

Variación morfológica en frutos de nanche (*Byrsonima crassifolia*), en el trópico seco

Morphological variation in nanche fruits (*Byrsonima crassifolia*), in the dry tropic

Adelaido Rafael Rojas-García¹ ,
Ramiro Maldonado-Peralta² ,
Delfina Salinas-Vargas² ,
Claudia Yanet Wilson-García³ ,
Juan Elias Sabino-López⁴ ,
María de los Ángeles Maldonado-
Peralta^{1*} 

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N.2. Universidad Autónoma de Guerrero. Carretera Acapulco-Pinotepa Nacional, km 197. CP. 41940. Guerrero, México.

²Instituto Tecnológico Superior de Guasave. Carretera a la Brecha, S/N. Burriónito, Guasave. CP. 81149. Sinaloa, México.

³Universidad Autónoma Chapingo, Sede San Luis Acatlán. Km 5.5 carretera San Luis Acatlán-Tlapa de Comonfort, CP. 46300. Guerrero, México.

⁴Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero. Periférico poniente s/n, Col. Villa de Guadalupe, CP. 40040. Iguala de la Independencia, Guerrero, México.

*Autor de correspondencia:
mmaldonado@uagro.mx

Artículo científico

Recibido: 24 de febrero 2021

Aceptado: 07 de octubre 2021

Como citar: Rojas-García AR, Maldonado-Peralta R, Salinas-Vargas D, Wilson-García CY, Sabino-López JE, Maldonado-Peralta MA (2021) Variación morfológica en frutos de nanche (*Byrsonima crassifolia*), en el trópico seco. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios Núm. Esp. II: e2883. DOI: 10.19136/era.a8nII.2883

RESUMEN. El nanche es una especie que desarrolla en condiciones de trópico, en suelos marginales. La investigación tuvo el objetivo de evaluar la variación morfológica de frutos de nanche silvestre. Se recorrieron los alrededores del municipio de Cuajinicuilapa, Guerrero, México; donde se ubicaron 200 árboles en producción de frutos, lo cuales se recogieron del suelo y se trasladaron al Laboratorio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N. 2. Para seleccionarlos de acuerdo con sus características se agruparon, quedando 16 colectas, a las que se les determinó el peso de fruto, pulpa y semilla, diámetro polar y ecuatorial de fruto, semilla y embriones, forma de fruto, número de embriones y color. Los datos se evaluaron mediante ANDEVA y comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$), utilizando el programa SAS. Se encontró que los frutos de nanche silvestre pesan entre 0.78 y 5.13 g, son de calidad comercial, algunas colectas presentan alto contenido de pulpa en relación con la semilla; además, la forma del fruto determina la de la semilla, como fue en las colectas 4, 5, 6 y 8, pero el tamaño depende del fenotipo. El número de embriones no incide en el tamaño de la semilla ni del fruto, debido a que semillas grandes no necesariamente provienen de frutos grandes. Las colectas 3 y 12 se recomiendan para su propagación, consumo y exportación. La variación morfológica depende de los fenotipos y de las condiciones ambientales en las que desarrolla el genotipo.

Palabras clave: Colectas, calidad, caracterización, nanches silvestres.

ABSTRACT. Nanche is a species that develops in tropical conditions, in marginal soils. The research was proposed with the objective of evaluating the morphological variation of wild nanche fruits. For the development of the investigation, the surroundings of the municipality of Cuajinicuilapa, Guerrero, Mexico; where 200 trees were located in fruit production, these were collected from the ground and transferred to the Laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics No. 2. They were selected and according to their characteristics were gathered, leaving 16 accessions, to which The weight of fruit, pulp and seed, polar and equatorial diameter of fruit, seed and embryos, fruit shape, number of embryos and color were determined. The data were evaluated by ANOVA and Tukey's mean comparison ($p \leq 0.05$), using the SAS program. It was found that wild nanche fruits weigh between 0.78 and 5.13 g, are of commercial quality, some accessions have high pulp content in relation to the seed; Furthermore, the shape of the fruit determines that of the seed, as it was in accessions 4, 5, 6 and 8, but the size depends on the phenotype. The number of embryos does not affect the size of the seed or the fruit, because large seeds are not necessarily large fruits. Accessions 3 and 12 are recommended for propagation, consumption and export. The morphological variation found depends on the phenotypes and the environmental conditions in which the genotype develops.

Key words: Accessions, quality, characterization, wild nanches.

