

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL PULPADO DEL FRUTO NONI (*MORINDA CITRIFOLIA* L.)

Mario Aguilera¹, Eliosbel Márquez^{1*} y Débora Castro²

¹*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, Carretera al Guatao, km 3 1/2, La Habana, C.P. 19200, Cuba.*

²*Instituto Finlay, Ave. 27, No. 19805, La Habana C.P. 11 600, Cuba.*

E-mail: eliosbel@iiaa.edu.cu

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la factibilidad tecnológica de obtener pulpa de noni a escala piloto como materia prima para desarrollar nuevos productos funcionales. Los frutos con estado de madurez "blanco blando" fueron procesados en un pulpador/repasador y se evaluó la influencia de la malla con orificios de diferentes diámetros (0,5; 1,0 y 6,0 mm) sobre el rendimiento, características físico-químicas de las pulpas obtenidas y su calidad microbiológica. Con la malla de 6 mm se obtuvo el mayor rendimiento, pero causa el rompimiento de la semilla y su incorporación a la pulpa, mientras que el diámetro de 1 mm fue más adecuado para obtener un aprovechamiento integral del fruto con 80 % de rendimiento en pulpa y contenidos significativamente mayores de ácido ascórbico (151 mg/100 g) y compuestos fenólicos (181 mg ácido gálico/100 g), así como de capacidad antioxidante que con malla de 0,5 mm. La calidad microbiológica de las pulpas obtenidas fue buena.

Palabras clave: *Morinda citrifolia*, noni, pulpa de fruta.

ABSTRACT

Assessment of technological feasibility of pulping the noni fruit (*Morinda citrifolia* L.)

Taking into account the benefits attributed to the noni fruit, the technological feasibility of obtaining noni pulp at pilot scale is assessed with the aim to be used as raw material to develop new functional products. Fruits with "soft white" maturity were processed in a machine pulpier-strainer, assessing the influence of meshes orifices with different diameters (0.5, 1.0 and 6.0 mm) on the yield, the physico-chemical characteristics of the obtained pulps and their microbiological quality. The highest yield was obtained using the 6 mm mesh but it caused the breaking of the seeds and its adding to the pulp; a 1 mm mesh was the more adequate to obtain an integral use of the fruit with a pulp yield of 80% and values significantly higher of ascorbic acid and phenol compounds (151 mg/100 g and 181mg galic acid /100 g, respectively) as well as the antioxidant capacity than the 0.5 mm. The microbiological quality of obtained pulps was good.

Key words: *Morinda citrifolia*, noni, fruit pulp.

INTRODUCCIÓN

Morinda citrifolia L. es un árbol pequeño originario de la Polinesia, Malasia, India y Sureste de Asia y es conocida comúnmente como noni, nombre genérico atribuido también a su fruto. Tanto las raíces como las hojas, corteza y fruto han sido tradicionalmente usados por los nativos de donde es oriunda como medicina naturalista para el tratamiento de diversas dolencias, pero solo en los últimos años los científicos han enfocado su atención en esta planta, demostrando varios

***Eliosbel Márquez:** *Licenciado en Alimentos (UH, 1998) y Máster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (UH, 2005). Jefe del Laboratorio de Bioquímica y Química-Física de frutas y vegetales del IIIA, trabaja temáticas relacionadas con la bioquímica y la evaluación química-física de alimentos de origen vegetal.*

de los beneficios que se le adjudican al fruto (1), tales como su actividad anticancerígena (2), inmunomoduladora (3) y antiinflamatoria (4), entre otras.

En poco más de una década su cultivo y utilización ha proliferado en diversas latitudes del planeta y el jugo de sus frutos se comercializa hoy en su forma natural o como insumo para la elaboración de suplementos nutricionales (5). El consumo de productos de esta fruta se ha incrementado notablemente en EE.UU., Japón y Europa. El informe conjunto FAO/OMS 2008 sobre el programa de estándares alimentarios estimó que el mercado del noni en el 2001 era de 400 millones de USD y en el 2006 se había incrementado a 2 000 millones de USD, ubicándose así en el de más rápido crecimiento dentro del mercado global de productos de salud. El jugo de noni ha sido aceptado en la Unión Europea como un alimento novel y la fruta fue sujeta a una evaluación y encontrado a ser seguro para el consumo humano (6).

