

CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS CON PROPIEDADES FUNCIONALES PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS

Diómedes Rodríguez-Villacis^{1}, Aldo Hernández-Monzón² y José L. Rodríguez-Sánchez³*

¹*Escuela Superior Politécnica de Litoral. Campus "Gustavo Galindo" km 30,5 Vía Perimetral. Guayaquil, Ecuador.*

²*Instituto de Farmacia de Alimentos. C.P. 13600, La Habana, Cuba.*

³*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. C.P. 19200, La Habana, Cuba.*

E-mail: dhrodri@espol.edu.ec

RESUMEN

Se caracterizaron el suero dulce, pulpa de mora y jugo de sábila como ingredientes funcionales para la elaboración de bebidas. A las materias primas se les determinaron sólidos totales, acidez, pH y viscosidad aparente. En el suero se analizaron densidad, cenizas, calcio, potasio, sodio, fósforo y β -lactoglobulinas; en la pulpa de mora, sólidos solubles, cenizas, vitamina C, fibra dietética, fructosa, glucosa, fenoles, antocianinas y capacidad antioxidante; mientras que al jugo de sábila, densidad, sólidos solubles, fibra dietética, glucosa, fructosa, calcio, sodio y potasio. El suero presentó valores altos de grasa, proteína, calcio y β -lactoglobulina. Los fenoles totales y antocianinas presentes en la pulpa de mora confirmaron su capacidad antioxidante. En el jugo de sábila, la densidad y sólidos solubles coincidieron con lo reportado en la literatura, el contenido de minerales y azúcares fue bajo. **Palabras clave:** suero dulce, pulpa de mora, jugo de sábila, ingredientes funcionales.

ABSTRACT

Characterization of raw material with functional properties for the making of drinks

Sweet whey, blackberry pulp and sabila juice were characterized as functional ingredients for the making of drinks. Total solids, acidity, pH and apparent viscosity were determined in the raw materials. Density, ash, calcium, potassium, sodium, phosphorus and β -lactoglobulins were analyzed in the whey, while in the blackberry pulp, soluble solids, ash, vitamin C, dietary fiber, fructose, glucose, phenols, antocianins and capacity antioxidant were evaluated. Besides, density, soluble solids, dietary fiber, glucose, fructose, calcium, sodium and potassium were analyzed in the sabila juice. The sweet whey showed high values of fat, protein, calcium and β -lactoglobulin. The total phenols and antocianins present in the blackberry pulp confirmed its antioxidant capacity. Concerning the sabila juice, the density and soluble solids agree with the data reported in the literature, and the content of minerals and sugars was low.

Keywords: sweet whey, blackberry pulp, sabila juice, functional ingredients.

INTRODUCCIÓN

Según el concepto tradicional de nutrición, la principal función de la dieta es aportar los nutrientes necesarios para el buen funcionamiento del organismo. Este concepto de "nutrición adecuada" está siendo sustituido por el de "nutrición óptima", que contempla la posibilidad de que algunos alimentos mejoren la salud de la población y reduzcan el riesgo de desarrollar determinadas enfermedades (1). Un alimento se considera funcional si demuestra que afecta de forma beneficiosa a una o más funciones concretas del organismo, más allá de

**Diómedes Hernán Rodríguez Villacis: Ingeniero en Alimentos, Magister en Procesamiento de Alimentos, Magister en Administración de Empresas. Profesor de pregrado de la Escuela Superior Politécnica del Litoral Guayaquil-Ecuador; profesor invitado de posgrado de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil; Maestría en Administración de Empresas y Maestría en Gerencia en Servicios para la Salud. Se desempeñó como jefe de producción en la empresa de alimentos Nestlé Ecuador S.A. y gerente de Operaciones de la empresa Otelo & Fabel S.A. (Ecuador).*

sus efectos nutricionales, de forma que su influencia sea relevante para una mejora en la salud y el bienestar, o bien en la reducción del riesgo de padecer una enfermedad (2).

El suero lácteo es el coproducto más abundante de la industria láctea, resultante después de la precipitación y la remoción de la caseína de leche durante la elaboración del queso y es de difícil aceptación en el mercado, ya que sus características no lo hacen apto para su comercialización directa como suero líquido (3). El suero dulce contiene principalmente lactosa (4,6 a 5,2 g/100 g), proteínas como sustancias de importante valor nutritivo (0,6 a 1,0 g/100 g), grasa (0,05 a 0,37 g/100 g) y sólidos totales (6,4 g/100 g) (4). Con respecto al contenido de minerales en el lactosuero se destaca la presencia de potasio (0,16 g/100 g) y sodio (0,05 g/100 g); además presenta también una cantidad relevante de otros minerales como calcio (0,043 g/100 g), fósforo (0,04 g/100 g), magnesio (0,07 g/100 g) y los oligoelementos zinc, hierro y cobre, formando todos ellos sales de gran biodisponibilidad para el organismo humano (4).