INTRODUCCIÓN

El trópico de México cuenta con potencial para la producción de frutales, entre los que destacan aquellos de origen silvestre; y que a la vez, predominan en las diferentes regiones ecológicas del país, con producción de frutos de calidad y rendimientos adecuados (SIAP 2020). Estos frutos frescos o procesados se han vuelto populares, lo que exige buscar alternativas que homogenicen la calidad y mejoren el rendimiento; lo que aumenta su aceptación en el mercado regional, nacional y hasta internacional (Sánchez-Urdaneta *et al.* 2007, Tong *et al.* 1991). Por ello, es necesario generar conocimiento y estrategias de utilización, conservación (Martínez *et al.* 2010), distribución y mejoramiento (Tena *et al.* 2020).

La familia Malpighiaceae se distribuye en el continente americano (Aguilera-Arango *et al.* 2020). El nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K.), se encuentra desde el Sur hasta el Norte de América (Rivas-Castro *et al.* 2019), de donde es nativo. Esta adaptado a condiciones de sequía y rusticidad de suelos (Fernández y Rivero 2004, Maldonado *et al.* 2018), se utiliza como alimento humano y animal, medicinal, combustible, colorante, curtiente, apícola, entre otros (Caballero *et al.* 2012, Guzmán *et al.* 2013). Los frutos son drupas globosas, climatéricos (Carvalho *et al.* 2016) que presentan forma, color, sabor y tamaño heterogéneo, además de una corta vida de anaquel. Los fenotipos que producen frutos verdes son más alargados y aquellos que dan frutos amarillos suelen ser más anchos (Rivas-Castro *et al.* 2019) de sabor agrídulce e intrínseco y tienen propiedades nutraceuticas importantes (Mondin *et al.* 2010, Seabra *et al.* 2019).

Esta especie ha sido caracterizada morfológicamente, siendo el tema central en diferentes estudios que han evaluado hojas, flores y frutos (Martínez *et al.* 2010, Maldonado *et al.* 2020). Pero en las diferentes regiones de México, no se encuentran trabajos relacionados con la variabilidad morfológica que éstos genotipos presentan; además, de que son escasas las huertas con manejo, lo que permitiría mejorar la calidad y rendimiento de la producción.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar la variación morfológica en frutos de nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K.), colectados en Cuajinicuilapa, Guerrero, con la hipótesis de que al menos dos genotipos presentan cualidades para su comercialización y consumo en fresco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en al área de forrajes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N. 2, Cuajinicuilapa Guerrero, México; ubicada a 16° 28' 28" LN y 98° 25' 11.27" LO, a una altitud de 46 m, temperatura promedio anual de 28.4°C, el clima es trópico seco, con lluvias en verano y precipitación promedio de 1 129 mm.

En junio de 2020 se recorrieron los alrededores del municipio de Cuajinicuilapa. Se identificaron 200 árboles, en los que se colectaron frutos en madurez fisiológica y de consumo, sin daños mecánicos. Los cuales se colocaron en bolsas de plástico transparente, etiquetaron y trasladaron al área de trabajo; donde se lavaron, desinfectaron y secaron al ambiente, posteriormente se observaron y se seleccionaron aquellos frutos homogéneos e iguales, por lo que se agruparon 16 colectas; considerando, para la colectas 1 los frutos de 14 árboles, para la 2, 10 y 14, 13 árboles, en la 3 12 árboles, la 4, 5 y 15 10 árboles, para la 6 y 11, 9 árboles, la 7 y 9, 15 árboles, la 8 y 13, 16 árboles, para la 12 18 árboles, y para la 16 se conjuntaron los de 7 árboles.

De forma al azar se eligieron cuatro repeticiones de 200 frutos cada una, en los que se evaluaron las variables: peso de fruto, pulpa y semilla en gramos, para lo cual se utilizó una balanza electro-analítica de precisión (Rhino DGN.312.01..2015.2294), mientras que el diámetro polar y ecuatorial (mm) se midió con un vernier digital (Truper Stainless Steel® Modelo: CALDI-6MP). Se contabilizó el número de semillas y embrión ó embriones, mientras que el índice de forma resultó de dividir el diámetro polar entre el ecuatorial (Maldonado *et al.* 2020). El color se determinó con el programa digital Color Grab®.

Los datos obtenidos de las variables evaluadas, se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) y comparación de medias con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), utilizando el paquete estadístico SAS[®] 9.3 (SAS 2011). Las imágenes se obtuvieron con una cámara digital de la marca SONY (Optical SteadyShot[®] 24.3 Megapíxeles).

