

Evaluación de propiedades químico-físicas en nanche (*Byrsonima crassiflora* L.)

Evaluation of Chemical-Physical Properties in Nanche (*Byrsonima Crassiflora* L.)



CU-ID: 2177/v31n3e07

[Ⓜ]Geisy Hernández-Cuello^{I*}, [Ⓜ]Ernesto Ramos-Carbajal^{II}, [Ⓜ]Omar González-Mejías^{II},
[Ⓜ]Jeny Pérez-Petitón^I, [Ⓜ]Leidy L. Monzón-Monrabal^I

^IUniversidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba.

^{II}Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa, Copainalá, Chiapas, México.

RESUMEN: El objetivo del presente trabajo fue la evaluación de propiedades químico-físicas del nanche y la determinación de la calidad en frutos. Los porcentajes de °Brix oscilaron entre 10,03 y 10,35, el pH entre 3,83 y 5,27 y porcentaje de ácido cítrico entre 1,24 y 1,75. El fruto del nanche tiene potencial alimenticio y en la agroindustria, por sus propiedades químicas. Los diámetros polar y ecuatorial de los frutos oscilaron entre 1,41 y 1,98 cm y 1,46 a 2,29 cm respectivamente, siendo los frutos de color amarillo los de mayores diámetros. El índice de madurez o sabor osciló entre 5,73 y 8,18 como promedio, clasificando como ácidos a los frutos rojos y verdes y agridulces a los de color amarillo.

Palabras clave: Postcosecha, calidad de los frutos.

ABSTRACT: The objective of this paper was the evaluation of chemical-physical properties of nanche and the determination of the quality in its fruit. Nanche fruit has food and agroindustry potential due to its chemical properties, with ° Brix percent between 10,03 and 10,35, pH values in fruit in the range of 3,83 to 5,27 and citric acid percent between 1,24 and 1,75. The results show that the polar and equatorial diameters of the fruits ranged between 1,41 and 1,98 cm, and 1,46 and 2,29 cm, respectively. The maturity or ripen index ranged between 5,73 and 8,18 as average, classifying red and green fruits as acid and the yellow fruit as bittersweet.

Keywords: Postharvest, Fruit's Quality.

INTRODUCCIÓN

El nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K., se encuentra desde el Sur hasta el Norte de América según [Martínez et al. \(2008\)](#), de donde es nativo. Recibe diferentes nombres, dependiendo del país o región donde se desarrolla: nance, nancite (América Central), peralejo (Cuba), nanche, nanchi, changunga (México), indano (Perú), muricí (Brasil), golden spoon o golden cherry (eua). *Byrsonima crassifolia* es una especie nativa de México y América Central, perteneciente a la familia Malpighiaceae ([CONABIO-México, 2022](#)).

Esta adaptado a condiciones de sequía y rusticidad de suelos ([Maldonado et al., 2018](#)).

Los frutos son drupas globosas, climatéricos según [Carvalho et al. \(2016\)](#) que presentan forma, color, sabor y tamaño heterogéneo, además de una corta vida

de anaquel. Se emplea como alimento humano y animal, medicinal, combustible, colorante, curtiente, apícola, entre otros ([Guzmán et al., 2013](#)). De sabor agridulce e intrínseco y tienen propiedades nutracéuticas importantes ([Seabra et al., 2019](#)).

[Yirat \(2009\)](#); [Yirat et al. \(2009\)](#); [Rangel et al. \(2010\)](#) señalan que el estudio de las propiedades fisicoquímicas, no solo posibilita valorar a los frutos en la etapa de maduración en el árbol o al momento de la cosecha, sino que también permite estudiar los cambios externos e internos al transitar por los diferentes estados de maduración durante el almacenamiento, que a su vez puede ser bajo diferentes condiciones, en dependencia del interés de la investigación y deben cumplir con condiciones específicas como: estar libres de roturas en la cáscara, magulladuras, putrefacción o deterioro y ser cosechado en su estado óptimo de madurez.

*Autora para correspondencia: Geisy Hernández Cuello, e-mail: geisyh@unah.edu.cu.

Recibido: 17/12/2021

Aceptado: 24/06/2022

A pesar de que existen estudios previos de calidad en estos frutos, los mismos son aún insuficientes. Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto se desarrolla el presente trabajo con el objetivo de evaluar algunas variables químico-físicas en tres fenotipos de nanche y determinar la calidad de los frutos para un posterior estudio de la vida en anaquel.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad Ribera Miguel Hidalgo del municipio de Copainalá, Chiapas, México ubicada en los 17°13'16"N 93°21'08"O. Durante los meses de agosto y septiembre del 2019.

