



CUALIDADES MORFOLÓGICAS DE FRUTOS DE TRES ESPECIES DE *Bromelia* (BROMELIACEAE)

MORPHOLOGICAL QUALITIES OF FRUITS OF THREE SPECIES OF *Bromelia* (BROMELIACEAE)

Adelaido Rafael Rojas-García y María de los Ángeles Maldonado-Peralta*

Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, Cuajinicuilapa, Guerrero, México.

*Autor de correspondencia (mmaldonado@uagro.mx)

RESUMEN

En el trópico seco de México existen especies nativas con potencial para generar productos innovadores, pero poco se han estudiado. Con el objetivo de evaluar las características morfológicas en los frutos de tres especies de piñuelas silvestres, *Bromelia palmeri*, *B. pinguin* L. y *B. karatas* (Bromeliaceae) cosechados en la región de la Costa Chica de Guerrero, México, se realizó el presente estudio en Cuajinicuilapa, Guerrero, México durante enero-abril de 2020. Racimos de 10 plantas fueron recolectados al azar, de los cuales se seleccionaron cuatro repeticiones de 100 frutos. Se determinó el peso del racimo y por fruto, peso y color de cáscara, pulpa y semillas, se contaron los frutos por planta, se midió el diámetro polar y ecuatorial del fruto y semilla y se registró la forma. Se obtuvieron medidas de tendencia central con el paquete estadístico SAS. *Bromelia palmeri* presentó frutos que pesaron 22.12 g, unidos con un pedicelo al escapo floral, color amarillo claro:anaranjado, midieron 5.43 y 3.11 cm de diámetro polar y longitudinal, de forma alargada, con 38.20 semillas que pesaron 1.56 g. *Bromelia pinguin* L. tiene frutos de 12.72 g, color amarillo claro, diámetro polar y ecuatorial de 2.99 y 2.77 cm, respectivamente, forma redonda, con 33.6 semillas, mientras que los frutos de *B. karatas* pesaron 19.66 g, midieron 7.01 y 2.42 cm de longitud y ancho, respectivamente, son de color rosa:rojo púrpura, crecen insertados en el ápice del tallo y presentaron 49.94 % de pulpa, considerados los de mejor calidad. Las tres especies presentaron frutos con epicarpio fibroso, unido a tres lóculos de mesocarpio blanco, viscoso y jugoso; las semillas dispuestas en hilera longitudinal, con peso promedio de 0.04 g, son ovaladas, redondas, de color café a negro y embrión blanco. Los frutos de las tres especies de bromelias tienen calidad potencial para consumo, pero requieren de mayor investigación.

Palabras clave: *Bromelia palmeri*, *B. pinguin* L., *B. karatas*, calidad, descripción morfológica.

SUMMARY

In the dry tropics of Mexico there are native species with potential to generate innovative products, but little have been studied. With the aim of evaluating the morphological characteristics in fruits of three species of wild piñuelas, *Bromelia palmeri*, *B. pinguin* L. and *B. karatas* (Bromeliaceae) harvested in the Costa Chica region, Guerrero, Mexico, the study was carried out in Cuajinicuilapa, Guerrero México, during January-April 2020. Clusters from 10 plants were randomly collected from which four replications of 100 fruits were selected. The weight of the cluster, the weight per fruit, weight and color of peel, pulp and seeds were determined, the fruits per plant were

counted, the polar and equatorial diameter of the fruit and seed was measured and the shape was recorded. Central tendency measures were obtained with the SAS statistical package. *Bromelia palmeri* presented fruits that weighed 22.12 g, attached with a pedicel to the floral scape, light yellow in color, they measured 5.43 and 3.11 cm of polar and longitudinal diameter, they have elongated shape, with 38.20 seeds that weighed 1.56 g. *Bromelia pinguin* has fruits of 12.72 g, light yellow color, polar and equatorial diameter of 2.99 and 2.77 cm, respectively, round shape, with 33.6 seeds, while the fruits of *B. karatas* weighed 19.66 g, measured 7.01 and 2.42 cm in length and width, respectively, they are pink:purple red, grow inserted in the apex of the stem and presented 49.94 % of pulp, considered the best quality. The three species had fruits with fibrous epicarp, joined to three locules of white, viscous and juicy mesocarp; the seeds arranged in a longitudinal row, with an average weight of 0.04 g, they are oval, round, brown to black color and white embryo. The fruits of the three bromeliad species have potential quality for consumption, but require additional research.

Index words: *Bromelia palmeri*, *B. pinguin* L., *B. karatas* morphological description, quality.

INTRODUCCIÓN

Los bosques de la selva baja caducifolia de México son el hábitat de muchas especies vegetales silvestres, nativas, de las cuales se tiene poco conocimiento (SEMARNAT, 2015); éstas son alimento para animales y recolectados por los habitantes para su consumo o venta local (Hornung-Leoni, 2011). Actualmente, un volumen alto de germoplasma nativo no se aprovecha debido al desconocimiento existente, y son especies que tienen usos potenciales (Montes *et al.*, 2014).

En Latinoamérica, la mayoría de las especies de la familia Bromeliaceae se desarrolla en forma silvestre; en México han empezado a tomar interés por algunos investigadores (Osorio *et al.*, 2017). El género *Bromelia* comprende alrededor de 50 especies nativas, que se distribuyen desde México hasta Sudamérica (Davidse *et al.*, 1994); esta familia pertenece al grupo de plantas CAM, tolerantes al déficit hídrico, a plagas, a enfermedades y soportan altas

temperaturas (Moreno, 2009).