RESULTADOS

El análisis estadístico mostró que los frutos de nanche silvestre, presentan variación morfológica en todas las variables evaluadas ($p \leq 0.05$) (Tabla 1). Los frutos de la colecta 1 tuvieron el mayor peso promedio, con 5.13 g; seguido de las colectas 3, 2, 12 y 5, con 4.24, 3.83, 3.59 y 3.28 g, respectivamente; frutos considerados de tamaño grande, debido al fenotipo y condiciones ambientales en las que desarrollan. Posterior a ello, las colectas que presentaron peso promedio de entre 2.20 y 2.85 g, fueron la 7, 10, 4, 6 y la 18. Lo que indica que la mayoría de plantas silvestres dan frutos de tamaño pequeño, con mucha variabilidad morfológica; además, de que son especies de semilla, que crecen en condiciones deficientes y sin manejo agronómico.

El diámetro polar y ecuatorial en los frutos fue variable, considerando que la colecta 1 presentó el mayor tamaño, con 1.97 y 2.13 cm, lo que le confirió forma de drupa carnosa, globosa o de oblato; lo anterior indica que son más anchos que largos, ésta forma también se mostró en las colectas 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, por tanto, es la más común en éstos frutos silvestres. Caso diferente mostró la colecta 6, que tuvo un índice de 1, dando una forma redonda y las colectas 4, 5 y 7 tuvieron forma alargada, siendo mayor el diámetro polar que el ecuatorial. Cabe mencionar que las colectas 4, 5 y 6 presentaron un índice de forma de 1, 1.11 y 1.13, pero estos frutos tienen el ápice en forma cónica, lo que podría perjudicar el almacenamiento, debido a daños causados entre ellos.

Para la cantidad de pulpa presente en los frutos de nanche silvestre, el tamaño del fruto es determinante; frutos grandes o con peso mayor a 3 g, presentaron una adecuada proporción de parte comestible. Las colectas 1, 3, 2 y 12 tuvieron frutos

más grandes, presentando 4.43, 3.66, 3.25 y 3.22 g de pulpa fresca; de tal manera que éstas se seleccionan para el consumo en fresco. Las colectas 4, 5, 6 y 13 presentaron entre 2.29 y 2.82 g, siendo las de tamaño mediano, pudiendo ser útiles para la industria o procesamiento; y, 7 colectas con menos de 2 g de parte comestible, considerando que los árboles que producen frutos chicos, tenían en mayor cantidad, podrían ser útiles para la propagación y obtener patrones para injerto.

La relación entre el peso de la pulpa y de la semilla, determinado por el peso en gramos de pulpa, semilla o embrión, permite su selección. Pues en la colecta 1, la semilla ocupó el 11.76% en proporción al peso de la pulpa, por lo que ésta colecta presenta 88.24% de pulpa, cantidad considerable; sin embargo, de los frutos que presentan más de 3 g de pulpa, la colecta 12 fue la que tuvo mejor porcentaje, con 90.99%; la semilla es pequeña. Las colectas 4, 5, 6 y 13 tuvieron semillas con mayor porcentaje de peso, en relación con la colecta 1, 2 y 12, que presentaron 13.63 y 17.05%, y de parte comestible 86.37 y 82.96%, respectivamente. Las colectas 8 y 16 tuvieron una relación en porcentaje de semilla y pulpa de 30.58 y 31.58%, 69.42 y 68.42%, respectivamente, casi un tercio del fruto ocupa la semilla, argumentando que éstas dos colectas fueron las que tienen mayor tamaño de semilla.

Las semillas de nanche silvestre, presentan variación morfológica en todas las variables evaluadas ($p \leq 0.05$) (Tabla 2). Son pequeñas, tienen un hueso duro y se encuentran unidas a la pulpa. El peso de la semilla fue mayor en la colecta 1, de 0.59 g, seguido por la colecta 3; en contraste, la colecta 6 presentó menor peso promedio, con 0.17 g, mientras que los frutos de la colecta 16 fueron los más pequeños, pero no así las semillas. Para el diámetro polar de la semilla se encontró que la colecta 9 tuvo el menor valor, mientras que el menor diámetro ecuatorial lo presentó la colecta 15. Solo en la colecta 1, el tamaño del fruto se relaciona con el tamaño de la semilla, caso que no se repitió en ninguna otra colecta y lo contrario a ello fue la 16, donde la semilla fue grande comparada con la cantidad de pulpa.

Tabla 1. Características morfológicas de frutos de nanche (*B. crassifolia* (L.) H. B. K.).

