

CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA DE FRUTOS Y SEMILLAS DE NANCHE (*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.)

E. Martínez-Moreno¹; T. Corona-Torres²; E. Avitia-García¹;
A. M. Castillo-González¹; T. Terrazas-Salgado³; M. T. Colinas-León¹

¹Instituto de Horticultura. Departamento de Fitotecnía. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO. Correo-e: martinezme615@ hotmail.com (*Autor responsable).

²Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Programa de Genética. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.

³ Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Naturales. Programa de Botánica. Km 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Estado de México. C. P. 56240. MÉXICO.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue caracterizar la morfología de frutos y semillas en 23 colectas de nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.), procedentes del estado de Tabasco, México. Para hacer la descripción se utilizaron 22 caracteres que se digitalizaron y en los cuales se hizo la medición, por medio de un analizador de imágenes. Los datos obtenidos se analizaron utilizando los programas SAS y NTSYS. Tres componentes principales explicaron 84.16 % de la variabilidad total. En el dendrograma, con una distancia euclidiana de 5.58, se definieron cinco grupos. El grupo I contiene frutos con mayores grados Brix y porcentaje de pulpa; en el grupo III se tienen frutos con los mayores valores en área, longitud del eje mayor, longitud del eje menor, diámetro feret, peso, grosor de pulpa, peso de pulpa, y las variables relacionadas con la semilla, área, perímetro, longitud del eje mayor, longitud del eje menor, diámetro feret, peso en fresco, peso en seco y el valor HUE. El grupo IV presenta el mayor valor de luminosidad (L) y croma (C). El grupo V presenta el mayor valor del volumen de 25 frutos. Estos resultados muestran la diversidad de nanche existente en Tabasco, México, por lo que la información puede ser útil para la selección de germoplasma.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: diversidad, recursos fitogenéticos, conservación de germoplasma.

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF NANCHE (*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.) FRUIT AND SEEDS

SUMMARY

The objective of the paper was to morphologically characterize the fruits and seeds of 23 collections of nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.), that originated in the state of Tabasco, Mexico. Twenty-two digitalized characters were measured with an image analyzer for the description. The data obtained were analyzed with SAS and NTSYS programs. Three main components explained 84.16% of the total variability. Five groups were defined in the dendrogram, with a Euclidian distance of 5.58. Group I has fruit with the highest Brix degrees and percentage of pulp; Group III has the fruit with the highest area, longitude of the main axis, longitude of the lesser axis, Feret's diameter, weight, pulp thickness, pulp weight, dry weight values and HUE value. Group IV has the highest luminosity (L) and croma (C) values. Group V has the highest volume of 25 fruits. These results demonstrate the diversity of nanche that exists in Tabasco, Mexico. The information may therefore be useful for the selection of germplasm.

ADDITIONAL KEY WORDS: diversity, phylogenetic resources, germplasm conservation

INTRODUCCIÓN

México posee gran riqueza y diversidad de recursos genéticos vegetales que poco se han estudiado. Entre ellos están los frutales nativos de Mesoamérica, que constituyen un importante recurso potencial para nuestro país. Forman parte de la flora autóctona, se cultivan en huertos familiares y en parcelas pequeñas cuya producción generalmente es

para autoconsumo, por lo cual aporta alimento a la población en temporadas determinadas del año (Garriz, 1986; Castelán-Estrada, 1993; Pérez-Portilla y Cruz-León, 1994; Ramírez-Vallejo *et al.*, 2000). En el estado de Tabasco, se mencionan 33 especies subcultivadas (INEGI-CP, 1998). En otro estudio, se nombran 81 especies frutales, de ellas 61 se consideran subutilizadas (Castelán-Estrada, 1993). Chavelas-Polito y González-Vicente (1985) mencionan que

en el sureste mexicano se citan 81 especies de árboles forestales que producen frutos comestibles; muchas de éstas se encuentran en fase de semidomesticación y de semicultivo (Ramírez-Vallejo *et al.*, 2000). Uno de estos frutales es el nanche, que se considera nativo de Mesoamérica y es poco conocido en México y en el mundo (Hernández-Xolocotzi, 1985; Ramírez-Vallejo *et al.*, 2000). Actualmente tiene gran importancia, ya que ofrece diversos satisfactores a la población, principalmente como alimento, medicinal, ornamental, construcción, maderable y combustible (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999; Cordero y Boshier, 2003; Medina-Torres *et al.*, 2004). México posee gran diversidad genética, manifestada por la alta distribución, tanto a nivel latitudinal como en altitud; así como en diferentes condiciones edáficas y climáticas donde prospera, por lo que es considerada una planta muy rústica (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999), por su gran adaptación a diferentes condiciones ambientales, incluso en suelos muy degradados.