Los frutos de estas especies tienen sabor a piña; son utilizados en la medicina tradicional, hervidos se usan para la tos, tienen propiedades anti-fúngicas (Camacho-Hernández *et al.*, 2002) y el consumo en fresco provoca irritación en la boca debido a la presencia de oxalatos de calcio (Payrol *et al.*, 2005; Santos *et al.*, 2008). *Bromelia karatas*, popularmente conocida como piñuela, se encuentra distribuida desde México hasta Brasil (Romero, 1969); los frutos tienen forma elipsoide, color rojo o rosa. En *B. pinguin* L., conocida como piña de ratón, los frutos son una baya redonda y puntiaguda, cuando son inmaduros son verdes y en la maduración se tornan a un color amarillo (Ruiz-Ruiz *et al.*, 2017); para consumirlos se debe eliminar la cáscara, se calientan para disminuir la proteasa que daña el paladar, son utilizados como ablandador de carnes y para preparar detergentes biológicos (Payrol *et al.*, 2008), mientras que *B. palmeri* tiene frutos ovalados y puntiagudos de color amarillo.

Investigaciones realizadas en diferentes países se han enfocado al estudio de propiedades químicas y han demostrado que estas especies contienen enzimas (Montes *et al.*, 1990), metabolitos secundarios (Osorio *et al.*, 2017), antioxidantes (González-Salvatierra *et al.*, 2010), propiedades organolépticas, con aroma exótico (Parada *et al.*, 1996; Parada y Duque, 1998); además, las comunidades utilizan las plantas para obtener fibras, como cerco vivo, para recuperación de suelos erosionados y como barreras contra incendios forestales (Miranda *et al.*, 2007; Zanella *et al.*, 2012); aunado a lo anterior, son muy pocas o nulas las investigaciones realizadas sobre la propagación (Hernández-Meneses *et al.*, 2018) y caracterización morfológica (Montes *et al.*, 2014) y en México hay muchas tareas pendientes con estas especies nativas.

Por lo anterior, los frutos presentan perspectiva prometedora como alternativa de productos innovadores y demuestra la necesidad de evaluar desde lo más simple, a fin de obtener información básica y así establecer parámetros tecnológicos. El objetivo de la presente investigación fue evaluar las características morfológicas de los frutos de tres especies de piñuelas silvestres: *Bromelia karatas*, *B. pinguin* y *B. palmeri* (Bromeliaceae) en el trópico seco de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolecta de frutos

Para recolectar los frutos se recorrió la periferia de la carretera desde el municipio de Cuajinicuilapa hasta Florencio Villarreal, Guerrero, México; sin embargo, sólo en

la comunidad de Cruz Grande, perteneciente al municipio de Florencio Villarreal se encontraron frutos en madurez de consumo de *B. karatas*, *B. pinguin* y *B. palmeri*. Esta localidad geográficamente se ubica a 16° 43' 26" LN y 99° 07' 24" LO, a 40 m de altitud, en un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, precipitación anual de 1100 mm y temperatura promedio anual de 27 °C (CONAGUA, 2020). La caracterización se realizó en la Universidad Autónoma de Guerrero, Cuajinicuilapa, Guerrero, México.

Actividades de caracterización y material genético

El estudio se realizó de enero a abril de 2020 con la evaluación de tres especies de piñuelas: *B. karatas*, *B. pinguin* y *B. palmeri*, todas silvestres. Por disposición de frutos en campo se consideraron los de 10 plantas por especie; *B. pinguin* y *B. palmeri* se distinguen por presentar los frutos en un escapo, en forma de racimo, mientras que los de *B. karatas* se presentan insertados en el centro del tallo en forma de corona.

Los racimos de frutos o frutos individuales fueron recolectados en madurez de consumo, para su traslado se etiquetaron y colocaron en bolsas de plástico transparente. Con una balanza electrónica de precisión (Rhino DGN.312.01.2015.2294®, Rhino Maquinaria S. A. de C.V., Tultitlán, México) se tomó el peso total del racimo o frutos por planta y se contó el número total de frutos desarrollados y sin desarrollar, considerando que aquellos sin desarrollar eran deformes, sin semillas y sólo contenían exocarpo; posteriormente, se colocaron en mesas de trabajo y al azar se tomaron cuatro repeticiones de 100 frutos por especie (1200 frutos en total), se lavaron con agua corriente, se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 0.1 % y se dejaron secar al ambiente.

VARIABLES EVALUADAS

Se registró el peso por fruto, peso de pulpa, semilla y cáscara en g, se contó el número de semillas completas y vanas por fruto, las semillas vanas sólo presentaron desarrollo de la cubierta seminal, sin embrión; con un vernier digital (Truper Stainless Steel® Modelo: CALDI-6MP, Jilotepec, México) se tomó el diámetro polar y ecuatorial de los frutos y semillas, además del grosor de la misma, el índice de forma del fruto y semilla se determinó mediante una división del diámetro polar entre el ecuatorial. El color se obtuvo con la aplicación digital para android "Color Grab", que registra los valores de L*, a* y b* usando la escala Hue y el índice de saturación, y las ecuaciones: $h^* = \text{grados} [\text{Arc tan} (b/a)]$ e $IS = \sqrt{a^2 + b^2}$ (Tochihuitl-Martínez *et al.*, 2018). Se calcularon estadísticos de tendencia central utilizando el paquete estadístico SAS® 9.2 (SAS Institute, 2009) y las figuras se obtuvieron de fotografías tomadas con una

cámara Sony (Optical SteadyShot®, 24.3 Megapíxeles).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existió variación morfológica dentro de cada especie; los estadísticos evaluados en los frutos de *B. palmeri* mostraron la magnitud de variación en las características morfológicas registradas (Cuadro 1).

