

Artículo científico

Composición proximal y propiedades físicas de frutos de siete variedades de *Morus alba* L.[▲]Proximal composition and physical properties of fruits from seven *Morus alba* L. varieties[▲]

Yudit Lugo-Morales, Maykelis Díaz-Solares, Nancy Altunaga-Pérez, Inelvis Castro-Cabrera, Leydis Fonte-Carballo, Luis Cepero-Casas y Liliet González-Sierra

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior. Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba.

Correo electrónico: yudit.lugo@ihatuey.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0193-1440>

Resumen

En Cuba se han desarrollado numerosas investigaciones acerca del uso de diferentes partes de la planta de *Morus alba* en la alimentación animal. Sin embargo, en estos estudios, el fruto no ha sido incluido. En la literatura internacional se ha informado que los frutos de *M. alba* presentan metabolitos secundarios y contienen nutrientes esenciales (fibras, vitaminas y minerales) que aumentan su valor nutricional y estimulan su uso en dietas balanceadas. El objetivo de este trabajo fue determinar las propiedades físicas y la composición bromatológica de los frutos de siete variedades de *M. alba*, cultivadas en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Se evaluaron como indicadores físicos el peso, largo, ancho, grosor y número de semillas por fruto. En la composición proximal se estudió la materia seca, humedad y ceniza, así como el calcio, el magnesio, el fósforo y la fibra bruta. Para el procesamiento de los datos se utilizó un diseño completamente aleatorizado y se realizó un análisis de varianza. El peso de los frutos varió entre 1,3-3,7 g; el largo entre 1,6-3,0 cm y el ancho entre 0,8-1,6 cm. El número de semillas por fruto, entre 19,7 y 42,8. En las diferentes variedades, el porcentaje de materia seca, humedad, fibra bruta y ceniza estuvo entre 13,5-17,5; 82,5-86,5; 8,1-12,7 y 3,6- 7,1 %, respectivamente. Mientras, el contenido de Ca, Mg y P se halló en el rango de 322,5-356,0; 176,5-201,0 y 40,5-52,5 mg/100g, respectivamente. La variedad Yu-62 mostró los mayores valores en el peso, largo y ancho de los frutos, así como en el contenido de materia seca y fibra bruta; mientras que la variedad Nueva alcanzó el mayor contenido de P y ceniza. En tanto, la Universidad mejorada presentó el porcentaje más alto de Ca y Mg.

Palabras clave: alimentación complementaria, composición química, dieta.

Abstract

In Cuba many studies have been conducted about the use of different parts of the *Morus alba* plant in animal feeding. However, in these studies, the fruit has not been included. In international literature the *M. alba* fruits have been reported to show secondary metabolites and contain essential nutrients (fibers, vitamins and minerals), which increase their nutritional value and stimulate their use in balanced diets. The objective of this work was to determine the physical properties and bromatological composition of the fruits from seven *M. alba* varieties, cultivated at the Pastures and Forages Research Station Indio Hatuey. The weight, width, diameter and number of seeds per fruit were evaluated as physical indicators. In the proximal composition the dry matter, moisture and ash were studied, as well as calcium, magnesium, phosphorus and crude fiber. For the data processing a complete randomized design was used and variance analysis was performed. The fruit weight varied between 1,3 and 3,7 g; length, between 1,6 and 3,0 cm and width, between 0,8 and 1,6 cm. The number of seeds per fruit was 19,7-42,8. In the different varieties, the percentage of dry matter, moisture, crude fiber and ash was 13,5-17,5; 82,5-86,5; 8,1-12,7 and 3,6- 7,1 %, respectively. Meanwhile, the Ca, Mg and P content was in the range of 322,5-356,0; 176,5-201,0 and 40,5-52,5 mg/100 g, respectively. The variety Yu-62 showed the highest values in fruit weight, length and width, as well as in the dry matter and crude fiber content; while the variety Nueva had the highest P and ash content. Meanwhile, Universidad mejorada showed the highest Ca and Mg percentage.

Keywords: complementary feeding, chemical composition, diet

[▲]Trabajo presentado en la V Convención Internacional Agrodesarrollo 2019 celebrada del 22 al 26 de octubre del 2019. Centro de Convenciones Plaza América. Varadero, Cuba.

[▲]Paper presented in the 5th International Convention Agrodesarrollo 2019 celebrated on October 22-26, 2019. Plaza America Convention Center. Varadero, Cuba

Introducción

La planta de morera (*Morus alba* L.) se utiliza en la medicina tradicional china desde tiempos inmemoriales, debido a su composición química y función farmacológica. Perteneció al género *Morus*, de la familia *Moraceae*. Se trata de un árbol caducifolio, de crecimiento rápido. Aunque es originario de Asia, debido a su adaptación a diferentes condiciones climáticas se encuentra también en regiones templadas, subtropicales y tropicales de Asia, Europa, América del Norte y del Sur y África (Jiang y Nie, 2015).