En cuanto a los aspectos biológicos del nanche, existen diferencias en forma y tamaño de los árboles, tamaño, forma y color de fruto, así como sabor y consistencia de la pulpa (Medina-Torres *et al.*, 2004), por lo que para su estudio sistemático e integral se ha considerado la aplicación de las herramientas del análisis multivariado para ordenar la variación y diferenciar grupos de poblaciones con características similares o con cierto grado de parentesco. El objetivo de este trabajo fue caracterizar poblaciones de nanche de la Región Sierra del estado de Tabasco para contribuir al conocimiento de la diversidad específica, considerando características morfométricas de fruto y semilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron datos de 23 árboles silvestres y semicultivados de la Región Sierra del estado de Tabasco, México, durante los meses de julio y agosto de 2003. La ubicación específica así como el *status* cultural se indica en el Cuadro 1. De cada árbol se tomaron 25 frutos, seleccionados de los cuatro puntos cardinales. Para la obtención de imágenes en un solo plano de los frutos y semillas se digitalizaron con un equipo (escáner) marca EPSON PERFECTION modelo 2400 PHOTO. Para lograr mayor nitidez de las imágenes se utilizó el programa Adobe Photoshop versión 7.0 y se midieron con el analizador Image Tool versión 3.0 (Wilcox *et al.*, 2002), para luego generar las variables relacionadas con el fruto y la semilla.

Las variables que se registraron en los frutos fueron: área (AF), longitud del eje mayor (LEMYF), longitud del eje menor (LEMNF), redondez (RF), diámetro feret (DFF). [Se refiere al diámetro de un círculo que tiene la misma área que el objeto y se obtiene con la fórmula: $\sqrt{4 \times \text{área} / \pi}$] (Wilcox *et al.*, 2002), peso de 25 frutos (P25F), grosor de pulpa (GP), peso de pulpa (PP), volumen de 25 frutos (V25F), °Brix (BRIX), relación peso de fruto/peso de semilla en fresco (PFPSF), porcentaje de pulpa (PULPA). Para su

medición también se empleó un calibrador electrónico digital, un refractómetro manual marca ATAGO y una báscula granataria de triple barra marca OHAUS. El color de fruto se evaluó con un colorímetro Color Tec-PCM Modelo D25-PC2, mismo que generó lecturas en la escala Hunter Lab: L, a y b. El valor "L" se refiere a la brillantez o luminosidad y toma valores de 0 % para colores totalmente oscuros hasta 100 %, lo cual expresa máxima brillantez; "a" se refiere a tonalidades que van desde el color verde (-) hasta el rojo (+), y "b" se refiere a colores que van desde el azul (-) hasta el amarillo (+). Con estos valores se determinó el tinte (Hue o ángulo de tono) y la pureza del color o croma. Los datos se expresaron en valores de L, Croma y Hue (McGuire, 1992); donde luminosidad es la capacidad de reflejar la luz a partir del valor L dado por el colorímetro. El valor de croma (C) es de cero en el centro y se incrementa a medida que se aleja de éste, el cual se obtuvo con la

siguiente fórmula $C = \sqrt{a^2 + b^2}$. El ángulo de tono (Hue)

se expresó en grados, en donde el color puede ser rojo, amarillo, verde o azul y se obtuvo con la siguiente fórmula

(Hue) = $\theta = \tan^{-1}(b/a)$. Las variables relacionadas con la semilla fueron: área (AS), perímetro (PS), longitud del eje

CUADRO 1. Datos de pasaporte de las accesiones de nanche estudiadas.

Accesión	Status Cultural	Altitud (msnm)	Latitud	Longitud
1	T ^z	316	17° 29' 30.6"	92° 57' 39.9"
2	F	71	17° 33' 24.2"	92° 57' 2.2"
3	F	22	17° 47' 56.0"	92° 58' 48.5"
4	F	22	17° 47' 31.0"	92° 56' 53.0"
5	T	38	17° 33' 22.4"	92° 56' 53.2"
6	F	305	17° 29' 27.1"	92° 57' 42.2"
7	T	68	17° 33' 48.5"	92° 56' 17.6"
8	T	312	17° 29' 31.4"	92° 57' 39.9"
9	F	22	17° 47' 31.2"	92° 56' 31.3"
10	T	37	17° 33' 15.4"	92° 56' 53.4"
11	T	37	17° 33' 15.4"	92° 56' 53.6"
13	T	37	17° 33' 15.1"	92° 56' 52.3"
14	F	37	17° 3' 14.2"	92° 56' 52.5"
15	F	12	17° 42' 26.4"	93° 00' 38.6"
16	F	12	17° 42' 30.8"	93° 00' 41.1"
17	F	17	17° 42' 16.9"	93° 00' 34.5"
18	T	12	17° 40' 05.0"	92° 59' 25.0"
19	T	45	17° 34' 16.0"	92° 59' 25.0"
20	S	41	17° 34' 16.0"	92° 59' 25.0"
21	S	51	17° 33' 22.3"	93° 00' 09.8"
22	S	41	17° 34' 16.0"	92° 59' 25.0"
23	T	37	17° 38' 59.8"	93° 23' 55.4"
24	F	50	17° 40' 00.9"	93° 24' 21.0"

^zS: Silvestre; T: Tolerado; F: Fomentado.

mayor (LEMYS), longitud del eje menor (LEMNS) y diámetro feret (DFS). Con las medias de los caracteres anteriores se realizó una primer matriz básica de datos (MBD), de la que se obtuvo un análisis de correlación de Pearson con el fin de seleccionar los caracteres altamente correlacionados ($P \leq 0.01$), para luego elaborar una nueva MBD a partir de la cual se hizo un análisis de componentes principales. También se realizó un análisis discriminante canónico para identificar diferencias entre grupos de individuos y entender las relaciones de las variables medidas dentro de los grupos, así como verificar el agrupamiento formado por el análisis de conglomerados. El análisis de la información resultante se llevó a cabo mediante los programas SAS para Windows versión 8.0 y NTSYS versión 2.10p (Broschat, 1979; Crisci y López-Armengol, 1983; Pla, 1986; SAS INSTITUTE INC., 1999; Johnson-Dallas, 2000; Rholf, 1987; Franco e Hidalgo, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de componentes principales