Se evaluaron las propiedades químicas contenido de sólidos solubles totales (SST), pH ácidos totales e índice de madurez y la física talla para tres fenotipos de nanche verdes, amarillos y rojos.

El tamaño de muestra se obtuvo a partir de un pre experimento con 45 frutos, evitando que estos tuvieran magulladuras o porciones en descomposición. Los procedimientos se realizaron aplicando la metodología expuesta por [Luyarati \(1997\)](#).

$$n_m = \frac{t_s^2 \cdot \sigma^2}{\Delta a^2} \quad (1)$$

donde:

σ - desviación típica o estándar;

t_s - coeficiente que depende del nivel de confianza y del número de muestras, se determina para una distribución de t de student;

Δa - error máximo permisible de la media o error aleatorio.

Para determinar el contenido de sólidos solubles totales (SST) de los frutos, se colocó una gota de la pulpa de estos sobre el prisma de la superficie de un refractómetro calibrado de marca CIVEQ CVQ-4013, con características de rango de medición: 0 a 90 % °Brix, precisión: 0.5 %, tamaño (mm): 27x40x160, peso: 175 g. y se registró la medida en °Brix, según lo descrito en la norma mexicana [NMX-F-103-1982 \(1982\)](#).

Para el análisis de pH se empleó un potenciómetro o pH-metro (pH 600, pH Meter) con electrodo previamente calibrado con buffer a pH 7 y pH 4. Se tomaron 20 ml de pulpa, se introdujo el electrodo en el centro de la muestra con agitación constante y se registró la lectura.

Para la acidez titulable la medición se realizó para el ácido cítrico; se pesaron 30 g de pulpa y se diluyó en 200 ml con agua destilada, se tomó una alícuota de 20 ml y se tituló con NaOH 0,1 N, hasta el pH de 8,3 que es el punto de viraje del indicador fenolftaleína, se registró la lectura del gasto, según lo descrito en la norma mexicana [NMX-F-102-2010 \(2010\)](#).

La clasificación a posteriori del sabor del fruto se realizó, tomando como referencia la escala propuesta por [Medina et al. \(2015\)](#), basada en la relación

°Brix/AC, como: ácidos (5,1-8,1), agridulces (8,1 -10,1) y dulces (>10,1).

El diámetro ecuatorial (DE) y polar (DP) de los frutos se determinaron utilizando un calibrador o vernier de 0 a 150 ± 0,05 mm de precisión. El DP se determinó desde el extremo apical hasta la base, mientras que el DE se midió en la porción media del fruto. La forma se determinó por el índice obtenido de dividir el DP/DE ([Alia et al., 2012](#)).

Los resultados obtenidos fueron tabulados y evaluados para lo cual se realizó análisis descriptivo. Se efectuaron pruebas de medias por el método de Tukey (0.05) para comparar las diferencias entre grupos. Dichos análisis se realizaron con el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVII (StatPoint Technologies Inc., Warrenton, VA, E.U).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido sólidos solubles totales (SST) °Brix en frutos de nanche

La [Figura 1](#), muestra la comparación de los valores promedio de SST, los que estuvieron entre 10,03 y 10,35 ° Brix, la mayor concentración se obtuvo en frutos de color verde con un promedio de 10,35 ° Brix, en contraste con el intervalo de 8,93 a 15,99 ° Brix reportado por [Medina et al. \(2015\)](#); ligeramente inferiores (7,6 - 12,2 ° Brix) a los obtenidos por [Medina et al. \(2015\)](#) y superior al intervalo de 3,2 a 7,9 ° Brix ([Martínez et al., 2008](#); [Maldonado, 2015](#)). [Maldonado et al. \(2018\)](#) obtuvieron valores promedios muy superiores (11.76 ° Brix) en frutos de color amarillo.