En cuanto a las fracciones proteicas que se encuentran en el suero están en mayor cantidad las proteínas globulares solubles β -lactoglobulinas y α -lactoalbúmina, y en menor grado se encuentran seroalbúmina, inmunoglobulina, lactoferrina, proteosa, peptona y transferrina, en total ellas representan el 98 % de la proteína soluble (5). Por otro lado, se reporta que cerca del 70 % de las proteínas del suero presentan un valor nutritivo superior al de la caseína, como son β -lactoglobulina (50 a 55 %), α -lactoglobulina (20 a 25 %), inmunoglobulinas (10 a 15 %), proteosa-peptonas y enzimas nativas en menor grado (6).

El lactosuero ha sido considerado un coproducto con propiedades funcionales por los beneficios que aportan sus nutrientes a la salud (7, 8). Entre los principales beneficios del lactosuero para la salud se citan: función antioxidante (9-11), capacidad de proteger el sistema inmunológico por la presencia de inmunoglobulinas y otros inmunonutrientes (12), regeneración de la microbiota intestinal debido a que algunos de los componentes del suero exhiben actividad prebiótica (13) y mejoramiento del metabolismo (8).

La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) es una fruta compuesta por la agregación de los carpelos como pequeñas drupas insertadas sobre su corazón blanco, blando de forma cónica; madura es de un color rojo oscuro que se torna en violeta (14). Su composición química varía de acuerdo a las condiciones del suelo, fase de madurez y condiciones de cosecha y almacenamiento. La fruta contiene carbohidratos, vitaminas, minerales y compuestos fenólicos. Los principales azúcares de fruta son glucosa (2,31 g/100 g), fructosa (2,40 g/100 g) y sacarosa (0,07 g/100 g); fibra total (5,30 g/100 g); cenizas (0,37 g/100 g); con minerales tales como potasio, calcio, fósforo, magnesio, hierro y sodio; entre las vitaminas con mayor contenido se encuentra el ácido ascórbico (21 mg/100 g), seguido por los tocoferoles, niacina, ácido pantoténico, riboflavina, vitamina B₆ y vitamina A. Además contiene antocianinas (114 a 242 mg/100 g) y fenoles totales en un amplio intervalo (114 a 1 056 mg/100 g) (15). Para la pulpa de mora de Castilla se han reportado valores de actividad antioxidante (ensayo ABTS) entre 6,4 a 7,1 mmol/100 g (16).

Las moras de Castilla son consideradas en la actualidad como una fuente rica de polifenoles, presentes mayoritariamente en esta fruta los taninos elágicos y antocianinas. Estos compuestos presentan actividad antimutagénica, antiviral, anticancerígena, antitumoral, quimioprotectora y antioxidante, prevención de la diabetes, cáncer y protección del sistema inmunológico (16). La presencia de antocianina le brinda a la mora la capacidad de neutralizar radicales de oxígeno, reducir la inflamación y también modular la respuesta inmune (17). El contenido de fibra trae beneficios a la digestión, previene el estreñimiento, reduce la duración del tránsito intestinal, puede inhibir el crecimiento y proliferación de células cancerígenas del intestino y protege de la aparición de enfermedades diverticular o las hemorroides (18).

La sábila [*Aloe vera* (L.) Burm. f.] es una planta con usos medicinales cuya parte más utilizada son las hojas, cada una está compuesta por tres capas: una interna que es un gel transparente que contiene 99 % de agua y el resto está constituido por glucomananos, aminoácidos, lípidos, esteroides y vitaminas; la capa intermedia o látex que es la savia amarilla amarga que contiene antraquinonas y glucósidos y la capa externa o corteza, que tiene la función de protección y síntesis

de carbohidratos y proteínas (20). La planta contiene algunas vitaminas hidrosolubles como tiamina, riboflavina, niacina, ácido fólico y ácido ascórbico, y entre las liposolubles las vitaminas A y E. Además, esta contiene sales minerales, todas esenciales para el organismo humano entre ellas: calcio, fósforo, potasio, hierro, sodio, magnesio, manganeso, cobre y cinc (21). Para el jugo pasteurizado de sábila cosechada en Cuba (22) se han informado los minerales siguientes: calcio (254,92 mg/100 g), magnesio (6,68 mg/100 g), cobre (0,19 mg/kg), hierro (2,61 mg/kg) y cinc (0,59 mg/kg).

El jugo de sábila es un excelente complemento alimenticio que contiene numerosas vitaminas y oligoelementos, además cicatriza y desinfecta las heridas, facilita la digestión, protege al organismo contra las úlceras gástricas, favorece el tránsito intestinal, activa el riego sanguíneo, la circulación linfática, las funciones renales y mejora las funciones hepáticas y biliares por lo que se recomienda en la prevención de la cirrosis, atenúa los dolores artríticos y reumáticos (19). Por todos los beneficios que aporta el jugo de sábila a la salud se ha considerado un ingrediente funcional para la preparación de alimentos (23).