En el Cuadro 2 se muestran los tres componentes principales que describen la mayor variación de los datos, y los valores de la proporción absoluta y acumulada. Las variables que integran estos componentes describen 84.16 % de la variación total de la información de las colectas realizadas. El componente principal 1 (CP1), explica 47.07 % de la variabilidad total; dentro de este componente, las variables que describen esta variación son: área de fruto (AF), longitud del eje mayor del fruto (LEMYF), longitud del eje menor del fruto (LEMNF), diámetro feret del fruto (DFF), área de la semilla (AS), perímetro de semilla (PS), longitud del eje mayor de la semilla (LEMYS), longitud del eje menor de la semilla (LEMNS), diámetro feret de la semilla (DFS) y peso seco de 25 semillas (P25SS). El componente principal 2 (CP2), explica 25.74 % y las variables que describen esta variación dentro de este componente son: peso de 25 frutos (P25F), grosor de pulpa (GP), peso de pulpa (PP), relación peso de 25 frutos/peso de semillas en fresco (PFPSF) y porcentaje de pulpa (PULPA). En el componente principal 3 (CP3), las variables $^{\circ}$ Brix (BRIX), los valores de luminosidad (L) y croma (C) son los que explican 11.35 % de la variabilidad total. Lo anterior indica que la combinación lineal de las variables originales que se representan por los tres componentes principales es de 84.16 % de la variabilidad total existente en los individuos, misma que se obtiene con la medición de las 18 variables. De acuerdo con los eigen vectores, el CP1 se explica por cuatro caracteres ligados al fruto y seis de la semilla; el CP2 es explicado por cinco caracteres ligados al fruto y el CP3 por caracteres relacionados con $^{\circ}$ Brix y color del fruto.

La dispersión de las poblaciones que se muestran en el diagrama bidimensional (Figura 1) en un plano formado por los componentes principales 1 y 2 (72.81 % de la variabilidad total), agrupa las colectas de nanche en cinco

CUADRO 2. Proporción de la varianza global, vectores y valores propios de los primeros tres componentes principales en 23 colectas de nanche de Tabasco, México.

Carácter	CP1	CP2	CP3
AF ²	0.2728	0.1356	-0.1774
LEMYF	0.2743	0.1413	-0.1612
LEMNF	0.2745	0.1463	-0.1590
RF	0.1014	-0.3375	-0.1130
DFF	0.2761	0.1380	-0.1612
P25F	0.2323	0.2528	-0.0168
GP	0.1887	0.3005	0.0295
PP	0.2316	0.2538	-0.1739
V25F	-0.2227	-0.1279	-0.1030
BRIX	0.0948	0.1641	0.2679
PFPSF	-0.0341	0.3911	0.1041
PULPA	-0.0062	0.3971	0.0677
AS	0.2531	-0.2010	0.1460
PS	0.2682	-0.1661	0.1061
LEMYS	0.2515	-0.1911	0.1424
LEMNS	0.2572	-0.1847	0.1707
DFS	0.2598	-0.1880	0.1527
P25SF	0.2400	-0.2032	-0.1163
P25SS	0.2798	-0.0817	0.1029
L	-0.0113	-0.0139	0.5636
C	-0.0296	0.0875	0.5674
HUE	0.1236	-0.0670	-0.0989
Valor propio	10.3544	5.6631	2.4967
Varianza explicada (%)	47.07	25.74	11.35
Variación acumulada (%)	47.07	72.81	84.16

²AF: área de fruto; LEMYS: longitud del eje mayor de fruto; LEMNF: longitud del eje menor de fruto; RF: redondez de fruto; DFF: diámetro feret de fruto; P25F: peso de 25 frutos; GP: grosor de pulpa; PP: peso de pulpa; V25F: volumen de 25 frutos; BRIX: $^{\circ}$ Brix; PFPSF: relación peso de 25 frutos/peso de 25 semillas en fresco; PULPA: porcentaje de pulpa; AS: área de semilla; PS: perímetro de semilla; LEMYS: longitud del eje mayor de semilla; LEMNS: longitud del eje menor de semilla; DFS: diámetro feret de semilla; P25SF: peso de 25 semillas en fresco; P25SS: peso de 25 semillas en seco; L: luminosidad; C: croma y HUE: tinte.

grupos. Con respecto al componente principal 1 (CP1) el grupo III está más alejado de la media tomando valores positivos. Los individuos que conforman este grupo presentan las características más favorables de todas las colectas, particularmente en los caracteres de peso de fruto y pulpa. En tanto, el grupo V toma valores negativos y está más alejado de la media, y está constituido por una colecta que se caracteriza por presentar los caracteres más desfavorables de todas las colectas estudiadas (Cuadro 3). Los individuos que conforman los grupos I, II y IV están sobre la media general. En cuanto al componente principal 2 (CP2) se destacan las colectas 3 y 5 agrupadas en el grupo I que forman un subgrupo que se corrobora por la similitud mostrada en el dendrograma (Figura 2), se encuentran más alejadas de la media y dentro del grupo I presentan los mayores valores principalmente en los caracteres de peso de fruto y pulpa. Cercano a la media se encuentran los individuos que integran el grupo III y algunas de los grupos I y II.