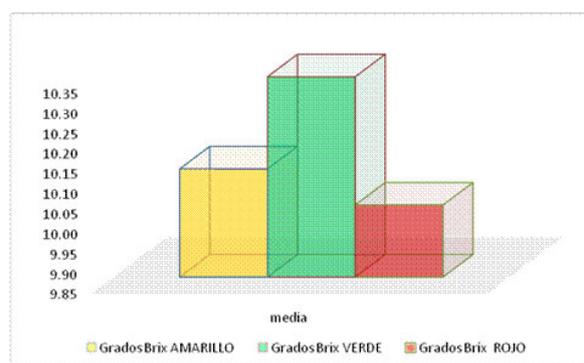


FIGURA 1. Valores promedios de sólidos solubles totales (SST) ° Brix, en frutos. pH en pulpa para fenotipos estudiados.

[Ladaniya \(2010\)](#) afirma que la acidez es una particularidad útil para conocer el estado de maduración de los frutos. La [Figura 2](#), muestra los valores de pH obtenidos para los tres fenotipos de nanche estudiados. Los valores promedios de acidez oscilaron entre 3,83 a 5,27, siendo superiores al rango 3,50 - 4,38 obtenido por [Martínez et al. \(2008\)](#) y a los

reportados por [Medina et al. \(2015\)](#) de 2,6 a 4; [Muñoz de Chávez et al. \(2002\)](#) señaló que como promedio en 100 g de pulpa de nanche el pH puede ser de 2,8 por lo que tomando en cuenta los resultados anteriores se puede asumir los valores obtenidos se encuentran dentro del rango permisible y confirmando lo planteado por [Maciel et al. \(2010\)](#) que los ácidos orgánicos son los responsables de la acidez y el aroma particular de los frutos.

La acidez sensorial no está correlacionada directamente con el pH de un producto, una fruta puede no sentirse tan ácida, pero si tener un pH alto y viceversa; esto depende de la capacidad buffer (tamponizante) de la pulpa a un pH bajo y de la combinación de ácidos presentes en el producto. Por esta razón es importante determinar el porcentaje de acidez en una fruta, con lo cual se considera la posibilidad de que la presencia del ácido mayoritario no sea la del ácido cítrico.

Acidez titulable en frutos de nanche (Porcentaje de ácido cítrico)

Como resultado de la determinación de la acidez titulable (porcentaje de ácido cítrico AC) se obtuvo que la misma fluctuó entre 1,02 y 1,92 % ([Tabla 1](#)), el valor máximo obtenido se encuentra en el rango de los máximos (1,3 y 2,6 %) reportados por [Martínez et al., 2008](#)) y es inferior al 2.45% obtenido por [Muñoz de Chávez et al. \(2002\)](#).

En la misma tabla, se puede observar que los valores promedios de mayor porcentaje de acidez se presentan en los frutos rojos, seguidos por los verdes y en menor cantidad los frutos de color amarillo con 1,75; 1,49; 1,24, respectivamente coincidiendo con esto último en frutos de color amarillo [Maldonado et al. \(2018\)](#) obtuvieron valores de solo 0.64 %. Teniendo en cuenta dichos porcentajes de ácido cítrico, es posible clasificar esta fruta en agridulce por encontrarse en el rango entre (0,6-1,9) según la clasificación de [Medina et al. \(2015\)](#).

Índice de madurez o sabor (°Brix/AC)

Con relación °Brix/AC, se observa ([fig. 3](#)) que los frutos amarillos presentaron el mayor índice con 8,18, seguidos por los frutos verdes y rojos con 6,93 y 5,73 respectivamente, es notoria la variabilidad en los

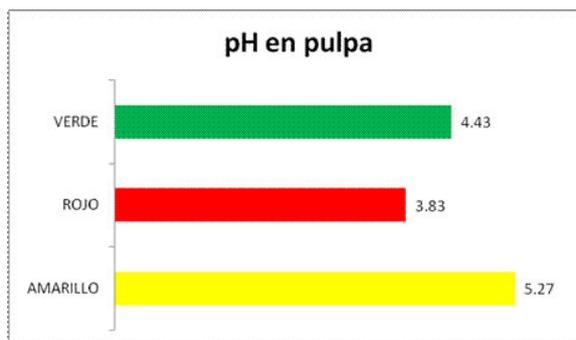


FIGURA 2. Valores de pH en pulpa para fenotipos estudiados.