La especie *B. palmeri* desarrolla los frutos en un escapo, en racimo ramificado, cada fruto unido a la rama del racimo con un pedicelo corto, los que se encuentran unidos al tallo principal son de mayor tamaño y tuvieron peso máximo de 38.55 g, mientras que el promedio fue de 22.12 g. Los frutos son semi alargados, con el extremo basal ovalado y el otro lado es cónico, en el ápice se encuentran restos de la flor; el diámetro polar midió 5.4 cm y el ecuatorial 3.1 cm en promedio; estos generan un índice de forma de 1.80.

Bromelia palmeri presentó en promedio 103 frutos desarrollados y 57 sin desarrollar, además de una longitud total del racimo de 60 cm, con un peso promedio de 2278.36 g, mientras que en *B. balansae* Cariolato (2019; Com. Pers.)¹ reportó que por cada escapo existen entre 52 y 74 frutos. En investigaciones realizadas en *B. antiacantha*

¹Cariolato P. L. (2019) Fenologia, caracterização físico-química de frutos e sementes de *Bromelia balansae* no Município De Santo Cristo – RS. Tesis Maestro en Ciencias. Universidade Federal da Fronteira Sul. Chapecó, Santa Catarina, Brasil. 82 p.

(Bertoloni) se reportaron características similares a *B. palmeri* (Santos *et al.*, 2004); los frutos desarrollan en un escapo de entre 50 y 80 cm de largo (Canela y Sazima, 2008), son bayas amarillas cuando maduran. En este contexto, otros estudios realizados en diferentes especies de *Bromelias* señalan que el racimo presenta una longitud desde 33 hasta 49 cm (Cariolato, 2019 Com. Pers.¹; Wanderley y Martins, 2007).

La cáscara tuvo un peso desde 6.69 hasta 18.43 g, los frutos grandes tuvieron mayor cantidad, lo cual influye de manera importante en el peso, pues hubo mayor peso de cascara que de pulpa, esta última pesó 7.40 g en promedio. Cada fruto presentó 38.20 semillas en promedio; cabe mencionar que frutos grandes tienen hasta 86 semillas sanas, completas y aparentemente viables; a la vez, algunos tuvieron semillas vanas, contando hasta siete como máximo y cero como mínimo. Las semillas sanas presentes en cada fruto tuvieron un peso total promedio de 1.56 g.

Cada semilla presente en el fruto pesó 0.04 g, con un diámetro polar y ecuatorial de 5.09 y 4.17 mm, respectivamente; además de 2.15 mm de grosor. El diámetro polar y ecuatorial confieren el índice de forma de éstas, las cuales son redondas, semi-ovaladas, color café y con micrópilo más oscuro, cubiertas de mucílago y restos de mesocarpio color blanco grisáceo.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de caracteres cuantitativos de frutos y semillas de piñuela (*B. palmeri*).

VARIABLES EVALUADAS	Mínimo	Máximo	Media	Rango	CV (%)	EE
	Fruto					
Peso (g)	11.89	38.55	22.12	26.66	38.78	8.58
Diámetro polar (mm)	40.71	94.27	54.32	53.56	21.74	11.81
Diámetro ecuatorial (mm)	20.60	69.54	31.15	48.94	32.98	10.27
Peso de cáscara (g)	6.69	18.43	11.36	11.74	32.56	3.70
Peso de pulpa (g)	4.09	15.24	7.40	11.15	38.86	2.88
Número de semillas completas	9.00	86.00	38.20	77.00	50.69	19.36
Número de semillas vanas	0.00	7.00	2.80	7.00	66.16	1.85
Peso de las semillas por fruto (g)	0.37	3.65	1.56	3.28	55.63	0.87
Índice de forma	1.34	3.17	1.80	1.83	20.55	0.37
	Semilla					
Peso (g)	0.03	0.07	0.04	0.04	19.22	0.01
Diámetro polar (mm)	4.13	5.95	5.09	1.82	8.82	0.45
Diámetro ecuatorial (mm)	3.33	4.95	4.17	1.62	10.54	0.44
Grosor (mm)	1.57	2.51	2.15	0.94	12.09	0.26
Índice de forma	0.96	1.55	1.24	0.59	13.93	0.17

CV: coeficiente de variación, EE: error estándar. n= 400 frutos.

La Figura 1 muestra las características de los frutos y semillas (Figura 1A); los frutos son una baya, con la cáscara color amarillo claro:anaranjado, cubierto de fino polvo aterciopelado, que al caer en la piel provoca irritación, es fibrosa y se encuentra unida a la pulpa (Figura 1B), en su interior tiene tres lóculos o carpelos unidos entre sí (Figura 1C), lo que componen al mesocarpio o pulpa, de color blanco, transparente, con jugo viscoso que cubre a las hileras de semillas (Figura 1D), las cuales están unidas al centro, son de color café, redondas aplanadas, con el embrión blanco (Figura 1E).