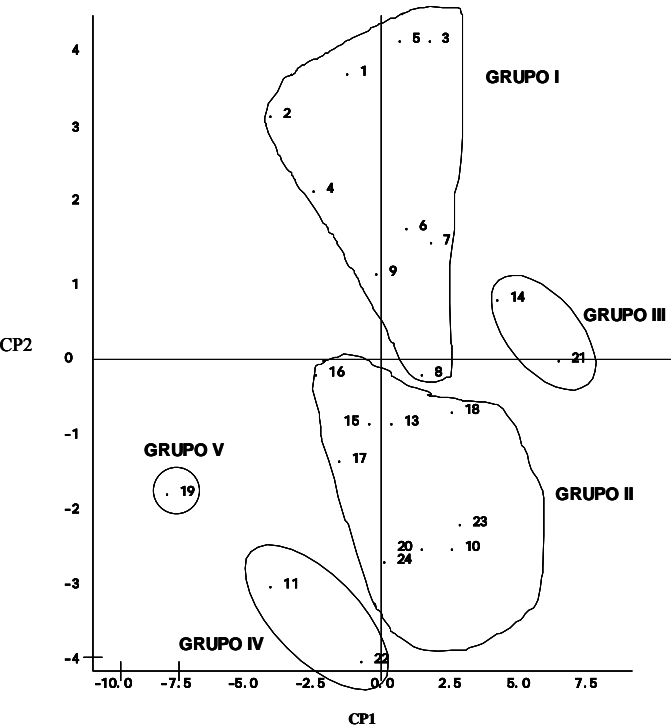


FIGURA 1. Diagrama de dispersión de 23 colectas de nanche con base en los componentes principales 1 y 2.

Análisis de conglomerados jerárquico

En la Figura 2 se muestra el dendrograma de ligadura completa de 23 colectas de nanche, en donde se consideró una distancia euclidiana de 5.58 para determinar los diferentes grupos con características morfométricas similares. Lo anterior se hizo de acuerdo con el criterio cúbico de agrupamiento y el pseudoestadístico T² (Johnson-Dallas, 2000) y se definieron cinco grupos principales. En términos generales, la agrupación coincidió con los grupos proyectados por los componentes principales 1 y 2 del diagrama bidimensional (Figura 1). Después de haber obtenido los grupos, se realizó un concentrado de las medias de los caracteres evaluados por cada grupo formado en el dendrograma, para definir las similitudes y diferencias entre caracteres de cada grupo (Cuadro 3). El grupo I está conformado por las colectas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. Los frutos presentan diferentes colores como el rojo, amarillo, verde y anaranjado. Estos frutos se diferencian por presentar los mayores valores en °Brix, relación peso de fruto/peso de semilla en fresco y porcentaje de pulpa. El grupo II está formado por las colectas 10, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23 y 24. El grupo III está formado por las colectas 14 y 21; en éstas el color de fruto es verde y tienen distintas procedencias, se caracteriza por presentar los mayores

CUADRO 3. Medias de los caracteres morfométricos de fruto y semilla de nanche (*Byrsonima crassifolia*) generado por el análisis de agrupamiento y corroborado con el dendrograma, así como la prueba de Tukey.

Grupo	AF	LEMYF	LEMNF	RF	DFF	P25F	GP	PP
1	3.78 b ^z	2.24 b	2.17 b	0.88 ab	2.19 b	110.9 abc	6.6 ab	110.2 abc
2	3.80 b	2.23 b	2.17 b	0.85 b	2.19 b	137.9 ab	5.6 a	137.36 ab
3	5.19 a	2.63 a	2.54 a	0.89 a	2.57 a	158.7 a	7.0 a	158.01 a
4	2.90 bc	1.96 bc	1.89 bc	0.88 ab	1.92 bc	74.5 bc	4.3 b	73.81 bc
5	2.49 c	1.82 c	1.75 c	0.88 ab	1.78 c	57.0 c	4.1 b	56.60 c
DMS	1.20	0.34	0.34	0.03	0.34	64.07	1.66	63.94

^zValores con igual letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una P≤0.05

Continúa...

Grupo	V25F	BRIX	PFPSF	PULPA	AS	PS	LEMYS	LEMNS
1	114.7 b	7.3 a	4.34 b	81.16 bc	0.67 a	3.48 a	1.01 a	0.91 a
2	113.2 b	7.9 a	9.36 a	89.85 a	0.59 ab	3.24 ab	0.94 ab	0.85 ab
3	109.4 b	7.2 a	5.82 ab	85.34 ab	0.73 a	3.7 a	1.05 a	0.96 a
4	130.5 a	6.4 a	3.83 b	79.23 c	0.69 a	3.45 a	1.02 a	0.92 a
5	142.5 a	3.2 b	4.7 b	82.46 bc	0.40 b	2.61 b	0.78 b	0.69 b
DMS	15.48	2.04	4.48	5.91	0.26	0.65	0.21	0.18

^zIdem

Continúa...