Teniendo en cuenta que la información técnica acerca del procesamiento de noni es escasa e incompleta, por estar casi toda patentada, es que se consideró la importancia de evaluar la factibilidad tecnológica de obtener pulpa de noni a escala piloto con el objetivo de diseñar a partir de ésta nuevos productos con características funcionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó con frutos de noni cosechados en estado de madurez fisiológica, conocida como "blanco duro" y almacenados en un lugar seco y ventilado a temperatura ambiente hasta alcanzar la madurez o estadio "blanco blando".

Para estudiar la factibilidad de obtener pulpa de noni a escala piloto, se utilizaron como mínimo 60 kg de frutos maduros en cada corrida experimental (seleccionados, lavados y escurridos), los cuales fueron procesados en un pulpador/repasador modelo SHUTTEVAERWEG 60; evaluándose tres mallas con orificios de diferentes diámetros: 0,5; 1,0 y 6,0 mm. Se realizaron cinco corridas experimentales por cada experimento (diámetro de orificio de la malla) con frutos de igual número de lotes.

El cálculo de rendimiento en pulpa para cada una de las variantes en estudio se realizó mediante la fórmula siguiente:

$$R = \frac{Pp}{Pf} \times 100 \%$$

Donde:

R: rendimiento expresado en por ciento.

Pp: peso de la pulpa de noni obtenida en kg.

Pf: peso de los frutos de noni alimentados al equipo en kg.

La caracterización química-física y microbiológica, tanto del fruto fresco como de las pulpas obtenidas con mallas de orificios de diferentes diámetros consistió en: determinación de humedad (7), pectina (7), sólidos solubles (8), índice de pH (9), acidez valorable expresada como ácido málico (10, 11), contenido de sacarosa y azúcares reductores (12), contenido de ácido ascórbico (13), capacidad antioxidante por los métodos ABTS (14) y FRAP (15,16), determinación de fenoles totales (17), determinación del conteo total de microorganismos mesófilos viables (18), conteo de microorganismos coliformes totales (19) y determinación de mohos y levaduras viables (20).

Con la finalidad de conocer si existían o no diferencias significativas entre los resultados físico-químicos de las pulpas obtenidas con mallas de diferentes diámetros y los frutos de noni, se realizó una comparación de los valores medios de cada variable físico-química estudiada, mediante un análisis de varianza (ANOVA). A los resultados que mostraron cambios significativos ($p \leq 0,05$), se les aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan y se trabajó con el paquete estadístico SPSS ver. 11.5 (SPSS, Inc., Chicago, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento en pulpa se incrementó significativamente con el diámetro de los orificios de la malla (Fig. 1), correspondiéndose el mayor rendimiento con 6 mm de diámetro. Sin embargo, esta no se consideró satisfactoria, debido al gran número de semillas que se fragmentaron e incorporaron a la pulpa; por tanto

