**Contenido de Vitamina C y composición proximal de siete variedades de frutos de *Morus alba* L.**

**Vitamin C content and proximate composition of seven varieties of *Morus alba* fruits.**

Yudit Lugo Morales1, Nancy Altunaga Pérez1, Inelvis Castro Cabrera1, Maykelis Díaz Solares1, Luis Cepero Casas1, Liliet González Sierra1 y Leydis Fonte Carballo1.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 *1Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Universidad de Matanzas. Cuba.* yudit.lugo@ihatuey.cu

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**RESUMEN**

Actualmente, la búsqueda de fuentes naturales de ácido ascórbico, reviste gran interés por sus características antioxidantes y por la función esencial que juega en la dieta. Los frutos de *Morus alba* son de bajo valor calórico, ricos en componentes fitoquímicos como los compuestos fenólicos y constituyen fuentes de sales minerales. Por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de Vitamina C y la composición proximal de frutos de *Morus alba*. Para los ensayos se utilizaron 7 variedades de *Morus alba* cultivadas en la EEPF Indio Hatuey. Los frutos cosechados fueron lavados con agua destilada. Posteriormente una parte se trituró con agitación mecánica, se centrifugó y se filtró hasta obtener el jugo y otra parte se utilizó para la determinación de la composición proximal. El contenido de Vitamina C se determinó por volumetría de óxido-reducción. Dentro de la composición bromatológica se estudió la materia seca, cenizas, calcio, magnesio, fósforo y fibra bruta. Para el procesamiento de los datos se utilizó un diseño completamente aleatorizado y se realizó un análisis de varianza (ANOVA). La comparación de medias se realizó a través de la prueba de comparación múltiple de Duncan (1955) a P≤0,05.) mediante el paquete estadístico SSPS Statistics 17.0. Los frutos de todas las variedades mostraron presencia de vitamina C y valores bromatológicos dentro de los rangos permisibles. Se recomienda la inclusión de frutos de *M. alba* de todas las variedades en cualquier tipo de dieta por su importante aporte nutricional.

**Palabras clave:** *Morus alba*, vitamina C, composición proximal, frutos.

**Abstract**

At present, the search for natural sources of ascorbic acid has great interest for its antioxidant characteristics and for the essential function it plays in the diet. *Morus alba* fruits have low calorific value, are rich in phytochemical components such as phenolic compounds and constitute sources of mineral salts. For such reason, the objective of this work was to determine the vitamin C content and the proximate composition of *Morus alba* fruits. For the essays seven *Morus alba* varieties, cultivated at the EEPF Indio Hatuey, were used. The harvested fruits were washed with distilled water. Afterwards, one portion was crushed with mechanical agitation, centrifuged and filtered until obtaining the juice, and the other portion was used to determine the proximate composition. The vitamin C content was determined by oxidation-reduction volumetric analysis. Within the bromatological composition, the dry matter, ash, calcium, magnesium, phosphorus and crude fiber were studied. For the data processing a completely randomized design was used and a variance analysis (ANOVA) was made. The mean comparison was carried out through Duncan’s (1955) multiple comparison test at P≤0,05, through the statistical package SSPS Statistics 17.0. The fruits from all varieties showed presence of vitamin C and bromatological values within the permissible ranges. The inclusion of *M. alba* fruits from all the varieties in any type of diet due to their important nutritional contribution is recommended.

**Keywords:** *Morus alba*, vitamin C, proximate composition, fruits.

1. **INTRODUCCIÓN**

La morera pertenece al género Morus de la familia Moraceae, es un árbol caducifolio de crecimiento rápido. Es originaria de Asia, pero debido a su adaptación a diferentes condiciones climáticas se encuentra en regiones templadas, subtropicales y tropicales de Asia, Europa, América del Norte y del Sur y África (Jiang y Nie, 2015). La planta de morera es usada en la medicina tradicional China desde tiempos inmemoriales debido a su composición química y función farmacológica. Los frutos de morera se consumen frescos, en forma seca, como mermeladas, jugos, licores, tintes naturales y en la industria cosmética (Imran *et al*., 2007). Son frutos de bajo valor calórico debido a su escaso aporte de hidratos de carbono, son ricos en micronutrientes como la vitamina C y compuestos bioactivos, como ácidos orgánicos, compuestos fenólicos, azúcares, entre otros (Ercisli, S. & Orhan, 2007, Butkhup *et al*., 2012 y Sánchez-Salcedo *et al*., 2015) y constituyen fuente de sales minerales.