Grupo	DFS	P25SF	P25SF	L	C	HUE
1	0.92 a	20.81 a	9.27 a	42.96 ab	31.80 ab	104.39 ab
2	0.86 ab	13.99 ab	8.22 ab	51.70 ab	46.57 ab	67.68 b
3	0.96 a	23.25 a	10.55 a	44.50 ab	30.58 ab	228.62 a
4	0.93 a	15.4 ab	7.65 ab	62.12 a	53.84 a	78.8 b
5	0.71 b	10.0 b	14.2 b	38.09 b	20.47 b	43.52 b
DMS	0.18	9.94	4.35	23.83	26.94	146.37

^zIdem

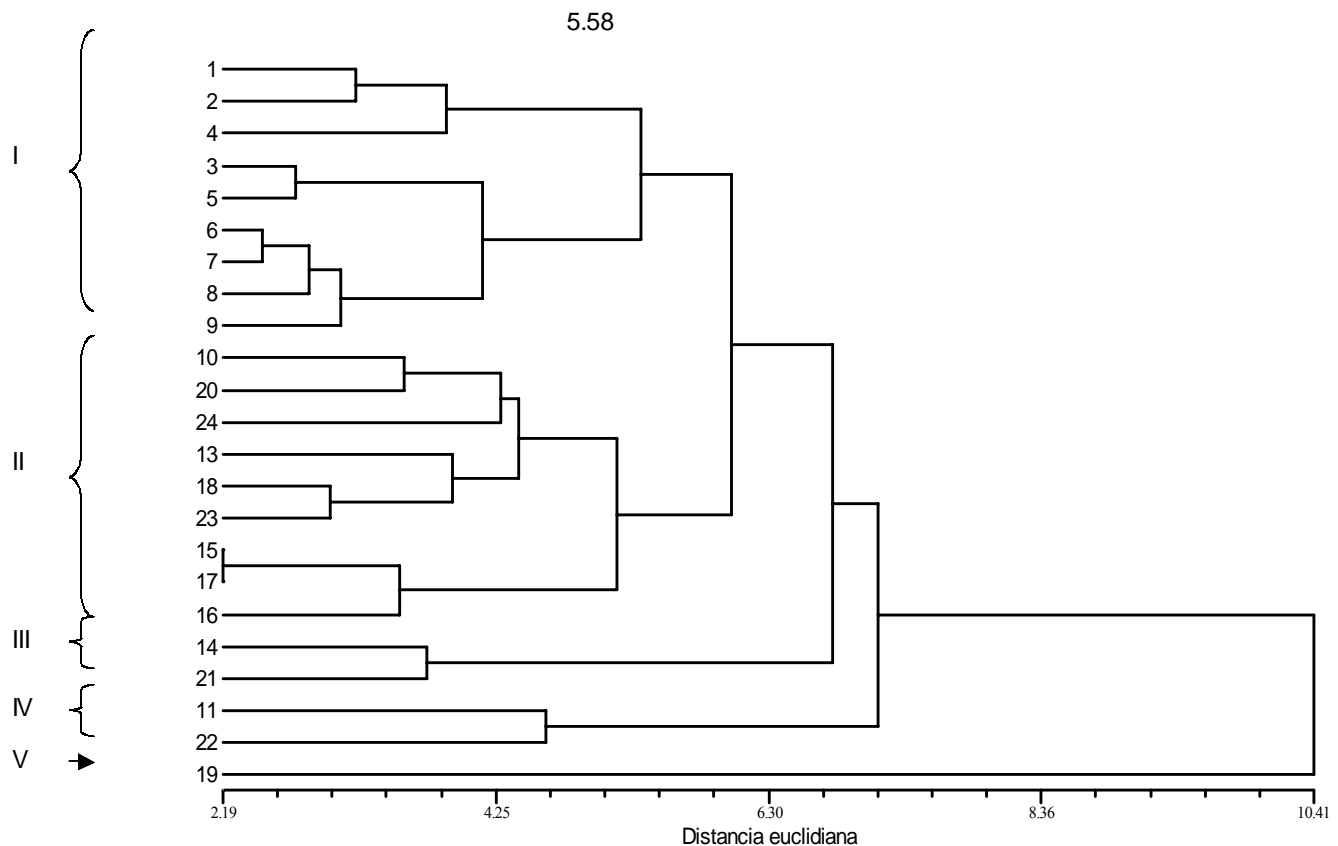


FIGURA 2. Dendrograma obtenido del análisis de agrupamiento con el método de UPGMA para 22 caracteres morfométricos de fruto y semilla de 23 colectas de nanche procedentes de Tabasco, México, con base en distancias euclidianas.

valores en las variables asociadas a fruto: área, longitud del eje mayor, longitud del eje menor, diámetro feret, peso, grosor de pulpa, peso de pulpa, y asociadas a semilla: área, perímetro, longitud del eje mayor, longitud del eje menor, diámetro feret, peso en fresco, peso en seco y el valor HUE. El grupo IV contiene las colectas 11 y 22; el color del fruto de ambas colectas es amarillo con distintas tonalidades y tamaño. Este grupo difiere de los demás porque presenta el mayor valor de luminosidad (L) y croma (C). Además tienen los menores valores de la relación peso de 25 frutos/peso de 25 semillas en fresco, y en el porcentaje de pulpa; el grupo V lo constituye únicamente la colecta 19, la cual se localiza en un huerto familiar; el color del fruto es rojo y se caracteriza por tener los menores valores en las variables asociadas a éste: área, longitud del eje mayor, longitud del eje menor, diámetro feret, peso, grosor de la pulpa, peso de pulpa, °Brix, así como variables relacionadas a semilla: área, perímetro, longitud del eje mayor, longitud del eje menor, diámetro feret, peso en fresco, peso en seco, y variables relacionadas con el color de fruto: L, C y HUE. En el Cuadro 4 se presenta el nivel de significancia de las variables dentro de cada grupo, así como su coeficiente de variación.