La piña de ratón (*B. pinguin*) es una *Bromelia* silvestre que presentó variación morfológica en sus frutos (Cuadro 2). Cada planta desarrolla un escapo floral en forma de racimo, ramificado, donde se producen los frutos, muy unidos entre sí, el tallo principal no desarrolla frutos. La longitud total del escapo es de 50 a 70 cm y cada uno pesó 1229.8 g en promedio; además, presentaron brácteas sin espinas, con 115 frutos de color amarillo claro, con polvo blanco sobre éstos.

Los frutos pesaron en promedio 12.74 g, originados de plantas silvestres que se generaron por hijuelos o semilla, y presentaron amplios intervalos de variación. Cariolato (2019, Com. Pers.)¹ reportó que *B. balansae* tuvo frutos con peso de 14.74 g, 2.41 cm de diámetro polar y ecuatorial de 4.2 cm, *B. pinguin* presentó un diámetro polar y ecuatorial 2.99 y 2.77 cm, en promedio; la división de estos parámetros de calidad morfológica determina el índice de forma de los frutos, dando como resultado frutos redondos y algunos en forma de elipsoide; cabe mencionar que entre el diámetro ecuatorial y polar existen entre 2 y 4 mm de diferencia.

Por otro lado, la cáscara es dura, fibrosa, consistente y pesó 6.8 g en promedio, mientras que la pulpa separada de las semillas presentó peso de casi la mitad de la cáscara, con apenas 3.98 g, con 33.60 semillas que pesaron 1.26 g en promedio, las cuales a simple vista lucen sanas, completas y viables; en cada fruto se encontraron desde cero hasta tres semillas vanas como máximo, y 1.10 en promedio.

Las semillas de *B. pinguin* son pequeñas, apenas pesaron 0.04 g, con un diámetro polar y ecuatorial de 4.55 y 4.47 mm, respectivamente y grosor de 2.14 mm; son de forma redonda y aplanada, similar a las de *B. palmeri*, mientras que, de acuerdo con Cariolato (2019, Com. Pers.)¹, *B. balansae* presentó semillas con un diámetro polar de 4.6 mm, diámetro ecuatorial de 4.3 y un grosor de 2.05 mm en promedio, cada fruto tuvo 15 a 20 semillas y peso total de 1.9 a 24.7 g, valores similares a los de esta investigación.

Los frutos son de color amarillo claro y la semilla café oscuro (Figura 2). Las características morfológicas del fruto de *B. pinguin* difirieron entre sí, la cáscara es amarilla, gruesa, provista de fibras unidas al mesocarpio (Figuras 2B y 2C), formado por tres carpelos, pequeños unidos entre sí, de color blanco, jugo viscoso que envuelven a las semillas, dispuestas en hilera longitudinal (Figura 2D). Las semillas son ovaladas, con testa delgada, color café oscuro, cubiertas de restos blanquecinos de pulpa y con un micrópilo negro; el embrión es de color blanco (Figura 2E).

Los estadísticos de tendencia central de los descriptores para *B. karatas* se encuentran en el Cuadro 3. Cada planta presentó 70 frutos en promedio, insertados con un pedicelo corto, de forma arrosada, en el centro apical del tallo

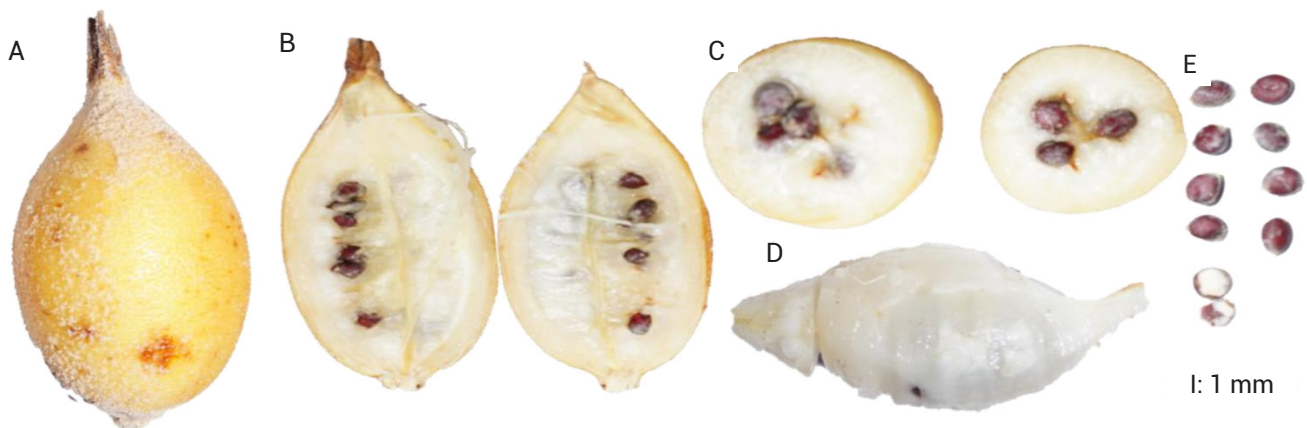


Figura 1. Frutos y semillas de piñuela (*B. palmeri*). A) fruto completo en madurez de consumo, B) fruto partido longitudinalmente con semillas dispuestas y fibras de la cáscara, C) fruto partido a la mitad, transversalmente, con las semillas dispuestas, D) fruto sin cascara, E) semillas deshidratadas en diferentes posiciones mostrando el embrión.

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos de características cuantitativas de frutos y semillas de piña de ratón (*B. pinguin*).