Los frutos de morera se consumen frescos, en forma seca, como mermelada, en jugos y licores. También se emplean en tintes naturales y en la industria cosmética (Imran *et al.*, 2007). El valor calórico de sus frutos es bajo, debido a su escaso aporte de hidratos de carbono. Son ricos en micronutrientes (vitamina C) y compuestos bioactivos, como ácidos orgánicos, compuestos fenólicos, azúcares y otros (Sánchez-Salcedo *et al.*, 2015). Constituyen además, una reserva de sales minerales.

En la actualidad, la búsqueda de fuentes naturales es de gran interés para su utilización como complemento alimenticio y en la industria de la salud. En lo que respecta a esta última, los beneficios que se obtienen por el consumo de frutas se deben a sus compuestos bioactivos, que desempeñan una función provechosa para el organismo, siendo más importantes aquellos que tienen efecto antioxidante (Gundogdu *et al.*, 2011).

El objetivo de este estudio fue determinar las propiedades físicas y la composición bromatológica de los frutos de siete variedades de *M. alba*.

Materiales y Métodos

Localización. Las muestras de los frutos se recolectaron del banco de germoplasma de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), situada a los 22° 48' y 7'' de latitud norte y 79° 32' y 2'' de longitud oeste, a 19 msnm, en el municipio de Perico, provincia de Matanzas, Cuba.

El suelo de esta región corresponde al tipo Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández *et al.*, 2015). La topografía es llana, con pendiente de 0,5 a 1,0 %. La profundidad promedio hasta la roca caliza es de 1,50 m.

En el momento de la recogida de los frutos que se tomaron como muestra, la morera tenía cuatro años de plantada, con densidad de siembra de 0,60 x 1,30 m.

Tratamiento y diseño experimental. Se aplicó un diseño totalmente aleatorizado y se evaluaron siete variedades que constituyeron los tratamientos.

Procedimiento experimental. En lo que respecta al material vegetal, para los ensayos se utilizaron frutos de siete variedades de morera: Yu-12, Yu-62, Universidad, Acorazonada, Nueva, Cubana y Universidad mejorada.

Las plantas se seleccionaron al azar y los frutos se recolectaron manualmente (1 kg) en las primeras horas de la mañana, teniendo en cuenta que no presentaran daños físicos y que no estuvieran contaminados por patógenos. Se guardaron en bolsas de polietileno e inmediatamente se trasladaron al laboratorio para su procesamiento.

Propiedades físicas. Por cada variedad, se tomaron al azar 20 frutos y se realizó la medición del peso, largo, ancho, grosor y número de semillas por fruto.

El peso (g) se determinó en una balanza digital marca Sartorius.

La longitud (cm) y el ancho (cm) se midieron con una regla, y el grosor (cm) se determinó con un pie de rey.

Cada fruto se trituró de forma manual para obtener las semillas y posteriormente se efectuó el conteo.

Composición bromatológica. Se tomó una muestra homogénea de 300 g de frutos de cada variedad y se envió al Laboratorio de Análisis Químico de la EEPFIH, con el propósito de determinar su composición proximal (materia seca, humedad, ceniza, calcio, magnesio, fósforo y fibra bruta), según las técnicas descritas por AOAC (2000). Para la determinación del peso de la muestra se utilizó una balanza analítica de la casa comercial Sartorius.

Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para el procesamiento de los datos, después del cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de varianza (test de Levene) y normalidad (Shapiro Wilk). La comparación entre medias se realizó mediante la prueba de comparación múltiple de Duncan ($p \leq 0,05$) mediante el paquete estadístico SSPS® Statistics 22.0.

Resultados y Discusión

La caracterización físico-química permite analizar el valor nutricional y la calidad de las frutas y hortalizas. En la tabla 1 se muestran los valores del peso, largo, ancho y número de semillas por fruto para cada una de las variedades. El peso de los frutos varió entre 1,3-3,7 g; el largo entre 1,6-3,0 cm, y el ancho entre 0,8-1,6 cm. El número de semillas por fruto estuvo entre 19,7 y 42,8. La variedad Yu-62 presentó los valores más altos para todas las variables estudiadas, mientras que la Acorazonada mostró los más bajos.

Tabla 1. Peso, largo, ancho y número de semillas/fruto de siete variedades de *M. alba*.