Los beneficios en la salud por el consumo de frutas son debido principalmente a los compuestos bioactivos presentes en ellas. Los compuestos bioactivos ejercen una función beneficiosa para el organismo y los más importantes en las frutas son los que poseen una función antioxidante (Gundogdu *et al*., 2011). Actualmente la búsqueda de fuentes naturales de ácido ascórbico, reviste gran interés por las características antioxidantes de la vitamina y por la función esencial que juega en la dieta. Por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de Vitamina C y la composición proximal de frutos de *Morus alba*.

1. **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Material vegetal:** Para los ensayos se utilizaron frutos de 7 variedades de morera cultivadas en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey: Yu-12, Yu-62, Universidad, Acorazonada, Nueva, Cubana y Universidad mejorada.

Los frutos fueron cosechados e inmediatamente transportados al laboratorio para su lavado con agua destilada.

**Determinación del Contenido de Vitamina C**. Se realizó por el método reportado por Ciancaglini P *et al*. 2001, con algunas modificaciones, mediante volumetría de óxido-reducción, utilizando una disolución de yodo como agente oxidante que constituye el titulante patrón y almidón como indicador. El método consistió en triturar mecánicamente los frutos, centrifugar a 8000 rpm durante 10 min a una temperatura de 20 0C y filtrar el sobrenadante. Se tomó 1 mL de jugo filtrado y se trasladó a un erlenmeyer de 250 mL, se adicionó 60 mL de agua destilada, 1 mL de HCl al 15% y 1 mL de almidón al 1%. Se valoró con una solución de yodo al 25 mM previamente estandarizada, hasta cambio de coloración (naranja-azul) persistente durante 30 segundos. Cada mililitro de yodo 25 mM gastado en la titulación equivale a 8.806 mg de Ácido Ascórbico. El resultado se expresó en mg de ácido ascórbico por 100 mL de jugo de morera y se calculó mediante la siguiente ecuación.

$$m Ácido ascórbico (mg/100mL jugo)=\frac{V(I2) \* 8,806 \* N (I2)}{V(muestra)}\*100$$

Donde:

V (I2): volumen consumido de la solución normalizada de yodo 25 mM (mL)

N (I2): concentración exacta de la solución normalizada de I2 (Mol/L)

V (muestra): Volumen de la muestra (mL)

8,806 mg/mL: Cantidad de ácido ascórbico presente en 1mL de yodo.

**Determinación de la 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 EEPF Indio Hatuey para determinar su composición proximal: materia seca (MS), humedad (H), cenizas, calcio (Ca), magnesio (Mg), fósforo (P) y fibra bruta (FB) 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**

Para el procesamiento de los datos se utilizó un diseño completamente aleatorizado y se realizó un análisis de varianza (ANOVA). La comparación de medias se realizó a través de la prueba de comparación múltiple de Duncan (1955) a P≤0,05.) mediante el paquete estadístico SSPS Statistics 22.0.

1. **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El contenido de vitamina C varió significativamente entre las variedades. Los valores oscilaron entre 16,73 y 28,40 mg de Vitamina C/100mL jugo (tabla 1). La variedad Yu-62 fue la que mayor contenido presentó, seguido de la variedad Nueva, Yu-12 y Universidad. La variedad con menor contenido de Vitamina C fue la Cubana. Similares resultados fueron reportados por Ercisli, S. & Orhan, 2007, Gundogdu *et al*., 2011 y Sánchez-Salcedo, E. M., *et al*., 2017, para *Morus alba*.