Variables evaluadas	Mínimo	Máximo	Media	Rango	CV (%)	EE
	Fruto					
Peso (g)	5.40	18.51	12.74	13.11	32.18	4.10
Diámetro polar (mm)	24.07	34.70	29.98	10.63	9.85	2.95
Diámetro ecuatorial (mm)	20.58	32.43	27.70	11.85	13.31	3.69
Peso de cáscara (g)	3.59	10.85	6.86	7.26	27.70	1.90
Peso de pulpa (g)	0.95	8.25	3.98	7.30	55.40	2.20
Número de semillas completas	8.00	49	33.60	41	41.40	13.91
Número de semillas vanas	0.00	3.00	1.10	3.00	82.90	0.91
Peso de las semillas por fruto (g)	0.31	1.88	1.26	1.57	42.04	0.53
Índice de forma	0.95	1.29	1.09	0.34	7.95	0.09
	Semilla					
Peso (g)	0.03	0.05	0.04	0.02	12.71	0.00
Diámetro polar (mm)	3.47	5.72	4.55	2.25	11.05	0.50
Diámetro ecuatorial (mm)	3.90	5.51	4.47	1.61	9.32	0.42
Grosor (mm)	1.69	2.79	2.14	1.10	15.84	0.33
Índice de forma	0.74	1.26	1.02	0.52	12.60	0.13

CV: coeficiente de variación, EE: error estándar. n = 400 frutos.

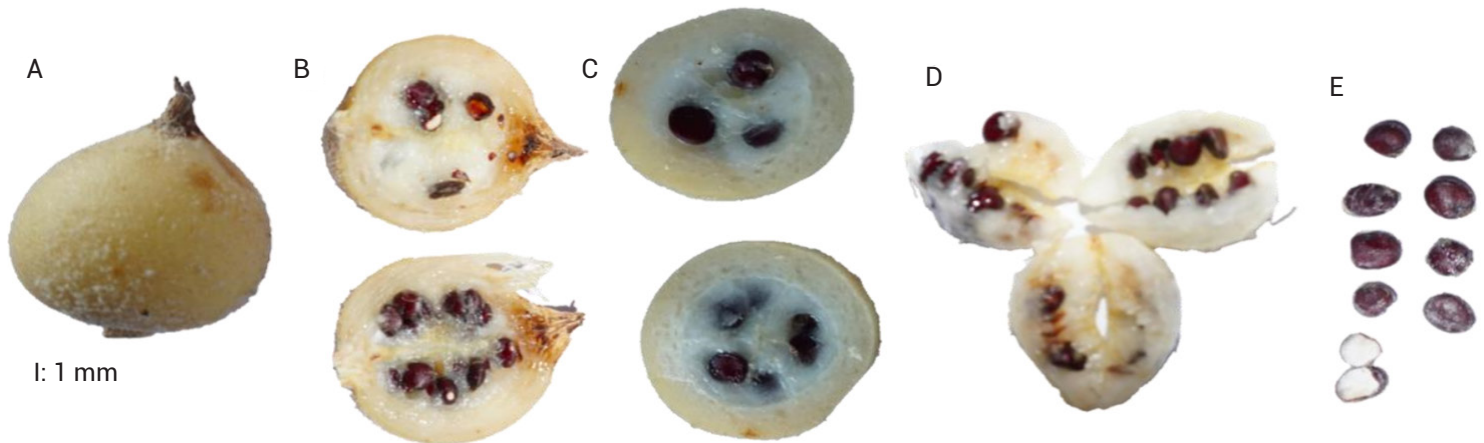


Figura 2. Frutos y semillas de piña de ratón (*B. pinguin*). A) fruto completo en madurez de consumo, B) fruto partido longitudinalmente con semillas dispuestas, C) fruto partido a la mitad, transversalmente, con las semillas expuestas, D) carpelos del fruto partidos longitudinalmente, E) semillas deshidratadas en diferentes posiciones, mostrando el embrión.

(Montes *et al.*, 2014); esta cualidad diferencia a la especie de las otras dos evaluadas; además, el peso promedio de los frutos fue de 19.66 g, con un diámetro polar de 7.01 cm y ecuatorial de 2.42 cm; comparando a las tres especies, éstos frutos fueron los más largos.

La cáscara es fibrosa y delgada, con un peso de 5.62 g, se encontró en menor proporción a la pulpa, que presentó 7.58 g; característica que sólo se observó en esta especie. Cada fruto en su interior tuvo 46.35 semillas

sanas, completas y al parecer viables, con 0.35 semillas vanas, fue la especie con el menor número de semillas incompletas. El peso total de las semillas fue de 1.98 g por fruto. Los frutos presentaron un índice de forma de 2.90, en promedio, lo que resulta en un índice de forma alargada.

Esta especie presentó frutos más grandes y mostró mayor número de semillas, pero el peso promedio de una semilla fue igual en las tres especies. Cada semilla pesó 0.04 g, con un diámetro polar y ecuatorial de 4.85 y 2.61

mm, respectivamente, lo que genera un índice de forma ovalado aplanado, pero con variabilidad en la forma.

En el extremo apical del fruto de *B. karatas* se encuentran restos de la flor (Figura 3); la especie descrita se caracteriza por mostrar frutos con cáscara delgada, fibrosa, color rosa:rojo púrpura y la parte insertada en la planta de color rosa con blanco (Figura 3A), unido a tres carpelos blancos, con fibras, es jugoso, dulce; en su interior tiene semillas ordenadas longitudinalmente, muy unidas entre sí y a la pulpa (Figuras 3B y 3C). Las semillas son ovaladas, de color café oscuro con un micrópilo negro (Figura 3D).