Variedad	Media \pm EE			
	Peso, g	Largo, cm	Ancho, cm	Número de semillas /fruto
Yu-12	2,8 \pm 0,147 ^b	2,7 \pm 0,147 ^{a,b}	1,2 \pm 0,074 ^b	39,8 \pm 0,003 ^{a,b}
Yu-62	3,7 \pm 0,155 ^a	3,0 \pm 0,153 ^a	1,6 \pm 0,103 ^a	42,8 \pm 0,002 ^a
Universidad	2,7 \pm 0,123 ^b	2,7 \pm 0,043 ^{a,b}	1,2 \pm 0,043 ^b	39,9 \pm 0,002 ^{a,b}
Acorazonada	1,3 \pm 0,086 ^d	1,6 \pm 0,074 ^d	0,8 \pm 0,037 ^c	19,7 \pm 0,003 ^c
Cubana	2,2 \pm 0,069 ^c	2,1 \pm 0,067 ^c	1,1 \pm 0,033 ^b	20,3 \pm 0,002 ^b
Nueva	2,7 \pm 0,166 ^{b,c}	2,8 \pm 0,088 ^a	1,3 \pm 0,035 ^b	38,4 \pm 0,002 ^a
Universidad Mejorada	2,8 \pm 0,081 ^b	2,4 \pm 0,068 ^{b,c}	1,2 \pm 0,039 ^b	23,1 \pm 0,003 ^c

a, b, c, d: Valores con diferentes superíndices en cada fila difieren a $p < 0,05$

Con respecto a la caracterización físico-química de los frutos de morera, Sánchez-Salcedo *et al.* (2014), en un estudio desarrollado en España con diferentes clones, informaron que el peso de los frutos de morera varió entre 2,3 y 4,2 g; el diámetro entre 1,3 y 1,6 cm, y la longitud entre 2,0 y 3,0 cm.

Jiang y Nie (2015) analizaron las propiedades físico-químicas de los frutos de morera (*M. alba*, *M. alba* var. *tatarica* y *Morus nigra* L) en la provincia china de Xinjiang. Estos autores encontraron que las frutas de *M. alba* presentaron el mayor peso con respecto al resto de las variedades, siendo superior a 3,5 g. Este valor resulta ligeramente inferior a lo informado en estudios realizados en otras regiones de China, en los que la variación del peso de la fruta estuvo entre 1,3-4,8 g (Liang *et al.*, 2012).

Altuntas (2016) realizó un estudio de las propiedades volumétricas y geométricas de los frutos de *M. alba* en Tokat, Turquía. Este autor obtuvo valores de 1,1 g; 1,6 y 1,0 cm para el peso, largo y ancho del fruto, respectivamente.

En una evaluación del potencial nutraceutico de algunas frutas en Sikkim, Himalaya y la India,

Bhutia *et al.* (2018) informaron que los frutos de *M. alba* presentaron peso, largo y ancho de 3,47 g, 2,5 y 1,3 cm, respectivamente, con abundante cantidad de semillas por frutos. Estos resultados coinciden con los obtenidos en la presente investigación para las variedades de *M. alba*.

Se plantea que las propiedades físicas pueden variar, cuando se trata de materiales vegetales diferentes y por la influencia de las condiciones climáticas y nutricionales a que se expone el material vegetal (Imran *et al.*, 2010). En este estudio, las diferencias en las propiedades físicas se deben a que se analizaron variedades diferentes, pues el resto de las condiciones eran homogéneas.

Como parte del análisis proximal (tabla 2), el porcentaje de materia seca, humedad y fibra bruta de las diferentes variedades presentó diferencias significativas para $p < 0,05$. Los valores variaron entre 13,5-17,5; 82,5-86,5 y 8,1-12,7 %, respectivamente.

Yu-62 mostró mayor contenido de materia seca y fibra bruta y menor humedad, mientras que la variedad Nueva alcanzó el menor porcentaje de materia

Tabla 2. Materia seca, humedad y fibra bruta en frutos de siete variedades de *M. alba* (%).