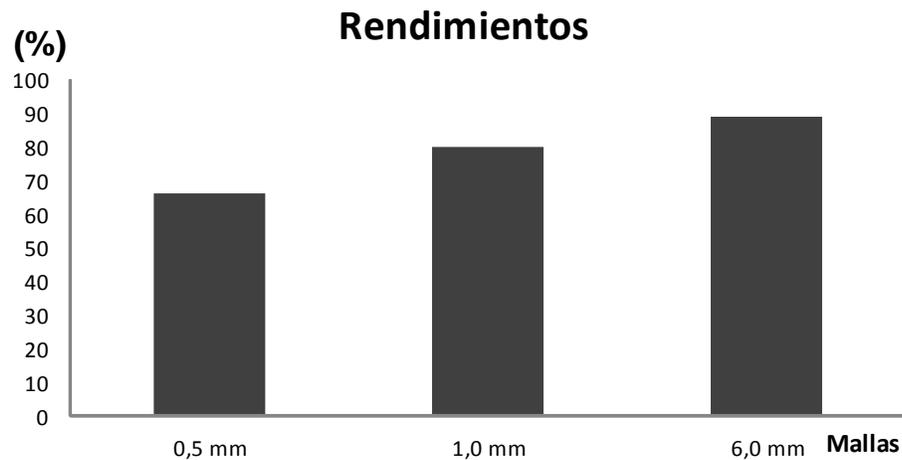


Fig. 1. Rendimientos del pulpado-repasado del noni según el diámetro de los orificios de las mallas.

se descartó esta posibilidad. Los resultados de rendimiento en pulpa obtenidos con los otros dos diámetros son superiores a los informados en la literatura para la obtención de jugo de noni por el método tradicional de goteo espontáneo del fruto, que oscilan entre 40 y 50 % (21).

Las diferencias observadas entre los rendimientos están relacionadas con la composición y cantidad de residuos obtenidos, es decir, el residuo del pulpado con malla de 0,5 mm contenía junto con las semillas partes del fruto que no se incorporaron a la pulpa, cuantificándose 34 %. Sin embargo, cuando se trabajó con malla de orificios de 1 mm de diámetro el porcentaje de residuo fue menor (20 %), constituido mayormente por semillas, de manera que se aprovecha íntegramente el fruto y la cáscara, que es fina y suave, quedando incorporada a la pulpa.

La Tabla 1 muestra los resultados físico-químicos de las pulpas obtenidas con mallas de diferentes orificios y los frutos maduros, donde se aprecia que no hubo diferencias significativas ($p \leq 0,05$), entre las diferentes pulpas y los frutos maduros, en cuanto al contenido de sólidos solubles y el porcentaje de acidez, lo cual puede

deberse a que tanto los sólidos solubles como los ácidos se liberaron rápidamente de la matriz del fruto cuando este fue procesado y de esta forma se incorporaron a las pulpas.

Sin embargo, el análisis de varianza indicó que hay diferencias significativas para los demás análisis realizados, observándose que en todos los casos los menores valores de las variables de estudio correspondieron a la pulpa obtenida con malla de orificios 0,5 mm de diámetro.

Por otra parte, hubo diferencias significativas entre los valores de sólidos totales, pH, azúcares reductores libres y pectinas de la pulpa de 1 mm y los frutos maduros (Tabla 1). Sin embargo, estos valores son significativamente mayores a los encontrados en la pulpa de 0,5 mm, lo que puede explicarse por las distintas fracciones del fruto que pasan al residuo al trabajar con malla de 0,5 mm de diámetro, mientras que con la malla de 1 mm estas pasan a formar parte de la pulpa.

Tabla 1. Resultados físico-químicos del fruto y pulpas de noni obtenidas con diferentes mallas

Muestras	Sólidos totales (%)	Sólidos solubles (%)	pH	Acidez (%)	Azúcares (%) ¹ Red. libres Sacarosa		Pectina (%)	Acido ascórbico (mg/100 g)	Fenoles totales ²	Actividad antioxidante ABTS ³ FRAP ⁴	
Frutos maduros ("blanco-blando")	10,2 ^b (0,6)	9,4 ^a (0,5)	4,1 ^b (0,1)	0,58 ^a (0,01)	5,1 ^b (0,2)	1,4 ^c (0,2)	1,01 ^b (0,05)	175,7 ^c (23,7)	213,7 ^c (9,4)	183,3 ^c (18,8)	309,4 ^c (46,1)
Pulpa (malla 0,5 mm)	9,1 ^a (0,5)	8,9 ^a (0,4)	3,9 ^a (0,1)	0,55 ^a (0,01)	4,3 ^a (0,1)	0,8 ^a (0,1)	0,62 ^a (0,05)	122,6 ^a (9,9)	135,8 ^a (11,8)	93,4 ^a (3,5)	147,0 ^a (8,0)
Pulpa (malla 1,0 mm)	10,5 ^o (0,6)	9,2 ^a (0,5)	4,1 ^o (0,1)	0,56 ^a (0,03)	4,8 ^b (0,2)	1,0 ^b (0,1)	0,96 ^b (0,01)	150,9 ^b (11,7)	181,3 ^b (15,8)	109,0 ^o (4,8)	227,1 ^o (38,3)

Valores expresados como promedio (desviación estándar), de cinco corridas experimentales.