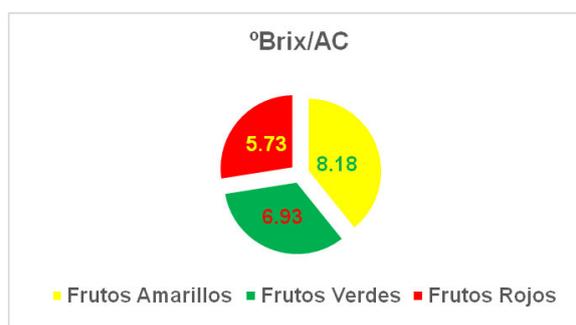


FIGURA 3. Índice de madurez o sabor.

resultados obtenidos entre los diferentes fenotipos, ya que esta variable está ligada al tiempo de cosecha y a factores medio ambientales.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos y según la escala propuesta por [Medina et al. \(2015\)](#), con relación a la clasificación de los frutos según el índice de sabor, se puede plantear que los frutos rojos y verdes son ácidos, mientras que los frutos amarillos se pueden considerar como agridulces.

En la [Tabla 2](#), se observa que el diámetro polar o longitudinal de los frutos evaluados osciló entre 1,41 y 1,98 cm, resultados que difieren con los obtenidos por [Sauri \(2001\)](#) quien obtuvo diámetros longitudinales entre 1,5 a 2 cm; [Niembro et al. \(2004\)](#) en su estudio mencionan dimensiones de 1,7 a 2 cm mientras que [Medina et al. \(2015\)](#) reportaron valores entre 1,41 a 2,44 cm al evaluar 41 genotipos de nanche. Dichas diferencias pueden estar dadas porque los frutos cosechados en la investigación provienen de plantas silvestres.

TABLA 1. Porcentaje de ácido cítrico en pulpas de nanche

Muestras	Ácidos Totales					
	Amarillo		Verde		Rojo	
	Gasto NaOH (ml)	% de acidez	Gasto NaOH (ml)	% de acidez	Gasto NaOH (ml)	% de acidez
1	11.00	1.41	9.00	1.15	12.00	1.54
2	10.00	1.28	12.00	1.54	15.00	1.92
3	8.00	1.02	14.00	1.79	14.00	1.79
Promedios		1.24		1.49		1.75

TABLA 2. Dimensiones de los frutos

	Frutos Verdes		Frutos amarillos		Frutos Rojos	
	Ø Polar (cm)	Ø Ecuat. (cm)	Ø Polar (cm)	Ø Ecuat. (cm)	Ø Polar (cm)	Ø Ecuat. (cm)
Recuento	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Promedio	1,56	2,00	1,69	2,03	1,61	1,72
Índice DP/DE	0,76		0,83		0,94	
Desv. est.	0,72	0,76	1,13	1,07	0,80	0,84
Coef. Var.	0,05	0,04	0,07	0,05	0,05	0,05
Mínimo	1,42	1,82	1,46	1,84	1,41	1,46
Máximo	1,75	2,15	1,98	2,29	1,74	1,89
Sesgo. Est.	1,51	-0,55	0,52	1,04	-1,44	-1,47
Curtosis. Est.	0,95	0,05	0,37	-0,34	0,11	1,92

El diámetro ecuatorial osciló entre 1,46 a 2,29 cm, resultados inferiores a los obtenidos por [Medina et al. \(2015\)](#) de 1,68 a 2,48 cm; así como los de [Martínez et al., 2008](#)) y [Medina et al. \(2015\)](#) quienes encontraron diámetros entre 1,75 a 2,55 cm y de 1,75 a 2,5 cm, respectivamente. Los frutos amarillos fueron los de mayor diámetro tanto polar, como ecuatorial.

El análisis de la relación DP/DE mostró un índice entre 0,76-0,94, apuntando a que el diámetro polar de los frutos es menor al ecuatorial y que los mismos presentan forma de oblato. Valores entre 0,84 a 1,0 fueron reportados por [Medina et al. \(2015\)](#) [Maldonado et al. \(2018\)](#), demostrando la variabilidad existente en los frutos de nanche.

Los frutos de color rojo, entre los tres fenotipos, presentan el menor tamaño con diámetro ecuatorial y polar promedio entre 1,72 y 1,61 cm, respectivamente mientras que las mayores dimensiones se muestran en los frutos de color amarillo (2,03 y 1,69 cm). Esta característica incide en la calidad de los frutos para su aceptación por los consumidores.