Variables/ Colectas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Peso fruto (g)	5.13 ^a	3.83 ^{bc}	4.24 ^b	2.75 ^f	3.28 ^{de}	2.81 ^{ef}	2.2 ^{gh}	1.22 ^{ij}	1.12 ^j	2.46 ^{fg}	1.18 ^j	3.59 ^{cd}	2.85 ^{fj}	1.7 ^{hi}	1.15 ^j	0.78 ^j
CV	10.33	11.55	13.74	36.22	13.75	12.87	10.21	15.14	8.18	6.27	9.75	11.09	10.2	6.91	13.05	19
DP fruto	19.78 ^a	17.01 ^b	16.32 ^c	19.44 ^a	19.8 ^a	17.06 ^b	16 ^{cd}	12.05 ^g	10.11 ⁱ	12.85 ^f	10.47 ⁱ	15.61 ^d	14.93 ^e	12.4 ^{fg}	10.97 ^h	9.29 ^j
CV	5.18	4.28	5.7	4.19	6.52	3.68	4.45	6.45	4.16	4.95	5.32	6.25	5.34	5.33	5.55	3.98
DE fruto	21.35 ^a	18.81 ^c	20.89 ^b	17.53 ^{ef}	17.59 ^{de}	17.18 ^f	14.5 ^g	12.39 ^j	13.08 ^h	17.83 ^{de}	13.44 ^h	19.04 ^c	17.92 ^d	14.77 ^g	12.63 ^j	10.84 ^j
CV	3.04	4.69	4.6	5.61	3.52	4.6	3.87	4.8	3.33	4.42	3.44	5.06	3.18	2.83	5.89	6.21
IF fruto	0.93 ^c	0.9 ^f	0.78 ^j	1.11 ^{ab}	1.13 ^a	1 ^c	1.1 ^b	0.97 ^d	0.77 ^j	0.72 ^k	0.78 ^j	0.82 ^j	0.83 ^j	0.84 ^{hi}	0.87 ^g	0.86 ^{gh}
CV	3.35	3.22	3.75	4.07	5.1	3.52	2.74	3.84	2.8	5.75	3.36	6.3	3.84	5.69	2.32	5.25
Peso de pulpa (g)	4.43 ^a	3.25 ^c	3.66 ^b	2.42 ^e	2.82 ^d	2.29 ^e	1.85 ^f	0.85 ^{hi}	0.91 ^h	1.99 ^f	0.86 ^{hi}	3.22 ^c	2.48 ^e	1.51 ^g	1.75 ^{fg}	0.57 ⁱ
CV	11.58	13.06	14.43	8.71	13.55	16.16	10.61	13.55	11.82	6.69	8.52	11.57	9.48	287.96	163.12	9.43
Color	Amarillo	Amarillo metálico	Amarillo claro	Amarillo anaran- jado	Amarillo claro;	Amarillo claro;	Amarillo	Amarillo anaran- jado	Amarillo marrón;	Amarillo marrón- oscuro	Amarillo marrón- intenso	Verde claro	Verde	amarillo	Verde; amarillo- oscuro	Verde- opaco

Medias con letras iguales en la misma hilera, no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$); CV: Coeficiente de Variación; N: 800 frutos; IF: Índice de forma; DP: diámetro polar; DE: diámetro ecuatorial.

Tabla 2. Características morfológicas de semillas de nanche (*B. crassifolia* (L.) H. B. K.).