La longitud del fruto tuvo un intervalo de variación de 1.82 a 2.63 cm, con un promedio de 2.22. Estos resultados

son contrastantes con los obtenidos por otros autores y son superiores a los reportados por Garriz (1986), quien mencionó valores de 1.2 a 2.2 cm de diámetro, con un promedio de 1.7 cm; los citados por Sánchez-Vélez (1986) de 0.7 a 1.3 cm de largo; Cavalcante (1996), quien mencionó valores de 1.2 a 2 cm y los citados por Sauri-Duch (2001) de 1.5 a 2 cm de diámetro. Se encuentran dentro del intervalo los valores de 1.7 a 2 cm citados por Niembro-Rocas *et al.* (2004). Por otra parte, Medina-Torres *et al.* (2004) encontraron en las selecciones evaluadas frutos de nanche que varían en longitud de 1.62 a 2.29 cm. Esto muestra la variabilidad existente en el fruto para este carácter en diferentes regiones de México.

La anchura promedio del fruto fue de 1.75 a 2.55 cm; estos valores coinciden con los citados por Medina-Torres *et al.* (2004) de 1.68 a 2.48 cm, en tanto que el grosor de pulpa (mesocarpio) tuvo un intervalo de 4 a 7 mm, lo cual se encuentra dentro de los valores reportados por Cavalcante (1996), quien menciona valores de 5 mm.

En cuanto a la relación longitud/anchura de fruto varió de 1.03-1.04, notando con esto que los frutos tienden hacia la redondez, lo que se corrobora con los valores encontrados para la variable redondez del fruto. Estos valores contrastan con los encontrados por Medina-Torres *et al.* (2004), los cuales variaron desde 0.84 a 1.0.

CUADRO 4. Cuadrados medios y nivel de significancia del análisis de varianza entre y dentro de grupos de 22 caracteres de nanche de Tabasco, México.

Variable	CM entre grupos	Coefficiente de Variación (CV)
AF ^z	1.8056**	11.15
LEMYF	0.1589**	5.41
LEMNF	0.1519**	5.53
RF	0.0014**	1.40
DFF	0.1506**	5.56
P25F	3688.031**	18.70
GP	3.9876**	9.71
PP	3684.4882**	18.76
V25F	323.5275**	4.67
BRIX	5.4662**	9.81
PFPSF	33.3947**	24.55
PULPA	104.2140**	2.44
AS	0.0283*	14.80
PS	0.2712*	6.77
LEMYS	0.0183*	7.82
LEMNS	0.0168*	7.23
DFS	0.0153*	7.29
P25SF	85.1265**	20.02
P25SS	8.5365*	17.74
L	218.2088*	17.43
C	476.9099**	24.29
HUE	11592.7324*	53.50

*Significativa al 5 %; **Significativa al 1%.

^zAF: área de fruto; LEMYF: longitud del eje mayor de fruto; LEMNF: longitud del eje menor de fruto; RF: redondez de fruto; DFF: diámetro feret de fruto; P25F: peso de 25 frutos; GP: grosor de pulpa; PP: peso de pulpa; V25F: volumen de 25 frutos; BRIX: °Brix; PFPSF: relación peso de 25 frutos/peso de 25 semillas en fresco; PULPA: porcentaje de pulpa; AS: área de semilla; PS: perímetro de semilla; LEMYS: longitud del eje mayor de semilla; LEMNS: longitud del eje menor de semilla; DFS: diámetro feret de semilla; P25SF: peso de 25 semillas en fresco; P25SS: peso de 25 semillas en seco; L: luminosidad; C: croma y HUE: tinte.

El peso de pulpa promedio de fruto varió de 2.26 a 6.32 g. Al respecto, estos valores son inferiores a los encontrados por Medina-Torres *et al.* (2004), que son de 4.15 a 8.87 g. La posible explicación de lo contrastante de los datos para este carácter se debe a que estos autores trabajaron con selecciones, lo que involucra cierto grado de domesticación. Este carácter y muchos otros son favorecidos cuando el hombre selecciona características de los frutales que le son útiles, como por ejemplo, sabor, tamaño de fruto y mayor rendimiento, y que conforme pasa el tiempo su expresión fenotípica se manifiesta en mayor medida en las selecciones (Casas *et al.*, 1999; Jin *et al.*, 1999); sin embargo, en el presente trabajo se utilizaron árboles localizados en el campo en condición silvestre, así como en huertos familiares. El proceso de domesticación está asociado con el cultivo de una especie en condiciones ambientales controladas fuera de las poblaciones silvestres (Casas *et al.*, 1999). En el caso particular de los frutales, este proceso conduce a cambios en ciertos caracteres, principalmente del fruto, ya que es el principal órgano de interés para el hombre, por lo que a lo