Al evaluar las propiedades de los frutos de *B. karatas*, se ha indicado que el jugo es viscoso (Osorio *et al.*, 2017), aspecto en que coinciden las tres especies evaluadas en esta investigación. Estudios realizados por Duarte *et al.* (2007) en *B. antiacantha* arrojaron como resultado que un racimo de frutos tiene una longitud de 0.66 m, pesa 2.5 kg y en promedio cuenta con 166 frutos, caso similar a las especies evaluadas en esta investigación, pero cada una con cualidades particulares. Filippon *et al.* (2012) encontraron 187 frutos completos por escapo floral; por otro lado, es importante mencionar que estas especies suelen ser utilizadas como cerco vivo y los frutos son de consumo local (Hornung-Leoni, 2011).

La irregularidad en el tamaño de los frutos indica heterogeneidad. La importancia de evaluar las propiedades físicas de las especies es que genera criterios de selección

para su explotación económica, de acuerdo con la forma, tamaño, color, etc.; además, permite elegir empaques para su conservación (Borges *et al.*, 2010; Rocha *et al.*, 2013); lo anterior determina el mercado al que se dirige, ya sea para procesamiento o consumo en fresco (Chitarra y Chitarra, 2005), quienes también mencionan que a mayor tamaño y calidad de los frutos éstos son más atractivos.

La especie *B. palmeri* presentó una proporción entre la cáscara, pulpa y semillas de 55.91, 36.42 y 7.68 %, mientras que en *B. pinguin* L. ésta fue de 56.7, 32.9 y 10.42 %, y en *B. karatas* de 37.03, 49.94 y 13.05 % en promedio, de tal forma que *B. pinguin* al ser la especie que produce frutos más pequeños, éstos tienen apenas un tercio de pulpa y casi el doble es cáscara; *B. palmeri* tuvo menor porcentaje en peso de semillas, también el peso de la cáscara es mayor en relación al de la pulpa; la especie evaluada con mejores características para utilización en fresco fue *B. karatas*, la pulpa ocupó casi la mitad del fruto, pero ésta presentó mayor porcentaje de peso en semillas, comparado con las otras especies; sin embargo, existen estudios que indican que el bajo rendimiento de pulpa en los frutos no los hace inviables para su uso en fresco (Carvalho y Muller, 2005), pero de acuerdo con estos autores, *B. pinguin* y *B. palmeri* se considerarían especies con bajo rendimiento de pulpa. Los frutos de *B. balansae* mostraron 11.83 a 20 % de pulpa y 12.98 % de semillas con relación al peso total (Cariolato, 2019; Com. Pers.)¹, considerado como bajo porcentaje de pulpa en comparación con las tres especies aquí evaluadas.

Cuadro 3. Estadísticos descriptivos de características cuantitativas de frutos y semillas de piñuela (*B. karatas*).

Variables evaluadas	Mínimo	Máximo	Media	Rango	CV (%)	EE
Fruto						
Peso (g)	17.37	23.23	19.66	5.86	9.00	1.77
Diámetro polar (mm)	60.15	78.09	70.11	17.94	7.21	5.06
Diámetro ecuatorial (mm)	22.00	27.50	24.29	5.50	5.96	1.45
Peso de cáscara (g)	3.66	7.12	5.62	3.46	16.01	0.32
Peso de pulpa (g)	4.28	10.58	7.58	6.30	27.27	2.07
Número de semillas completas	34.00	54.00	46.35	20.00	10.83	5.02
Número de semillas vanas	0.00	2.00	0.35	2.00	167.76	0.59
Peso de las semillas por fruto (g)	1.58	2.99	1.98	1.41	16.19	0.32
Índice de forma	2.37	3.50	2.90	1.13	9.78	0.28
Semilla						
Peso (g)	0.03	0.06	0.04	0.03	22.24	0.01
Diámetro polar (mm)	4.03	5.34	4.85	1.31	8.49	0.41
Diámetro ecuatorial (mm)	1.62	3.31	2.61	1.69	16.65	0.43
Índice de forma	1.39	2.89	1.91	1.50	19.58	0.37

CV: coeficiente de variación, EE: error estándar. n = 400 frutos.