Variables/ Colectas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Peso se semilla	0.59 ^a	0.41 ^d	0.51 ^b	0.33 ^g	0.47 ^c	0.39 ^e	0.31 ^h	0.26 ^j	0.17 ^m	0.33 ^g	0.23 ^k	0.29 ^j	0.37 ^j	0.29 ^j	0.2 ^j	0.18 ^m
CV	13.38	12.87	16.21	12.04	13.08	12.90	10.53	53.73	13.51	8.97	12.80	12.06	7.77	7.28	13.74	8.57
DP semilla	9.48 ^a	7.97 ^b	6.96 ^c	8.87 ^a	9.32 ^a	9.14 ^a	7.1 ^c	6.96 ^c	5.57 ^f	6.7 ^{cde}	5.99 ^{ef}	7.14 ^c	7.05 ^c	6.88 ^{cd}	6.61 ^{cde}	6.07 ^{def}
CV	3.02	4.85	4.33	3.99	31.76	5.66	5.14	5.10	4.53	3.84	3.92	3.88	2.13	3.44	4.39	2.63
DE semilla	8.58 ^a	7.81 ^b	6.92 ^{ef}	7.1 ^{de}	7.19 ^{de}	7.1 ^{de}	7.03 ^{de}	5.96 ⁱ	5.95 ⁱ	7.61 ^b	6.37 ^{gh}	7.14 ^{de}	7.27 ^{cd}	6.68 ^{fg}	5.79 ^f	6.26 ^{hi}
CV	3.24	4.81	4.05	7.57	5.71	4.82	5.22	6.56	3.16	3.31	2.82	4.90	3.68	2.90	4.46	8.97
IF semilla	1.1 ^d	1.02 ^{fghij}	1 ^h	1.26 ^a	1.3 ^a	1.29 ^a	1.01 ^{ghij}	1.18 ^{bc}	0.94 ^{kl}	0.88 ^j	0.94 ^{kl}	1 ^h	0.97 ^j	1.03 ^{efghij}	1.14 ^{cd}	0.98 ^{ij}
CV	2.93	2.17	0.51	8.49	32.18	8.39	1.23	9.82	4.80	4.16	4.23	5.91	2.94	3.63	2.04	10.46
Número de embri- ones	1.6 ^{cde}	0.9 ^{hij}	2 ^{ab}	0.81 ^j	0.78 ^j	1.7 ^{bcd}	1.3 ^{efg}	1.7 ^{bcd}	1 ^{ghij}	1.3 ^{efg}	1.1 ^{ghij}	2.1 ^a	0.7 ^j	1.4 ^{def}	1.3 ^{efg}	0.8 ^j
CV	32.27	35.14	33.33	52.70	56.69	28.41	37.16	28.41	47.14	37.16	51.60	15.06	69.01	69.01	37.16	52.70
DP em- brión	3.98 ^{bcd}	4.87 ^a	4.19 ^{bc}	3.55 ^{ac}	4.48 ^{ab}	4.1 ^{bc}	3.83 ^{cde}	3.22 ^f	3.35 ^f	3.91 ^{cd}	3.93 ^d	4.18 ^{ac}	3.96 ^d	3.74 ^{cde}	4.08 ^{bc}	3.89 ^{cd}
CV	13.86	14.61	9.16	4.33	4.21	6.68	4.30	17.59	12.39	6.24	7.58	11.01	5.42	4.91	8.30	4.39
DE em- brión	3.78 ^{bc}	4.71 ^a	4.15 ^b	3.11 ^{e/g}	3.16 ^{efg}	3.37 ^{cde}	3.7 ^{bcd}	2.67 ^g	2.75 ^{ff}	3.36 ^{cde}	3.22 ^{ef}	3.27 ^{de}	3.31 ^{cde}	3.27 ^{de}	3.01 ^{fg}	2.91 ^{f/g}
CV	10.85	13.10	14.26	10.84	3.94	13.67	4.68	14.22	20.84	11.13	17.04	10.02	6.15	7.95	11.12	8.47

Medias con letras iguales en la misma hilera, no son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$); CV: Coeficiente de Variación; N: 800 semillas; IF: Índice de forma; DP: diámetro polar; DE: diámetro ecuatorial.

La forma del fruto determina la forma de la semilla, todas las colectas tuvieron forma globosa; pero las colectas 4, 5, 6 y 8 tuvieron semillas de forma cónica, al ser un hueso duro y leñoso, al consumirlas, el ápice puntiagudo tiende a dañar el paladar. Las colectas que presentaron forma redonda fueron la 3 y la 12, consideradas con las mejores características para consumo en fresco. Las colectas 9, 11, 13 y 15 presentaron índice de forma de 0.94, 0.94, 0.97 y 0.98, respectivamente, dato que tiende a darles una forma de oblato, son semi-redondas o alargadas, sólo en la colecta 10 se encontró ésta forma más precisa. Aquellas que presentaron un índice mayor a 1, indica que son más anchas.

El nanche se caracteriza por presentar una semilla o endocarpio que en su interior tiene tres cavidades, una para un embrión, a veces desarrolla los tres. Las colectas 12 y 3 presentaron 2 o más embriones en cada semilla. Se observó que no existe relación en el tamaño del fruto y semilla con la cantidad de embriones, porque hubo frutos que presentaron desarrollo de la semilla, pero sin embriones, como fue el caso de las colectas 2, 4, 5, 13 y 16. Mientras que las demás colectas presentaron de 1 a 2 embriones completos. Los embriones cubren todo el espacio de la cavidad, de forma comprimida. El número de embriones desarrollados no determina el tamaño de éstos, pero en la colecta 2 se encontró de 0 a 1 embrión y el mayor diámetro polar y ecuatorial, comparado con las otras 15 colectas y su forma es redonda u ovalada. Las semillas con 2 o 3 embriones tuvieron un diámetro polar de 4.19 y 4.18 mm, con diámetro ecuatorial de 4.15 y 3.27 mm.

Los frutos de las colectas evaluadas presentaron diferente color, brillo y forma (Figura 1); con colores amarillo claro brillante, amarillos anaranjados, color amarillo marrón, verde claro, verde quemado y verde olivo como en la colecta 16. Las colectas 1 a la 8 presentaron color amarillo y sabor dulce, de la 9 a la 11 color amarillo marrón y sabor agri dulce. Mientras que la colecta 10 tiene en el ápice una hendidura redonda, propia del genotipo; y, las colectas 12 a la 16 fueron de color verde, cada una con sus diferencias, pertenecientes al genotipo, la 12 es dulce.