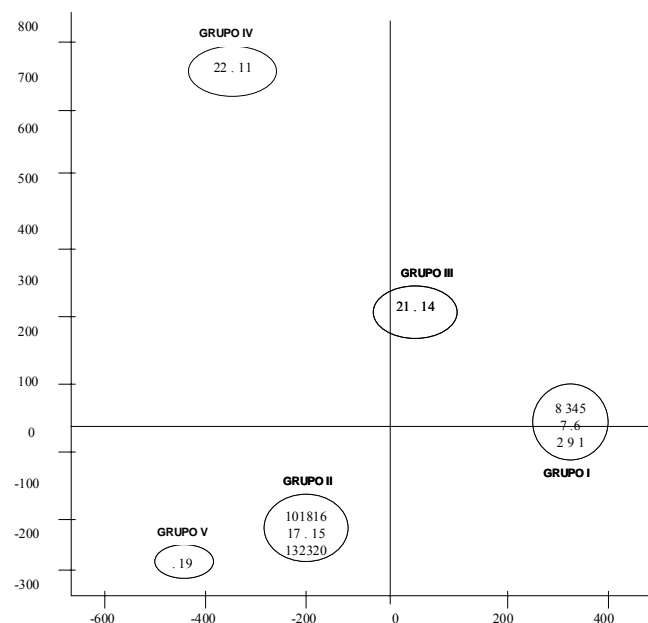


FIGURA 3. Distribución de las colectas de nanche en función de las variables canónicas CAN1 y CAN2.

largo de los años, éstos presentarán frutos de mayor tamaño, mayor porcentaje de pulpa, mejor sabor y menor tamaño de semilla.

El peso de la semilla en fresco estuvo en un intervalo de 0.4 a 0.93 g y el peso en seco varió de 0.17 a 0.42 g. Medina-Torres *et al.* (2004) mencionan que el peso de la semilla de las selecciones fueron de 0.13 a 0.40 g.

La relación peso de pulpa/peso de semilla fue de 5.56 a 6.79. Estos valores son menores a los reportados por Medina-Torres *et al.* (2004), los cuales varían de 7.2 a 30.5.

Los sólidos solubles totales (°Brix) encontrados variaron de 3.2 a 7.9, que son inferiores a los reportados por Medina-Torres *et al.* (2004), siendo de 7.6 a 12.2. Villachica (1996) reporta valores de 4.4; éstos se encuentran dentro del intervalo obtenido en este trabajo. En los grupos I, II, III y IV, los °Brix variaron de 6.4 a 7.9, que son superiores a lo mencionado por Villachica (1996); sin embargo, en el grupo V se determinó un valor de 3.2, inferior a lo mencionado por dicho autor, lo cual comprueba que los valores de este carácter, también se incrementan conforme se avanza en la domesticación de la especie.

El pH del jugo del fruto fue de 3.50 a 4.38. Estos valores son ligeramente superiores a los citados por Medina-Torres *et al.* (2004) que variaron de 2.6 a 4.0, y Villachica (1996) cuyo valor reportado es de 2.8.

La relación de sólidos solubles totales/pH fue de 0.91 a 2.0, y resultó inferior a los reportados por Medina-Torres *et al.* (2004) de 2.0 a 4.0.

En la Figura 3 se grafica la variable canónica 1 (CAN1) contra la variable canónica 2 (CAN2) y se percibe que existe homogeneidad en la distribución de los cinco grupos formados que se presentan en el dendrograma (Figura 2); la distribución de las colectas y su agrupación concuerda con la dispersión de las mismas (Figura 1). La distancia entre los grupos es la siguiente: grupo 1 y 2 de 4.54; grupo 1 y 3 de 4.0; grupo 1 y 4 de 2.52; grupo 1 y 5 de 1.34; grupo 2 y 3 de 1.72; grupo 2 y 4 de 2.95; grupo 2 y 5 de 1.08; grupo 3 y 4 de 1.70; grupo 3 y 5 de 1.0; grupo 4 y 5 de 7.56.

CONCLUSIONES

De 23 accesiones evaluadas, tres componentes principales explicaron 84.16 % de la variabilidad total, la cual está dada por 18 caracteres morfométricos.

A una distancia euclidiana de 5.58 se definieron cinco grupos con base en características de fruto y semilla. Se destaca el grupo III que agrupa a las colectas 14 y 21, las cuales poseen caracteres favorables, particularmente en peso de fruto y pulpa. Esta información es útil para la identificación de árboles de nanche con fines de selección.