**Tabla 1**. Contenido de Vitamina C en frutos de *Morus Alba* (mg Ácido ascórbico/100 mL jugo).

|  |  |
| --- | --- |
| **Variedad de *M. alba*** | **Vitamina C****Media ± EE** |
| Yu-12 | 23,34**c**±0,568 |
| Yu-62 | 28,40**a**±0,421 |
| UniversidadAcorazonadaCubanaNuevaUniversidad Mejorada | 21,36**d**±0,42418,27**e**±0,42116,73**f**±0,50825,32**b**±0,55417,17**e,f**±0,254 |

a, b, c: valores con diferentes superíndices en cada fila difieren a *p* < 0,05 (test de Duncan).

Se presenta el valor promedio con la desviación estándar, partiendo de cuatro réplicas.

Como parte del análisis proximal, como se muestra en la tabla 2, el porcentaje de materia seca, humedad y fibra bruta de las diferentes variedades presentó diferencias significativas. Los valores oscilaron entre (13,54-17,49), (82,50-86,46) y (8,05-12,66) % respectivamente. La variedad Yu-62 presentó mayor contenido de materia seca, menor humedad y mayor contenido de fibra bruta mientras que la variedad Nueva presentó el menor contenido de materia seca y por ende el mayor contenido de humedad. La variedad Universidad mejorada fue la de menor contenido de fibra bruta. Huang, H. P., *et al*.,2013 reportan que el contenido de humedad y fibra bruta en Taiwan, para frutos de *Morus Alba* oscilan entre (79,03-82,4) y (0,57-11,75) % respectivamente por lo que los valores máximos obtenido en la investigación son ligeramente superior a lo reportado debido a la marcada influencia de la especie y las condiciones climáticas en estos parámetros, sin embargo se corresponden con los valores de materia seca obtenido por Liang, L.,*et al*., 2012 para diferentes cultivares de morera en Jiangsu, China.

**Tabla 2.** Porcentaje de Materia seca, Humedad y fibra bruta en frutos de siete variedades de *M. alba*.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Variedad de *M. alba*** | **MS****Media ± EE** | **H****Media ± EE** | **FB****Media ± EE** |
| Yu-12 | 15,37**d**±0,024 | 84,63**c**±0,024 | 9,72**c**±0,047 |
| Yu-62 | 17,49**a**±0,010 | 82,50**f**±0,010 | 12, 66a±0,039 |
| UniversidadAcorazonadaCubanaNuevaUniversidad Mejorada | 13,82**e**±0,03616,96**b**±0,06715,83**c**±0,06113,54**f**±0,06913,75**e,f**±0,184 | 86,18**b**±0,03683,04**e**±0,06784,17**d**±0,06186, 46a±0,06986,25ª,b±0,184 | 9,59**d**±0,0259,39**e**±0,0179,90**b**±0,0138,68**f**±0,0088,05**g**±0,018 |

a, b, c: valores con diferentes superíndices en cada fila difieren a *p* < 0,05 (test de Duncan).

Se presenta el valor promedio con la desviación estándar, partiendo de cuatro réplicas.

En cuanto a los minerales, el contenido de cenizas, calcio, magnesio y fosforo osciló entre (3,62- 7,06), (3,22-3,56), (1,81-2,01) y (0,46 y 0,52) % respectivamente como se muestra en la tabla 3. La variedad Nueva presentó mayor contenido de fósforo y cenizas y la Universidad mejorada el mayor contenido de calcio y magnesio, mostrando en ambos casos diferencias significativas con el resto de las variedades.

Los valores del contenido de cenizas se corresponden con lo reportado por Liang, L.,*et al*., 2012 para diferentes cultivares de morera en Jiangsu, China y el contenido de calcio, magnesio y fósforo con lo reportado por Sánchez-Salcedo, E. M., *et al*., 2017 para la especie de *Morus alba* en España.