DISCUSIÓN

En el nanche silvestre, el peso de los frutos varía de 1.8 hasta 3.8 g; considerando que son árboles que desarrollan en zonas con pendiente, suelos degradados o utilizados para reforestación (Bayuelo-Jimenez *et al.* 2006). Al respecto, en el presente trabajo se encontraron colectas 1 y 16, con 4.35 g de peso promedio, valores que son superiores. Pero en árboles de traspatio, se reportan pesos promedio de 4.65 g (Maldonado *et al.* 2020), valor que es menor al que tiene en promedio la colecta 1.

El diámetro polar y ecuatorial de los frutos de nanche, otorgan el índice de forma y en algún futuro la envoltura a utilizar. Al respecto, Maldonado *et al.* (2020) y Medina-Torres *et al.* (2015), indican que la forma del fruto determina la preferencia del consumidor; ya que frutos con diámetro polar y ecuatorial de 1.69 y 1.96 cm en promedio, con índice de 0.86 y forma de drupa globosa u oblonga (Carvalho y Nascimento 2013), lo que coincide con lo encontrado en esta investigación y con lo reportado por Bayuelo-Jiménez *et al.* (2006) y Medina-Torres *et al.* (2004). El fruto tiene un patrón de maduración climático, se consume principalmente en fresco; una vez maduro es perecedero; lo que exige el uso de tecnologías que retrasen la senescencia y aumenten la vida de anaquel (Kader 2005, Lima *et al.* 2009). Por lo que las colectas 4, 5 y 6 presentan el ápice mucronado, además la 8 está ligeramente cónica, por lo que se descartan; debido a los daños mecánicos que se provocarían entre ellos. Para el transporte y manipulación se requiere utilizar empaques (Maciel *et al.* 2008, Rueda 2009), lo cual es un área que requiere investigación en frutos de nanche.

La cantidad de pulpa en estos frutos es importante, debido a su tamaño; investigaciones mencionan que genotipos evaluados en diferentes lugares, reportan que frutos con 89.47% de pulpa en relación a su peso tienen calidad comercial y de exportación (Maldonado *et al.* 2020). Pero la calidad depende de muchos factores, como la apariencia y cantidad de producto a consumir. Mientras que otros estudios mencionan que algunos genotipos de nanche presentan entre 16.7 y 13.5% de pulpa (Bayuelo-Jiménez *et*



Figura 1. Variación morfológica de frutos y semillas de nanche (*B. crassifolia* (L.) H. B. K.) silvestre, de las 16 colectas.

al. 2006), lo que define el tamaño del fruto. Los frutos de nanche silvestre variaron entre 68.42 y 90.99% de pulpa; lo que indica que todas son aptas para su comercialización y consumo en fresco o procesadas, siendo una ventaja para la zona donde se desarrollan éstas especies, debido a que son una alternativa viable de producción. Al respecto, Freire et al. (2008) y Maldonado et al. (2016) al evaluar frutos de *Malpighia emarginata* D.C. y *M. mexicana* A. Juss.

dos especies de la misma familia del nanche, mencionan la relación de pulpa que presentan los frutos aptos para consumo en fresco y procesados; siendo desde 41.93%. Caso contrario a lo que afirman Bayuelo-Jiménez et al. (2006), donde presentan porcentajes desde 83.3 a 86.85% de semilla en relación al peso. En otras especies se dice que cuando los frutos presentan semilla grande o en mayor número, la proporción de pulpa es menor (Márquez et al. 2012,

Ceballos y Montoya 2013, Nolasco-González et al. 2019), lo cual es común en especies poco evaluadas o silvestres.

Las Malpighiaceae se caracterizan por presentar frutos con uno a tres embriones (Costa et al. 2003), ya sean en una sola semilla o separadas, según la especie. Las semillas de los frutos de nanche evaluados presentaron tamaño y forma variable, el peso fue de 0.17 hasta 0.59 g, mientras que la forma define las características del fruto (o viceversa), haciendo a éstos más atractivos (Bayuelo-Jiménez et al. 2006). La semilla de los frutos silvestres evaluados es compacta unida a la parte comestible (Maldonado-Peralta et al. 2016), aún en las colectas con frutos alargados y ápice cónico. El número de embriones por endocarpio varió de 0 a 3, pero el desarrollo de éstos no interfiere en el del fruto, debido a que la testa de la semilla se desarrolla y permite el crecimiento de la parte comestible. Cabe mencionar que donde no desarrolla embrión, se encuentra sólo el saco embrionario o un espacio vacío (Nassif y Cícero 2006, Maldonado et al. 2016) y donde se encuentra el embrión, éste es compacto y cubre todo el espacio interno de la semilla. En esta investigación, los embriones tuvieron un diámetro polar promedio de 3.22 a 4.87 mm y ecuatorial de 2.67 a 4.71 mm.