CONCLUSIONES

- El fruto del nanche tiene potencial alimenticio y en la agroindustria, por sus propiedades químicas, con porcentaje de ° Brix entre 10,03 y 10,35; pH entre 3,83 y 5,27 y porcentaje de ácido cítrico entre 1,24 y 1,75, por lo que se consideran como frutos agrídulces en sentido general.
- El índice de madurez o sabor osciló entre 5,73 y 8,18 como promedio, clasificando como ácidos a los frutos rojos y verdes y agrídulces a los de color amarillo.
- La propiedad física evaluada demostró que el nanche es una especie de gran variabilidad, los diámetros polar y ecuatorial de los frutos oscilaron entre 1,41 y 1,98 cm y 1,46 a 2,29 cm respectivamente, siendo los frutos de color amarillo los de mayores diámetros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIA, T.I.; ASTUDILLO, M.Y.I.; NÚÑEZ, C.C.A.; VALDEZ, A.L.A.; BAUTISTA, B.S.; GARCÍA, V.E.; ARIZA, F.R.; RIVERA, C.F.: “Caracterización de frutos de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) del sur de México”, *Revista fitotecnica mexicana*, 35(SPE5): 21-26, 2012, ISSN: 0187-7380.
- CARVALHO, S.M.P.; CAMARGO, N.; BASTOS, V.J.; BACELAR, C.G.B.; MATTOS, A.K.G.; RUFFO, R.S.: “Harvesting period of Murici (*Byrsonima crassifolia* Kunth) fruit in relation to physical and chemical parameters evaluated during fruit development”, *Scientia Horticulturae*, 200: 66-72, 2016, ISSN: 0304-4238.
- CONABIO-MÉXICO: *Catálogo de autoridades taxonómicas de especies de flora y fauna con distribución en México, [en línea]*, Inst. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Base de datos SNIB-CONABIO, México, 2022, Disponible en: http://www.snib.mx/descargasSNIBmx/SNIBTaxonomia_20200322_171728.zip, [Consulta: 1 de febrero de 2022].
- GUZMÁN, P.A.M.; CRUZ, E.C.; CORDOVA, C.A.M.: “Germinación de semillas de *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth”, *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4(20): 82-89, 2013, ISSN: 2007-1132.
- LADANIYA, M.S.: *Fruit morphology, anatomy and physiology*, Ed. Academic Press, First edition ed., vol. Charter 27 Citrus fruit. Biology, Technonolgy, and Evaluation, India, Citrus fruit. Biology, Technonolgy, and Evaluation, 2010.
- LUYARATI, D.N.: *Economía*, Ed. Ediciones ENPES, segunda ed., La Habana, Cuba, 597 p., 1997.
- MACIEL, S.M.I.; MÉLO, E.; LIMA, V.; SOUZA, K.A.; SILVA, W.: “Caracterização físico-química de frutos de genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC)”, *Food Science and Technology*, 30(4): 865-869, 2010, ISSN: 0101-2061.