Letras iguales indica que no hay diferencias significativas entre las muestras para $p \leq 0,05$.

¹ Reductores libres, ² expresados como ácido gálico en mg/100 g, ³ expresado como ácido ascórbico en mg/100g,

⁴ expresado como Fe^{2+} en μ moles/100 g.

Se apreciaron también diferencias significativas entre las pulpas y los frutos maduros cuando se analizan los contenidos de sacarosa, ácido ascórbico, fenoles totales y actividad antioxidante medida por ambos métodos, en todos los casos los mayores valores correspondieron al fruto maduro y los menores a la pulpa obtenida con malla de diámetro de 0,5 mm.

La disminución observada en el contenido de ácido ascórbico y de fenoles totales de las pulpas respecto al fruto maduro y entre ellas puede estar asociada a que durante el pulpado se incorpora aire, lo cual favorece la oxidación química y enzimática de estos compuestos cuando se rompen los tejidos de la fruta, la cual se incrementa con la disminución del tamaño de partículas (menor tamaño de orificio de las mallas), como ocurre con otras pulpas de frutas (22).

El contenido de ácido ascórbico y fenoles totales contribuye en gran medida a la capacidad antioxidante del noni, por lo que, en correspondencia con los resultados de estos, el fruto fresco presentó los mayores valores de la actividad antioxidante medida por ambos métodos (183,33 mg/100 g y 309,39 μ moles/100 g para el ABTS y FRAP, respectivamente), confirmando la relación entre estos compuestos y la actividad antioxidante (23). La mayor disminución en la capacidad antioxidante se observó en la pulpa de 0,5 mm con alrededor de 50 % de pérdidas con respecto al fruto fresco, cuando fue medida por ambos métodos. La

pérdida de la capacidad antioxidante medida por el potencial de reducción del hierro (FRAP) fue solamente de 27 % en la pulpa obtenida con malla de 1,0 mm de diámetro. De análisis de los resultados, se sugiere que la malla con orificios de 1 mm de diámetro es la más apropiada para obtener pulpa de noni.

La Tabla 2 presenta los conteos de mesófilos aerobios, conformes, levaduras y mohos, los cuales fueron bajos si se considera que en las pulpas frescas obtenidas industrialmente en general los conteos pueden estar en el rango 10^4 y 10^6 ufc/g para mesófilos aerobios y de 10^3 y 10^4 para levaduras y mohos (24). Estos resultados pudieran estar asociados al pH ácido del noni y a determinados compuestos presentes en el noni que han demostrado tener cierta actividad inhibitoria frente a determinados microorganismos (6), así como a las buenas condiciones higiénicas sanitarias en el pulpado del noni.

CONCLUSIONES

Es factible tecnológicamente el pulpado-repasado del noni con rendimientos mayores que el informado en el jugo de noni, una malla de orificios de 1 mm de diámetro es la más adecuada para obtener un aprovechamiento integral del fruto con 80 % de rendimiento en pulpa. Con malla de 6 mm se obtiene un rendimiento mayor pero no puede ser utilizada porque provoca el rompimiento de la semilla y su incorporación a la pulpa. Los mayores valores de ácido ascórbico y com-

puestos fenólicos (expresado como ácido gálico) en las pulpas, de 151 mg/100 g y 181 mg/100 g, respectivamente, se obtuvieron también con malla de 1 mm. La capacidad antioxidante por los ensayos FRAP y ABTS

de la pulpa obtenida con malla de 1 mm de diámetro fue significativamente mayor que con malla de 0,5 mm. La calidad microbiológica de las pulpas obtenidas con mallas de 0,5 y 1 mm fue buena.