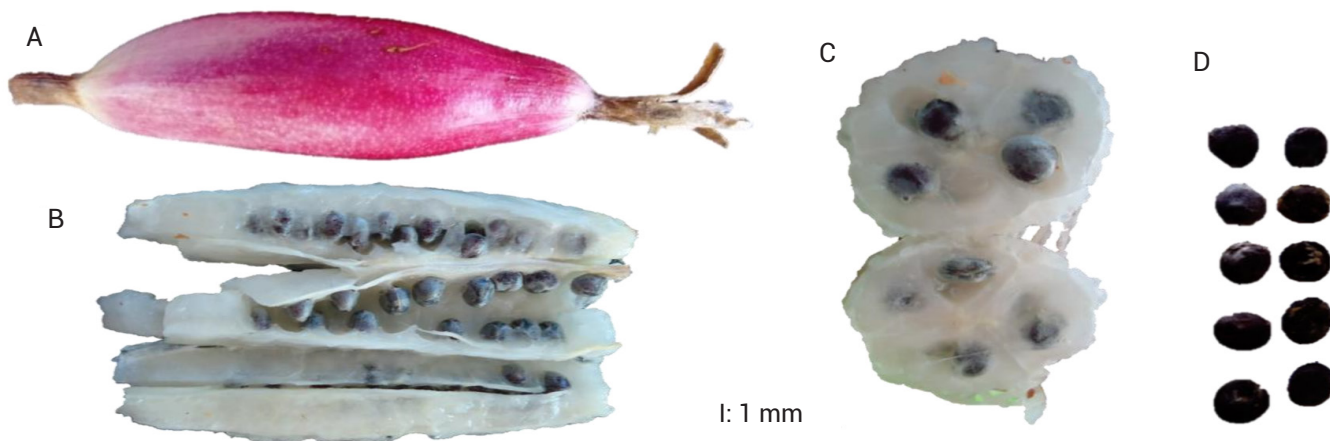


Figura 3. Frutos y semillas de piñuela (*B. karatas*). A) fruto completo en madurez de consumo, B) fruto sin cáscara, partido longitudinalmente con semillas dispuestas, C) fruto partido a la mitad transversalmente, con las semillas expuestas, D) semillas deshidratadas en diferentes posiciones.

Las tres especies evaluadas se caracterizan por desarrollarse en el trópico seco de México, en la región fructifican de enero a marzo, cada una con cualidades propias, pues *B. karatas* desarrolla sus frutos insertados en el ápice del tallo. En la zona existen plantas con frutos de color rosa:rojo púrpura, rosa con blanco, amarillo intenso y amarillo con blanco, mientras que *B. pinguin* desarrolla los frutos en un escapo floral, en racimos ramificados, se caracterizan por ser frutos redondos de color amarillo claro, son más pequeños, comparados con los de las otras especies. *Bromelia palmeri*, al igual que *B. pinguin*, desarrolla sus frutos en un escapo en forma de racimo ramificado, pero son de color amarillo claro:anaranjado y tienen pedicelo, comparados con *B. karatas*, *B. palmeri* tiene los frutos menos alargados y más anchos de la base.

CONCLUSIONES

Los frutos de las tres especies mostraron características morfológicas diferentes. *Bromelia karatas* cuenta con los frutos de mayor tamaño, son de color rosa:rojo púrpura, forma alargada y en la región se consumen en fresco. *Bromelia palmeri* se caracteriza por presentar los frutos semi-alargados, epicarpio amarillo claro:anaranjado; los frutos de *B. pinguin* fueron los de menor tamaño, de forma redonda, epicarpio color amarillo claro. Las tres especies presentaron frutos con epicarpio fibroso, unido al mesocarpio, compuesto por tres lóculos, pulpa blanca, jugosa, sabor a piña, que cubre a los endocarpios que se encuentran dispuestos longitudinalmente, con semillas con características morfológicas similares. Tienen uso potencial; sin embargo, son especies que deben seguir estudiándose para un mejor aprovechamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Borges K. C. F., D. G. de Santana, B. de Melo e C. M. dos Santos (2010) Rendimento de polpa e morfometria de frutos e sementes de pitangueira-do-cerrado. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32:471-478, <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000042>
- Camacho-Hernández I. L., J. A. Chávez-Velázquez, M. J. Uribe-Beltrán, A. Ríos-Morgan and F. Delgado-Vargas (2002) Antifungal activity of fruit pulp extract from *Bromelia pinguin*. *Fitoterapia* 73:411-413, [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(02\)00128-4](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(02)00128-4)
- Canela M. B. F. and M. Sazima (2008) The pollination of *Bromelia antiantha* (Bromeliaceae) in Southeastern Brazil: Ornithophilous versus Melittophilous features. *Plant Biology* 7:411-416, <https://doi.org/10.1055/s-2005-865619>
- Carvalho J. E. U. e C. H. Muller (2005) Biometría e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia. *Comunicado Técnico* 139. Embrapa. Belém, Pará, Brasil. 3 p.
- Chitarra M. I. F. e A. B. Chitarra (2005) Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças. Fisiologia e Manuseio. 2 edição. Universidade Federal de Lavras. Lavras, Minas Gerais, Brasil. 785 p.
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2020) Resúmenes mensuales de temperaturas y lluvia. Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ciudad de México. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias> (Marzo 2020).
- Davidse G., M. Sousa S. y A. O. Chater (1994) Flora Mesoamericana. Instituto de Biología UNAM, Missouri Botanical Garden, Natural History Museum. Mexico, D. F., St. Louis, Missouri, USA, London, England. 593 p. <http://www.mobot.org/MOBOT/fm/> (Noviembre 2021).
- Duarte A. S., C. V. da Silva, A. Puchalski, M. Mantovani, J. Z. Silva e M. S. Reis (2007) Estrutura demográfica e produção de frutos de *Bromelia antiantha* Bertol. *Revista Brasileira de plantas Mediciniais. Botucatu* 9:106-112.
- Filippon S., C. D. Fernandes, D. K. Ferreira, A. S. Duarte e M. S. Reis (2012) Produção de frutos para uso medicinal em *Bromelia antiantha* (caraguatá): fundamentos para um extrativismo sustentável. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 14:506-513, <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000300013>
- González-Salvatierra C., J. L. Andrade, F. Escalante-Erosa, K. García-Sosa and L. M. Peña-Rodríguez (2010) Antioxidant content in two CAM bromeliad species as a response to seasonal light changes in a tropical dry deciduous forest. *Journal of Plant Physiology* 167:792-799, <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2010.01.001>