Variedad	Media \pm EE		
	Materia seca	Humedad	Fibra bruta
Yu-12	15,4 \pm 0,024 ^d	84,6 \pm 0,024 ^c	9,7 \pm 0,047 ^c
Yu-62	17,5 \pm 0,010 ^a	82,5 \pm 0,010 ^f	12,7 \pm 0,039 ^a
Universidad	13,8 \pm 0,036 ^e	86,2 \pm 0,036 ^b	9,6 \pm 0,025 ^d
Acorazonada	17,0 \pm 0,067 ^b	83,0 \pm 0,067 ^e	9,4 \pm 0,017 ^c
Cubana	15,8 \pm 0,061 ^c	84,2 \pm 0,061 ^d	9,9 \pm 0,013 ^b
Nueva	13,5 \pm 0,069 ^f	86,5 \pm 0,069 ^a	8,7 \pm 0,008 ^f
Universidad mejorada	13,8 \pm 0,184 ^{e,f}	86,3 \pm 0,184 ^{a,b}	8,1 \pm 0,018 ^e

a, b, c, d, e, f: Valores con diferentes superíndices en cada fila difieren a $p < 0,05$

seca y, por ende, el mayor contenido de humedad. Universidad mejorada presentó menos fibra bruta.

En esta investigación, los valores máximos fueron ligeramente superiores a los informados por Imran *et al.* (2010) para cuatro especies de *M. alba* de Pakistán. El contenido de humedad y fibra bruta variaron entre 79,0-82,4 y 0,6-11,8 %, respectivamente. Esta diferencia se atribuye a que se trataba de especies diferentes. No obstante, estos resultados se corresponden con lo obtenido por Liang *et al.* (2012) en cultivares de morera en Jiangsu, China, y con lo informado por Sánchez-Salcedo *et al.* (2013) para diferentes clones de morera, en España.

En cuanto a los minerales, el contenido de ceniza varió entre 3,6- 7,1 %. El de calcio, magnesio y fósforo estuvo entre 322,5-356,0; 176,5-201,0 y 40,5-52,5 mg/100 g, respectivamente (tabla 3). La variedad Nueva presentó mayor contenido de fósforo y ceniza. La Universidad mejorada tuvo el porcentaje más alto de calcio y magnesio, ambas con diferencias significativas con respecto al resto.

El contenido de ceniza se corresponde con lo informado por Liang *et al.* (2012) en un estudio realizado para cultivares de morera en Jiangsu, China. Estos autores refirieron valores entre 3,5 y 6,6 %. Son similares a los obtenidos por Lee y Hwang (2017), quienes describieron que el contenido de ceniza varió entre 4,3 -8,3 %, y disminuyó con el incremento de la maduración de los frutos de *M. alba* en una región de Corea.

En cuanto al contenido de calcio y magnesio, en el presente estudio, los resultados fueron superiores a los de Jiang y Nie (2015) y Lee y Hwang (2017). Sin embargo, se corresponden con los obtenidos por Sánchez-Salcedo *et al.* (2015), quienes informaron que los valores de Ca y Mg variaron entre 190-340 y 120-190 mg/100 g, respectivamente, para diferentes clones de esta especie en España.

El contenido de fósforo fue inferior al que refieren Sánchez-Salcedo *et al.* (2015), pero se corresponde con lo informado por Nurhan *et al.* (2017) en estudios con frutos de *M. alba* en dos regiones de Turquía.

La composición mineral de las frutas depende no solo de las especies o variedades, sino de las condiciones de crecimiento, el estado del suelo y las características geográficas. En este estudio, se encontró predominio de Ca, seguido de Mg y P. La presencia de estos minerales convierte a los frutos de morera en un valioso producto hortícola por su rica composición nutritiva, que resulta muy beneficiosa, por lo que se puede considerar la inclusión de estos frutos en cualquier tipo de dieta (Rodríguez *et al.*, 2019).

Conclusiones

La variedad Yu-62 mostró los mayores valores en el peso, largo y ancho de los frutos, así como en el contenido de materia seca y fibra bruta; mientras que la variedad Nueva alcanzó el mayor contenido de P y ceniza. En tanto, la Universidad mejorada presentó el porcentaje más alto de Ca y Mg.

Agradecimientos

Se agradece al Fondo Financiero de Ciencia e Innovación (FONCI) por el financiamiento del proyecto: “Desarrollo de nuevas tecnologías para el uso de la morera en los sistemas agropecuarios de Cuba” (2019-2023).

Referencias bibliográficas

Altuntas, E. The volumetrical, geometrical and frictional properties of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits. *TURJAF*. 4 (11):987-990, 2016.

Tabla 3. Contenido de ceniza, Ca, Mg y P en frutos de siete variedades de *M. alba*.