LITERATURA CITADA

- BROSCHAT, T. K. 1979. Principal component analysis in horticultural research. *HortScience* 14(2): 114-117.
- CASAS, A.; CABALLERO, J.; VALIENTE-BANUET, A.; SORIANO, J. A.; DÁVILA, P. 1999. Morphological variation and the process of domestication of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in Central Mexico. *Amer. J. Bot.* 86(4): 522-533.
- CASTELÁN-ESTRADA, M. 1993. Especies frutales de la Chontalpa, Tabasco: Aprovechamiento actual y potencial. *Agrociencia* 3(3): 81-93.
- CAVALCANTE, P. B. 1996. Frutas Comestíveis da Amazônia. Museu Paraense Emílio Goeldi. Coleção Adolpho Ducke. Belém – Pará, Brasil. 279 p.
- CHAVELAS-POLITO, J.; GONZÁLEZ-VICENTE, C. E. 1985. Catálogo de Árboles Forestales del Sureste de México que Producen Frutos Comestibles. SARH-INIF. Catálogo Núm. 10. D. F., México. 22 p.
- CORDERO, J.; BOSHIER D. H. (eds.). 2003. Árboles de Centroamérica. Un Manual para Extensionistas. Instituto Forestal de Oxford-CATIE. San José, Costa Rica. 1079 p.
- CRISCI, J. V.; LÓPEZ-ARMENGOL, M. F. 1983. Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica. Secretaría General de la Organización de los Estados Unidos Americanos. Washington, D. C., U. S. A. 132 p.
- FRANCO, T. L.; HIDALGO, R. (eds.). 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín Técnico Núm. 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. 89 p.
- GARRIZ, P. I. 1986. Estudio de algunos caracteres morfológicos del nanche (*Byrsonima crassifolia* L.). *Revista Centro Agrícola* 8(4): 82-91.
- GONZÁLEZ-ANDRÉS, F. 2001. Caracterización morfológica, pp. 199-217. In: Conservación y Caracterización de Recursos Fitogenéticos. GONZÁLEZ-ANDRÉS, F.; PITA V., J. M. (eds.). Publicaciones Instituto Nacional de Educación Agrícola. Valladolid, España.
- HERNÁNDEZ-XOLOCOTZI, E. 1985. Biología Agrícola. Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología. CECSA. D. F., México. 62 p.
- INEGI-CP. 1998. Recursos Agrícolas del Trópico y Subtrópico Mexicano. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. D. F., México. 174 p.
- JIN, CH.; YIN-CHUN, S.; GUI-QIN, CH.; WEN-DUN, W. 1999. Ethnobotanical studies on wild edible fruits in Southern Yunnan: Folk names; nutritional value and uses. *Economic Botanic* 53(1): 2-14.
- JOHNSON-DALLAS, E. 2000. Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos. Internacional Thomson Editores. D. F., México. 566 p.
- MCGUIRE, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience* 27(12): 1254-1255.
- MEDINA-TORRES, R.; SALAZAR-GARCÍA, S.; GÓMEZ-AGUILAR, J. R. 2004. Fruit quality indices in eight nance [*Byrsonima crassifolia* (L.) H.B.K.] selections. *HortScience* 39(5): 1070-1073.
- NIEMBRO-ROCAS, A.; MORATO I.; CUEVAS-SÁNCHEZ, J. A. 2004. Catálogo de Frutos y Semillas de Árboles y Arbustos de Valor Actual y Potencial para el Desarrollo Forestal de Veracruz y Puebla. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 928 p.
- PÉREZ-PORTILLA, E.; CRUZ-LEÓN, A. 1994. Los huertos familiares en la zona centro de Veracruz. *Revista Geografía Agrícola* 20: 89-107.
- PLA, L. E. 1986. Análisis Multivariado: Método de Componentes Principales. Departamento de Producción Vegetal. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Coro, Falcón, Venezuela. 93 p.
- RAMÍREZ-VALLEJO, P.; ORTEGA-PACZKA, R. A.; LÓPEZ-HERRERA, A.; CASTILLO-GONZÁLEZ, F.; LIVERA-MUÑOZ, M.; RINCÓN-SÁNCHEZ, F.; ZAVALA-GARCÍA, F. (eds.). 2000. Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura. Informe Nacional. SNICS-SOMEFI, A. C. Chapingo, México. 130 p.
- ROHLF, F. J. 1987. NTSYSpc. Microcomputer programs for numerical taxonomy and multivariate analysis. *Amer. Statistician*, 41: 330 pp.
- SÁNCHEZ-VÉLEZ, A. 1986. El nanche (*Byrsonima crassifolia* L.) y otros elementos reforestadores no convencionales para los trópicos secos. *Revista Chapingo* 50-51: 33-41.
- SAS INSTITUTE INC. 1999. SAS/STAT user' guide. Release 8.0 edition. North Carolina, USA. 1289 pp.
- SAURI-DUCH, E. 2001. Frutas Exóticas de la Península de Yucatán. Consejo Nacional del Sistema de Educación Tecnológica-Instituto Tecnológico de Mérida. Mérida, Yucatán, México. 108 p.
- VÁZQUEZ-YANES, C.; BATIS-MUÑOZ, A. I.; ALCOCER-SILVA, M. I.; GUAL-DÍAZ, M.; SÁNCHEZ-DIRZO, C. 1999. Árboles y Arbustos Potencialmente Valiosos para la Restauración Ecológica y la Reforestación. CONABIO. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. D. F., México. 311 p.
- VILLACHICA, H. 1996. Frutales y Hortalizas Promisorias de la Amazonia. Lima, Perú. 367 p.
- WILCOX, C. D.; DOVE, S. B.; McDAVID, W. D.; GREER, D. B. 2002. UTHSCSA. Image Tool versión 3.0. University of Texas Health Center. San Antonio, Texas, USA. 56 p.