- Hernández-Meneses E., S. E. Rangel-Estrada, M. C. G. López-Peralta, A. Guerrero-Hilario, G. Ortiz-Gil y L. Martínez-Bolaños (2018) Germinación, viabilidad y regeneración *in vitro* de plantas de *Vriesea heliconioides* (Kunth) Hook. Ex Walp. *Revista Fitotecnia Mexicana* 41:99-106, <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.2.99-106>
- Hornung-Leoni C. T. (2011) Bromeliads: traditional plant food in Latin America since prehispanic times. *Polibotanica* 32:219-229.
- Miranda J. M. E., J. J. Arellano M., B. Z. Salazar A., F. Hernández M., R. Quero C. y L. Pérez S. (2007) Bases para el Manejo Comunitario de Bromelias Ornamentales. Grupo Autónomo para la Investigación Ambiental, A.C. Oaxaca, México. 112 p.
- Montes C., M. Amador, D. Cuevas and F. Cordoba (1990) Subunit structure of karatasin, the proteinase isolated from *Bromelia plumieri* (karatas). *Agricultural and Biological Chemistry* 54:17-24, <https://doi.org/10.1271/abb1961.54.17>
- Montes R. C., V. F. Terán G., R. A. Zuñiga B. y Y. E. Caldón (2014) Descripción morfológica de *Bromelia karatas* recurso genético promisorio para Patía, Cauca, Colombia. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 12:62-70.
- Moreno F. L. P. (2009) Respuesta de las plantas por estrés por déficit hídrico. Una revisión. *Agronomía Colombiana* 27:179-191.
- Osorio M. N., D. F. Moyano, W. Murillo, E. Murillo, A. Ibarz and J. F. Solanilla (2017) Functional and rheological properties of piñuela (*Bromelia karatas*) in two ripening stages. *International Journal of Food Engineering* 13:20160154, <https://doi.org/10.1515/ijfe-2016-0154>
- Parada F. and C. Duque (1998) Studies on the aroma of piñuela fruit pulp (*Bromelia plumieri*): free and bound volatile composition and characterization of some glucoconjugates as aroma precursors. *Journal of High Resolution Chromatography* 21:577-581, [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1521-4168\(19981001\)21:10<577::AID-JHRC577>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-4168(19981001)21:10<577::AID-JHRC577>3.0.CO;2-V)
- Parada F., D. Krajewski, C. Duque, E. Jäger, M. Herderich and P. Schreier (1996) 1-O- β -glucopyranosyl anthranilate from piñuela (*Bromelia plumieri*) fruit. *Phytochemistry* 42:871-873, [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(95\)00064-X](https://doi.org/10.1016/0031-9422(95)00064-X)
- Payrol J. A., W. D. Obregón, C. L. Natalucci and N. O. Caffini (2005) Reinvestigation of the proteolytically active components of *Bromelia pinguin* fruit. *Fitoterapia* 76:540-548, <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2005.04.021>
- Payrol J. A., W. D. Obregon, S. A. Trejo and N. O. Caffini (2008) Purification and characterization of four new cysteine endopeptidases from fruits of *Bromelia Pinguin* L. grown in Cuba. *The Protein Journal* 27:88-96, <https://doi.org/10.1007/s10930-007-9111-2>
- Rocha M. S., R. W. de Figueiredo, M. A. M. Araújo e R. S. R. Moreira-Araújo (2013) Caracterização físico-química e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado Piauiense. *Revista Brasileira de Fruticultura* 35:933-941, <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000400003>
- Romero C. R. (1969) Frutas Silvestres de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 342 p.
- Ruiz-Ruiz J. C., J. Ramón-Sierra, C. Arias-Argaez, D. Magaña-Ortiz and E. Ortiz-Vázquez (2017) Antibacterial activity of proteins extracted from the pulp of wild edible fruit of *Bromelia pinguin* L. *International Journal of Food Properties* 20:220-230, <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1154572>
- Santos D. S., A. Puchalski, G. S. Gomes, M. Mantovani, J. Z. da Silva e M. S. dos Reis (2004) Variação no período de germinação de sementes em uma população natural de *Bromelia antiacantha* Bertol. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 6:35-41.
- Santos V. N. C., A. R. de Freitas, F. C. Deschamps and M. W. Biavatti (2008) Ripe fruits of *Bromelia antiacantha*: investigations on the chemical and bioactivity profile. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 19:358-365, <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2009000300004>
- SAS Institute (2009) SAS/STAT® 9.2. User's Guide. SAS Institute. Cary, North Carolina, USA. 1848 p.
- SEMARNAT, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015) Biodiversidad. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad de México. 68 p. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap4.html> (Mayo 2021).
- Tochihuitl-Martíñon A., S. H. Chávez-Franco, C. Saucedo-Veloz, J. Suarez-Espinosa y D. Guerra-Ramírez (2018) Extractos de *Persea americana* Mill. que retrasan maduración en frutos de aguacate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9:1639-1650, <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i8.1720>
- Wanderley M. G. L. e S. E. Martins (2007) Bromeliaceae. In: Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo. M. G. L. Wanderley, G. J. Shepherd., T. S. Melhem e A. M. Giulietti (eds.). Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. São Paulo, Brasil. 105 p.
- Zanella C. M., A. Janke, C. Palma-Silva, E. Kaltchuk-Santos, F. G. Pinheiro, G. M. Paggi, ... and F. Bered (2012) Genetics, evolution and conservation of Bromeliaceae. *Genetics and Molecular Biology* 35:1020-1026, <https://doi.org/10.1590/S1415-47572012000600017>