Variedad	Media ± EE			
	Ceniza, %	Ca, mg/100g	Mg, mg/100g	P, mg/100g
Yu-12	5,0 ± 0,031 ^c	349,0 ± 0,015 ^b	187,0 ± 0,015 ^d	46,5 ± 0,010 ^{c,d}
Yu-62	4,7 ± 0,011 ^d	341,0 ± 0,008 ^b	185,0 ± 0,005 ^d	48,0 ± 0,004 ^{b,c}
Universidad	5,4 ± 0,022 ^b	332,0 ± 0,059 ^c	181,0 ± 0,005 ^e	46,0 ± 0,002 ^c
Acorazonada	5,3 ± 0,046 ^b	322,5 ± 0,007 ^d	176,5 ± 0,008 ^f	49,5 ± 0,004 ^b
Cubana	4,5 ± 0,131 ^c	345,0 ± 0,009 ^b	191,0 ± 0,005 ^c	46,5 ± 0,005 ^{c,d}
Nueva	7,1 ± 0,047 ^a	345,0 ± 0,009 ^b	195,0 ± 0,006 ^b	52,5 ± 0,006 ^a
Universidad mejorada	3,6 ± 0,023 ^f	356,5 ± 0,006 ^a	201,0 ± 0,005 ^a	40,5 ± 0,003 ^c

a, b, c, d, e, f: Valores con diferentes superíndices en cada fila difieren a p < 0,05

- AOAC. *Official methods of analysis of AOAC International*. Gaithersburg, USA: Association of Official Analytical Communities, 2000.
- Bhutia, K. D.; Suresh, C. P.; Pala, N. A.; Gopal, G. & Chakravarty, S. Nutraceutical potential of some wild edible fruits of Sikkim, Himalaya, India. *Ethno Med.* 12 (2):106-112, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1080/09735070.2017.1421132>.
- Gundogdu, M.; Muradoglu, F.; Gazioglu-Sensoy, R. I. & Yilmaz, H. Determination of fruit chemical properties of *Morus nigra* L., *Morus alba* L. and *Morus rubra* L. by HPLC. *Sci. Hortic., Amsterdam.* 132:37-41, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.09.035>.
- Hernández-Jiménez, A.; Pérez-Jiménez, J. M.; Bosch-Infante, D. & Castro-Speck, N. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*. Mayabeque, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos, Ediciones INCA, 2015.
- Imran, M.; Khan, H.; Shah, M.; Khan, R. & Khan, F. Chemical composition and antioxidant activity of certain *Morus* species. *J. Zhejiang Univ. Sci. B.* 11 (12):973-980, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1631/jzus.B1000173>.
- Imran, M.; Talpur, F. N.; Jan, M. S.; Khan, A. & Khan, I. Analysis of nutritional components of some wild edible plants. *Jour. Chem. Soc. Pak.* 29 (5):500-508, 2007.
- Jiang, Y. & Nie, W. J. Chemical properties in fruits of mulberry species from the Xinjiang province of China. *Food Chem.* 174:460-466, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.083>.
- Lee, Y. & Hwang, K. T. Changes in physicochemical properties of mulberry fruits (*Morus alba* L.) during ripening. *Sci. Hortic., Amsterdam.* 217:189-196, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.01.042>.
- Liang, L.; Wu, X.; Zhu, M.; Zhao, W.; Li, F.; Zou, Y. *et al.* Chemical composition, nutritional value, and antioxidant activities of eight mulberry cultivars from China. *Pharmacogn. Mag.* 8 (31):215-224, 2012. DOI: <http://doi.org/10.4103/0973-1296.99287>.
- Rodrigues, Elisana L.; Marcelino, Gabriela; Silva, Gabriela T.; Figueiredo, Priscila S.; Garcez, W. S.; Corsino, J. *et al.* Nutraceutical and medicinal potential of the *Morus* species in metabolic dysfunctions. Review. *Int. J. Mol. Sci.* 20 (2):301, 2019. DOI: <http://doi.org/10.3390/ijms20020301>.
- Sánchez-Salcedo, Eva M.; Calín-Sánchez, A.; Carbonell-Barrachina, A. A.; Melgarejo, P.; Hernández, Francisca & Martínez-Nicolás, J. J. Physicochemical characterisation of eight Spanish mulberry clones: Processing and fresh market aptitudes. *Int. J. Food Sci. Tech.* 49 (2):477-483, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.12325>.
- Sánchez-Salcedo, Eva M.; Mena, P.; García-Viguera, Cristina; Martínez, J. J. & Hernández, Francisca. Phytochemical evaluation of white (*Morus alba* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry fruits, and starting point for the assessment of their beneficial properties. *J. Funct. Foods.* 12:399-408, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.12.010>.
- Uslu, N.; Doğu, S.; Ceylan, D.; Özcan, M. M. & Dursun, N. The effect of drying on total phenol, antioxidant activity, and mineral contents of white and black mulberry fruits. *J. Agroaliment. Processes Technol.* 23 (1):31-35, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/10942910701558652>.

Recibido el 30 de julio del 2019

Aceptado el 20 de agosto del 2019