- MALDONADO, P.M. de los Á.; ROJAS, G.A.R.; TORRES, S.N.; GARCIA, D. los S.G.; GARCÍA, V.J.R.; HERRERA, P.J.: "Influencia de la testa sobre la imbibición en endocarpios de *Malpighia mexicana* y *Byrsonima crassifolia* (Malpighiaceae)", *Cuadernos de Investigación UNED*, 10(1): 151-160, 2018, ISSN: 1659-4266.
- MALDONADO, P.M.A.: *Propagación asexual, viabilidad, imbibición y descripción de fruto, semilla y plántula de nanche (Byrsonima crassifolia (L.) H. B. K. y Malpighia mexicana A. Juss.)*, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Tesis (en opción al título de doctorado), Montecillos, Estado de México, México, 136 p., 2015.
- MARTÍNEZ, M.E.; SANTIAGUILLO, H.J.F.; CUEVAS, S.J.A.: *Principales usos del nanche: (byrsonima crassifolia (L) HBK)*, Ed. Universidad Autónoma de Chapingo, Universidad Autónoma de Chapingo ed., Chapingo, Texcoco, Edo. México, 57 p., 2008, ISBN: 968-02-0446-4.
- MEDINA, T.R.; JUÁREZ, L.P.; SALAZAR, G.S.; LÓPEZ, G.G.G.; IBARRA, S.S.; ARRIETA, R.B.G.; MARTÍNEZ, M.E.: "Evaluación de calidad en frutos de 41 genotipos de nanche (*Byrsonima crassifolia* L. HBK) de Nayarit, México", *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(2): 253-264, 2015, ISSN: 2007-0934, Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2631/263138086003>.
- MUÑOZ DE CHÁVEZ, M.; LEDESMA, S.J.A.; CHÁVEZ, A.: *Tablas de valor nutritivo de los alimentos*, Inst. Ed. Editorial Pax, Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán ed., México, D.F., 132 p., 2002.
- NIEMBRO, R.A.; MORATO, I.; CUEVAS, J.A.: *Catálogo de frutos y semillas de árboles y arbustos de valor actual y potencial para el desarrollo de Veracruz y Puebla (disco compacto)*, no. 9680201112, Inst. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, México, 928 p., 2004.
- NMX-F-102-2010: *NORMEX-2010 Norma Mexicana Alimentos-determinación de acidez titulable en alimentos-método de ensayo (prueba)*, Inst. Normas mexicanas. Dirección general de normas, México, D.F., 2010.
- NMX-F-103-1982: *Alimentos. Frutas y derivados. Determinación de grados Brix. Foods. Fruits and derivatives. Determination of degrees Brix*, Inst. Normas mexicanas. Dirección general de normas, México, D.F., 1982.
- RANGEL, M. de O.L.; GARCÍA, P.A.; HERNÁNDEZ, G.A.: "Evaluación del potencial de las series temporales para predecir las propiedades de calidad de la guayaba (*Psidium guajava* L), variedad enana roja EEA 1-23, durante su conservación a temperatura ambiente", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(2): 82-84, 2010, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- SAURI, D.E.: *Frutas exóticas de la península de Yucatán*, Ed. CoSNET: Instituto Tecnológico de Mérida, Consejo Nacional del Sistema de Educación Tecnológica ed., Yucatán, México, 108 p., 2001, ISBN: 970-18-5009-2.
- SEABRA, P.F.C.; DE SOUZA, A.P.; RODRIGUEZ, S.M. de los A.; ALMEIDA, d C.W.; CARDOSO, d C.H.S.; SANTOS, L.A.; AZIMI-NEJADIAN, H.; DE CARVALHO JUNIOR, R.N.; ROGEX, H. de C.J.R.N.: "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, 2019, ISSN: 0896-8446.
- YIRAT, M.: *Estudio de la calidad de la guayaba (Psidium guajava L.), variedad Enana roja" EEA 1-23, durante su conservación a temperatura ambiente"*, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Mecanización Agropecuaria, Tesis (presentada en opción al título de Ingeniero Agrícola), San José de las Lajas, La Habana, Cuba, 2009.
- YIRAT, M.; GARCÍA, P.A.; HERNÁNDES, G.A.; CALDERÍN, G.R.A.; CAMACHO, N.: "Evaluación de la calidad de la guayaba, variedad enana roja EEA-1-23, durante el almacenamiento a temperatura ambiente", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(2): 70-73, 2009, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.

Geisy Hernández-Cuello, Investigadora Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana, Centro de Mecanización Agropecuaria, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: geisyh@unah.edu.cu.

Ernesto Ramos Carbajal, Profesor, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa, Carretera Chicoasén-Malpasó, km 28+800 Copainalá, Chiapas, México, C.P. 29620, e-mail: erc670819@gmail.com

Omar González Mejías, Profesor, Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Escuela de Estudios Agropecuarios de Mezcalapa, Carretera Chicoasén-Malpasó, km 28+800 Copainalá, Chiapas, México, C.P. 29620, e-mail: omartkch@gmail.com

Jeny Pérez Petitón, Investigadora Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana, Centro de Mecanización Agropecuaria, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: jpetiton@unah.edu.cu.

Leidy L. Monzón Monrabal, profesora, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Ciencias Técnicas, Departamento de Ingeniería Agrícola, Carretera Tapaste y Autopista Nacional km 23 ½ San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700, Apartado Postal 18-19, e-mail: leidym@unah.edu.cu

AUTHOR CONTRIBUTIONS: **Conceptualization:** G. Hernández. **Data curation:** G. Hernández, E. Ramos. **Formal analysis:** G. Hernández, E. Ramos, O. González, J. Pérez, L.L. Monzón. **Investigation:** G. Hernández, E. Ramos, O. González, J. Pérez, L.L. Monzón. **Methodology:** G. Hernández, E. Ramos, O. González, J. Pérez, L.L. Monzón. **Supervision:** G. Hernández. **Validación:** G. Hernández, E. Ramos. **Roles/Writing, original draft:** G. Hernández. **Writing, review & editing:** E. Ramos, O. González, J. Pérez, L.L. Monzón.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.