Con respecto al color, este estudio contradice a lo reportado por Rivas-Castro et al. (2019), quienes afirman que frutos de color verde son más alargados que anchos y lo contrario para los amarillos. Al

respecto las colectas 12, 13, 14, 15 y 16 tuvieron frutos de color verde, mismos que presentaron frutos más anchos que largos y algunos de sabor agri dulce, con excepción de la colecta 12 tiene sabor dulce. En los frutos amarillos algunas colectas coinciden con lo reportado por Medina-Torres et al. (2004), quienes indican que el consumidor prefiere frutos dulces o agri dulces. Pero las especies silvestres se caracterizan por mantener su sabor agri dulce como lo fueron los frutos con color amarillo marrón.

CONCLUSIONES

Se encontró variación morfológica en los frutos silvestres evaluados, las colectas que presentaron frutos con mejores características de tamaño y forma, fueron la 3 y 12, pudiéndose elegir para cultivos establecidos; además, la 3 tiene color amarillo y la 12 verde, lo que las hace más atractivas a la vista del consumidor. Las colectas 4, 5, 6 y 8 no se recomiendan para consumo en fresco, por la forma que presentan, tienen ápice cónico, lo que provocaría daños mecánicos al manipular los frutos y las semillas tienen forma similar, lo que dañaría el paladar. El nanche silvestre presenta variación en forma, tamaño y color, relacionados con el fenotipo y ambiente de producción; siendo esto importante, para la selección de especies, propagación y mejoramiento.

LITERATURA CITADA

- Aguilera-Arango GA, Del Toro AJM, Ordúz-Rodríguez JO (2020) Acerola (*Malpighia emarginata* D.C.): Fruta promisorio con posibilidades de cultivo en Colombia. Una revisión. Avances en Investigación Agropecuaria 24: 7-22.
- Bayuelo-Jiménez JS, Lozano RJC, Ochoa IE (2006) Caracterización morfológica de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth nativa de Churumuco, Michoacán, México. Revista Fitotecnia Mexicana 29: 31-36.
- Caballero RA, Vela G, Pérez J, Escobar R, Ballinas J (2012) Uso de nanche, *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, en gelatina artesanal para niños. Etnobiología 10: 50-55.
- Carvalho SPM, Camargo N, Bastos VJ, Bacelar LCG, Mattos AKG, Ruffo RS (2016) Harvesting period of Murici (*Byrsonima crassifolia* Kunth) fruit in relation to physical and chemical parameters evaluated during fruit development. Scientia Horticulturae 200: 66-72.