Tabla 2. Resultados microbiológicos del fruto y pulpas de noni

Muestras	Conteo total de mesófilos aerobios (ufc/g)	Conteo total de coliformes (ufc/g)	Conteo total (ufc/g)	
			Mohos	Levaduras
Frutos frescos	2×10^2	<10	2×10^1	<10
Pulpa 0,5 mm	$1,7 \times 10^2$	<10	$2,3 \times 10^1$	<10
Pulpa 1,0 mm	$1,6 \times 10^2$	<10	$2,6 \times 10^1$	<10

REFERENCIAS

- Chan, Y.; Vaillant, F.; Pérez, A.; Reynes, M.; Brillouet, J. y Brat P. J. *Food Comp. Anal.* 19: 645-654, 2006.
- Akihisa, T.; Mastsumoto, K.; Tokuda, H.; Yasukawa, K.; Seino, K.; Nakamoto, K.; Kuninaga, H.; Suzuki, T. y Kimura, Y. *J. Nat. Prod.* 71 (7): 1322-25, 2008.
- Palu, A.; Kim, A.; West, B.; Deng, S.; Jensen, J. y White, L. J. *Ethnopharmacol.* 115 (12): 1587-92, 2008.
- Palu, A.; Kim, A.; West, B.; Deng, S.; Jensen, J. y White, L. J. *J. Nat. Prod.* 70 (5): 754-60, 2007.
- Rusell, H. *Fruit Processing* 10: 486-490, 2000.
- West, B., Jensen, C.; Westendorf, J. y White, L. J. *Food Sci.* 71: 100-106, 2006.
- AOAC. *Association of Official Analytical Chemist. Official methods of analysis of the AOAC.* 17th. Ed., Arlington, Virginia, 1995.
- NC ISO 2173: 2001 *Productos de frutas y vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico*, Cuba.
- NC ISO 1842: 2001 *Productos de frutas y vegetales. Determinación del pH*, Cuba.
- NC ISO 750: 2001. *Productos de frutas y vegetales. Determinación de la acidez valorable*, Cuba.
- Pino, J.; Márquez, E. y Castro, D. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 89 (7): 1247- 1249, 2009.
- NC 77-22-6:1982 *Conservas de frutas y vegetales. Método de ensayo. Determinación del contenido de azúcares reductores*, Cuba.
- NC ISO 6557/2:XX: 1999 *Frutas, vegetales y productos derivados. Determinación del contenido de ácido ascórbico. Método de rutina*, Cuba.
- Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A., Pannala, A.; Yang, M. y Rice-Evans, C. *Free Rad. Biol. Med.* 26: 1231-1237, 1999.
- Benzie, I. y Strain, J. J. *Anal. Biochem.* 239: 70-76, 1996.
- Pulido, R.; Bravo, L. y Saura-Calixto, F. J. *Agric. Food Chem.* 48: 3396-3402, 2000.
- Kang, H. y Saltveit, M. J. *Agric. Food Chem.* 50: 7536-7541, 2002.
- NC-ISO 4833: 2002. *Conteo total de microorganismos mesófilos aerobios*, Cuba.
- NC-ISO 4832: 2002. *Determinación de microorganismos coliformes totales*, Cuba.
- NC-ISO7954: 2002. *Determinación de mohos y levaduras viables*, Cuba.
- Nelson, S. Noni cultivation and production in Hawaii. En: *Proc. of the Hawaii Noni Conference.* Hilo, Hawaii; pp. 33-50, 2002.
- Wills, R.; McGlasson, W.; Graham, D.; Lee, T. y Hall, E. *Post harvest: an Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables.* Van Nostrand Reinhold, New York, 1989.
- Wiseman, H. *Proc. Nutr. Soc.* 58 (1): 139-146, 1999.
- Mazas, V. *Microbiología de Frutas y Vegetales*, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, La Habana, 1984, pp. 130-134.