E., Del Pilar-García, A., De Azevedo-Peixoto, L., Aparecida-Silva, L., & López-Bhering, L. (2018). Diversidad genética entre genotipos de guanábana basada en la producción de frutos. *Revista de biociencia*, 34(1), 122-128.
- Brack, E. A. (1999). *Diccionario Enciclopédico de Plantas Útiles del Perú. Centro. Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas – CBC – PNUD. Cusco.* p 550
- Caballero, E., & Paredes, L. (2017). Formulación y evaluación de néctar a base de guanábana (*Annona muricata* L.) y quinua (*Chenopodium quinoa*) edulcorada con estevia (*Stevia rebaudiana*). [Tesis pre-grado]. Universidad Nacional del Santa. Chimbote. Perú.
- CITE agroindustrial. (2018). Reporte de cultivo de fruta en el Perú. Informe de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva, CITE agroindustrial Ica, Perú. 52 pp.
- Collazos, C. (1993). La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú. (6.a ed.). Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Nutrición.
- Coria-Téllez, A. V., Montalvo-González, E., Yahia, E. M., & Obledo-Vásquez, E. N. (2018). *Annona muricata*: A comprehensive review on its traditional medicinal uses, phytochemicals, pharmacological activities, mechanisms of action and toxicity *Arabian Journal of Chemistry*, 11(5), 662-691.
- Cruz, M. A., Rodríguez, F., & Morillo, C. (2019). Caracterización morfológica del lulo (*Solanum quitoense* Lam) en el municipio de Pachavita, Boyacá. *Acta Biológica Colombiana*, 24, 291-298.
- FAO- Food and Agriculture Organization. (2014). Bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/in-action/agrociencias/detail/en/c/497072/>
- Fernández, V., B. Sulvarán, G., Ojeda de Rodríguez, R. Nava, J. Delgado, J., & Peña, M. (2017). Contenido Mineral de la guanábana (*Annona Muricata* L.) cultivada en el occidente de Venezuela. Universidad de Zulia, Maracaibo. En: *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 41(1), 86-95.
- Hernández, F. N., Nolasco, G. Y., & Cruz, G. (2017). Selección y caracterización de guanábana y recomendaciones para su manejo agronómico. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México.
- Jiménez, J., Balois, R., Tejakal, I., Juárez, P., Sumaya, M., & Bello, J. (2016). Caracterización de frutos de guanábana (*Annona muricata* L.) en Tepic, Nayarit, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(6), 1261-1270.
- Leiva, S., Gayoso, D., & Chang, L. (2018). *Annona muricata* L. guanábana (*Annonaceae*), una fruta utilizada como alimento en el Perú prehispánico. *Arnaldo*, 25(1), 127-140.
- León, G., Granados, C., & Osorio, M. (2016). Caracterización de la pulpa de *Annona muricata* L. cultivada en el norte del departamento de Bolívar - Colombia. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 21(4), 1-9.
- Medina, M., & Pagano, F. (2006). Caracterización de la pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) tipo "Criolla Roja". *Rev. Fac. Agron.*, 20, 72-86.
- Montaña, G., Rodríguez, R., Jaramillo, B., Villamil, C., & Valencia, M. (2020). Caracterización morfológica de 160 accesiones de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) del banco de germoplasma de Colombia. *Ciencia y Agricultura*, 17(3), 63-67.
- Moreira-Macias, R., Héctor-Ardisana, E., Uguña-Romero, F., Franco-Flores, F., & Rodríguez-Alfonso, D. (2016). Variabilidad físico-química frutos de guanábana (*Annona muricata* L.) de una población in situ del sur de Manabí, Ecuador. *Agrotecnia de Cuba*, 40(1), 34-46.
- Nolasco-González, Y., Hernández-Fuentes, M., & Montalvo, E. (2020). Caracterización morfológica y fisicoquímica de frutos de accesiones de guanábanas seleccionadas en Nayarit. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 23, 223-237.
- Ortiz, L. J., Hernández, F. L., Manzanilla, R. M., & Molina, O. J. (2015). Caracterización morfométrica de germoplasma de guanábana (*Annona muricata* L.) cultivada en Tecmán, Colima, México. *Anonáceas. Plantas antiguas. Parte 2. Universidad Autónoma de Chapingo.* Pp. 131.
- Paúl, R. E., & Duarte, O. (2011). *Tropical fruits. Volume 2.* CABI Publishing Oxfordshire, UK. 371. Reino Unido: CABI.
- Ramírez, R., Arenas, L., Acosta, K., Yamarte, M., & Sandoval, L. (2012). Efecto del escaldado sobre la calidad nutricional de pulpa de guanábana (*Annona muricata* L.). *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*, 13(1), 48-57.
- Ramírez, A., & Pacheco, E. (2011). Composición química y compuestos bioactivos presentes en pulpas de piña, guayaba *Interciencia*, 36(1), 71-75.
- Terán-Erazo, B., Alia-Tejacal, I., Balois-Morales, R., Juárez-López, P., Pérez-Añas, G., & Núñez-Colín, C. (2019). Caracterización física, química y morfológica de frutas de guanábana (*Annona muricata* L.). *Agrociencia*, 53(7), 1013-1027.
- Vit, P., De Santiago, B., & Pérez, E. (2014). Composición química y actividad antioxidante de pulpa, hoja y semilla de guanábana *Annona muricata* L. *Interciencia*, 39(5), 350-353.
- Veloz, D. (2019). Evaluación del efecto de dos tipos de cera en la conservación de guanábana *Annona muricata* L. a dos temperaturas de almacenamiento. [Tesis de título de Ingeniero Agrónomo]. Facultad de Ciencias Agrícolas, carrera de Ingeniería Agronómica. Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador. 98 pp.
- Villarreal- Fuentes, Alia-Tejacal, Hernández- Salvador, Hernández-Ortiz, Marroquín-Agreda, Núñez-Colín, & Campos-Rojas. (2020). In situ characterization of soursop (*Annona muricata* L.) in the Soconusco region, Chiapas, Mexico. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 26(3), 189-205.