- Carvalho JEU, Nascimento OWM (2013) Caracterização biométrica e respostas fisiológicas de diásporos de murucizeiro a tratamentos para superação da dormência. *Revista Brasileira Fruticultura* 35: 704-712.
- Ceballos PAM, Montoya BS (2013) Evaluación química de la fibra en semilla, pulpa y cáscara de tres variedades de aguacate. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 11: 103-112.
- Costa LC, Do Pavani MCDM, Moro FV, Perecin D (2003) Viabilidade de sementes de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.): avaliação da vitalidade dos tecidos. *Revista Brasileira de Fruticultura* 25: 532-534.
- Fernández CN, Rivero MG (2004) Efecto del ácido indolbútrico (AIB) sobre el enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia glabra* L.). *Revista Facultad de Agronomía* 21: 42-46.
- Freire JLO, Lima NA, Freire OAL, Marinus MJV, Dias JT, Silva PJ (2008) Avaliações biométricas de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.) e caracterização dos atributos externos e internos dos frutos. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia* 5: 41-52.
- Guzmán PAM, Cruz CE, Miranda CCA (2013) Germinación de semillas de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 4: 82-89.
- Kader A (2005) Increasing food availability by reducing postharvest losses of fresh produce. *Acta Horticulturae* 682: 2169-2175.
- Lima DeAP, De Figueiredo R, Alves R, Arraes-Maia G, Herbster-Moura C, Machado DeSP (2009) Qualidade físico-química e química de frutos de clones de aceroleira recobertos com filme de PVC e conservados por refrigeração. *Semina: Ciências Agrárias* 30: 867-880.
- Maciel M, DaSilva W, Souza KDe, Melo E, Lima VDe, Pedrosa E (2008) Modificações pós-colheita em frutos de 16 genótipos de aceroleira armazenados sob refrigeração. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 3: 157-163.
- Maldonado PMA, García de los SG, García NJR, Corona TT, Cetina AVM, Ramírez HC (2016) Calidad morfológica de frutos y endocarpios del nanche rojo (*Malpighia mexicana*, Malpighiaceae). *Acta Botánica Mexicana* 117: 37-46.
- Maldonado-Peralta MA, García de los SG, García-Nava JR, Corona-Torres T, CetinaAlcalá VM, Ramírez-Herrera C (2016) Seed viability and vigour of two nanche species (*Malpighia mexicana* and *Byrsonima crassifolia*). *Seed Science and Technology* 44: 1-9.
- Maldonado PMA, Rojas GAR, Torres SN, García de los SG, García NJR, Herrera PJ (2018) Influencia de la testa sobre la imbibición en endocarpios de *Malpighia mexicana* y *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae). *UNED Research Journal* 10: 139-148.
- Maldonado PMA, Sánchez SP, Rojas GAR, Valenzuela LJL, Bottini LMB, Alaniz GL (2020) Caracterización y evaluación de frutos de 'nanche' (*Byrsonima crassifolia* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 11: 151-160.
- Márquez CCJ, Villacorta LV, Yepes BDP, Ciro VHJ, Cartagena VJR (2012) Caracterización fisiológica y físico-química del fruto de la guanábana (*Annona muricata* L. cv. Elita). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 65: 6477-6486.
- Martínez ME, Corona TT, Avitia GE, Castillo GAM, Terrazas T, Colinas LMTB, de la Cruz LE, Medina TR (2010) Caracterización morfológica de hojas de nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K.). *Revista Fitotecnia Mexicana* 33: 15-19.

- Medina-Torres R, Juárez-López P, Salazar-García S, López-Guzmán GG, Ibarra-Sánchez LS, Arrieta-Ramos BG, et al. (2015) Evaluación de calidad en frutos de 41 genotipos de Nanche (*Byrsonima crassifolia*) de Nayarit, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6: 253-264.
- Medina-Torres R, Salazar-García S, Gómez-Aguilar JR (2004) Fruit Quality Indices in Eight Nance [*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.] Selections. *HortScience* 39: 1070-1073.
- Mondin M, De Oliveira CA, Carneiro MLV (2010) Karyotype characterization of *Malpighia emarginata* (Malpighiaceae). *Revista Brasileira de Fruticultura* 32: 369-374.
- Nassif PDS, Cícero MS (2006) Avaliação de sementes de acerola por meio de raios-X. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28: 542-545.
- Nolasco-González Y, Hernández-Fuentes LM, Montalvo GE (2019) Caracterización morfológica y fisicoquímica de frutos de accesiones de guanábanas seleccionadas en Nayarit. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 23: 223-237.
- Rivas-Castro SF, Martínez-Moreno E, Alia-Tejacal I, Pérez-López A (2019) Physical and physiological changes in phenotypes of nane (*Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K.) with different harvest maturity. *Scientia Horticulturae* 256: 108620. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.108620.
- Rueda J (2009) Transporte frigorífico de larga distancia. *Horticultura Internacional* 69: 31-36.
- Sánchez-Urdaneta AB, Colmenares C, Bracho B, Ortega J, Rivero G, Gutiérrez G, Paz J (2007) Caracterización morfológica del fruto en variantes de guayabo (*Psidium guajava* L.) en una finca del municipio Mara, estado Zulia. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 24: 282-302.
- SAS (2011) SAS/STAT[®] 9.3 User's Guide. SAS Institute. Cary, North Carolina. USA. 8621p.
- Seabra PFC, Souza DeSAP, Rodriguez SM De los A, Almeida DaCW, Cardoso DaCHS, Santos LA, Rogex H, de Carvalho JRN (2019) Determination of process parameters and bioactive properties of the murici pulp (*Byrsonima crassifolia*) extracts obtained by supercritical extraction. *The Journal of Supercritical Fluids* 146: 128-135.
- SIAP (2019) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. www.siap.gob.mx. Fecha de consulta: 13 de abril de 2021.
- Tena MM, Navarro-Cerrillo RM, Brizuela TD (2020) Distribution of *Malpighia mexicana* in Mexico and its implications for Barranca del Río Santiago. *Journal of Forestry Research* 32: 1095-1103.
- Tong F, Medina D, Esparza D (1991) Variabilidad en poblaciones de guayaba (*Psidium guajava* L.) del Municipio Mara del estado Zulia. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 8: 15-27.