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Variedad de *M. alba*** | **Cenizas****Media ± EE** | **Ca****Media ± EE** | **Mg****Media ± EE** | **P****Media ± EE** |
| Yu-12 | 5,03c±0,031 | 3,48**b** ±0,015 | 1,85**d**±0,015 | 0,46**c,d**±0,010 |
| Yu-62 | 4,68d±0,011 | 3,41**b** ±0,008 | 1,85**d**±0,005 | 0,48**b,c**±0,004 |
| UniversidadAcorazonadaCubanaNuevaUniversidad Mejorada | 5,38**b**±0,0225,25b±0,0464,48e±0,1317,06a±0,0473,62f±0,023 | 3,32**c** ±0,0593,22**d** ±0,0073,45**b** ±0,0093,45**b** ±0,0093,56**a** ±0,006 | 1,81**e**±0,0051,76**f**±0,0081,91**c**±0,0051,95**b**±0,0062,01**a**±0,005 | 0,46**c**±0,0020,49**b**±0,0040,47**c,d**±0,0050,52**a**±0,0060,40**e**±0,003 |

a, b, c: valores con diferentes superíndices en cada fila difieren a *p* < 0,05 (test de Duncan).

Se presenta el valor promedio con la desviación estándar, partiendo de cuatro réplicas.

1. **CONCLUSIONES**

Los frutos de todas las variedades mostraron presencia de vitamina C y valores oscilaron entre 16,73 y 28,40 mg de Vitamina C/100mL jugo. La variedad Yu-62 fue la que mayor contenido de vitamina C presentó, seguido de la variedad Nueva, Yu-12 y Universidad.

El contenido de cenizas, calcio, magnesio y fosforo osciló entre (3,62- 7,06), (3,22-3,56), (1,81-2,01) y (0,46 y 0,52) % respectivamente. La variedad Nueva presentó mayor contenido de fósforo y cenizas y la Universidad mejorada el mayor contenido de calcio y magnesio.

Se recomienda la inclusión de frutos de *M. alba* de todas las variedades en cualquier tipo de dieta por su importante aporte nutricional.

**AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos 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**

1. Association of Official Analytical Chemists (AOAC): AOAC International. Official methods of analysis of AOAC International. 17th ed. Gaithersburg, MD, USA: Association of Official Analytical Com-munities, 2000.
2. Butkhup, L., Samappito, W. & Samappito, S, “Phenolic composition and antioxidant activity of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits,” Food Science and Technology, 48. 934-940, 2012.
3. Ciancaglini., P., H. Santos, K. Daghastanli and G. Thedei Jr. Using a classical method of vitamin C quantification as a tool for discussion of its role in the body. Biochemistry and Molecular Biology Education. 29(3):110-114, 2001.
4. Ercisli, S. & Orhan, E, “Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*M. nigra*) mulberry fruits,” Food Chemistry, 103. 1380-1384, 2007.
5. 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,” Scientia Horticulturae, 132. 37-41, 2011.
6. Huang, H. P., Ou, T. T., & Wang, C. J. Mulberry (桑葚子 Sang Shèn Zǐ) and its bioactive compounds, the chemoprevention effects and molecular mechanisms in vitro and in vivo. Journal of traditional and complementary medicine, 3(1), 7-15, 2013.
7. Imran, M., Talpur, F.N., Jan, M.S., Khan, A. & Khan, I. Analysis of nutritional components of some wild edible plants. Journal of Chemical Society Pakistan, 29(5). 500-508, 2007.
8. Jiang, Y., y Nie, W. J. Chemical properties in fruits of mulberry species from the Xinjiang province of China.Food Chemistry,174, 460–466, 2015.
9. Liang, L., Wu, X., Zhu, M., Zhao, W., Li, F., Zou, Y., & Yang, L. Chemical composition, nutritional value, and antioxidant activities of eight mulberry cultivars from China. Pharmacognosy magazine, 8(31), 215, 2012.
10. Sánchez-Salcedo, E. M., Amorós, A., Hernández, F., & Martínez, J. J. Physicochemical properties of white (*Morus alba*) and black (*Morus nigra*) mulberry leaves, a new food supplement. J. Food Nutr. Res, 5, 253-261, 2017.
11. Sánchez-Salcedo, E.M., Mena, P., García-Viguera, C., Martínez, J.J. & Hernández, F, “Phytochemical evaluation of white (*Morus alba* L.) and black (*Morus nigra* L.) mulberry fruits, and starting point for the assessment of their beneficial properties,” Journal of Functional Foods, 12. 399-408, 2015.