Teniendo en cuenta estos antecedentes este trabajo tuvo como objetivo caracterizar el suero dulce de leche, la pulpa de mora y el jugo de sábila, todos producidos en el Ecuador, como ingredientes funcionales para la elaboración de bebidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las materias primas evaluadas fueron las siguientes: suero dulce, obtenido de la coagulación enzimática de leche de vaca en la elaboración de queso fresco en una planta artesanal; pulpa de mora de Castilla pasteurizada en la planta piloto PROTAL en la Escuela Superior Politécnica de Litoral. El jugo de sábila fue pasteurizado a partir de pencas de más de tres años en una hacienda comercial. El suero y la mora de Castilla fueron procedentes de la provincia de Tungurahua y la sábila se recolectó de los cultivos de la provincia Santa Elena en Ecuador.

El muestreo de las materias primas se realizó entre octubre y marzo. Para el lactosuero se tomaron muestras de 5 L de una producción por mes. La pulpa de mora se obtuvo a partir de 5 kg de frutas seleccionadas

en la cosecha y el jugo de sábila fue producto de cinco pencas entre 600 a 700 g; estas muestras se tomaron cada 15 días durante seis meses.

Los frutos fueron sometidos a lavados sucesivos con agua potable. Posteriormente se procedió a la extracción de la pulpa con la utilización de un despulpador industrial con malla de abertura de 0,8 mm, inmediatamente la pulpa fue sometida a un tratamiento térmico de 68 °C durante 25 min y finalmente fue congelada a -18 °C para su conservación.

Para la obtención del jugo de sábila se procedió de la forma siguiente: lavado de las pencas con abundante agua potable y cuidado estricto para evitar que las hojas se dañen y contaminen durante el lavado; desinfección de las pencas con hipoclorito de sodio a una concentración de 200 mg/L y enjuague final con abundante agua; corte transversal en la base de las pencas y exudación del acíbar según lo reportado (19), separación de los filos espinosos; pelado y separación del gel o mucílago; homogeneización del mucílago mediante una licuadora hasta la obtención de un fluido sin la presencia de grumos. El jugo obtenido se pasteurizó 65 °C por 20 min y se conservó en refrigeración entre 4 ± 1 °C protegido de la luz.

Al lactosuero dulce se le determinaron densidad (24), grasa (25), proteína (26), sólidos totales (27), cenizas (28), acidez titulable y pH (29), minerales (Ca, K, Na y P) (30) y β -lactoglobulina (31).

A la pulpa se le determinaron sólidos solubles (32), sólidos totales (27), cenizas (33), valor de pH (29), acidez titulable (34), fenoles totales expresados como ácido gálico (35), vitamina C por HPLC UV/VIS (36), antocianinas (37), capacidad antioxidante por decoloración del radical ABTS y expresados como mmol trolox (38) y por FRAP expresado como mmol Fe²⁺ (39).

Al jugo de sábila se le midieron densidad (40), sólidos solubles (32), acidez titulable (41), valor de pH (41), fibra dietética soluble (42), azúcares reductores por HPLC (43) y minerales (30).

La viscosidad fue evaluada en todas las materias primas mediante el uso del viscosímetro Brookfield modelo LVT a 20 °C, velocidad de 30 min⁻¹ y vástago 2, con excepción de la pulpa de mora donde se usó el vástago 3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 resume los resultados del análisis del lactosuero dulce, la proteína coincidió con los intervalos reportados (4) y los sólidos totales presentaron valores relativamente altos al igual que el contenido de grasa, datos que dependieron de la tecnología empleada y la utilización de leche sin la estandarización de grasa. Los minerales presentaron valores con algunas variaciones a los informados (4), el calcio fue inferior 0,035 respecto a 0,043 g/100 g; el potasio superior 0,23 con respecto a 0,16 g/100 g, al igual que el sodio que fue de 0,06 contra 0,05 g/100 g.

El contenido de β -lactoglobulina en el suero representó el 54 % de la proteína total, valor este muy cercano con lo informado (6).

La acidez y el pH presentaron valores que permiten considerar al suero con buena calidad. La composición del suero analizado presentó buenas cualidades desde el punto de vista nutricional para ser utilizado en la elaboración de una bebida.

La Tabla 2 muestra los análisis de la pulpa de mora de Castilla. Los sólidos totales y solubles, así como las cenizas, se encuentran en los intervalos reportados para

Tabla 1. Caracterización física y química del lactosuero dulce (n = 6)

Indicador	Promedio	S
Densidad (kg/L)	1,025	0,001
Sólidos totales (g/100 g)	7,99	0,08
Grasa (g/100 g)	1,42	0,08
Proteína (g/100 g)	0,79	0,02
Cenizas (g/100 g)	0,51	0,01
Acidez (g/100 g)	0,12	0,01
pH	6,5	0,1
Calcio (mg/100 g)	35,4	-
Potasio (mg/100 g)	235,6	-
Sodio (mg/100 g)	60,5	-
Fósforo (mg/100 g)	ND	-
β -Lactoglobulina (g/100 g)	0,43	-
Viscosidad (mPa.s)	2,1	0,0

ND- No detectable

Tabla 2. Caracterización química de la pulpa de mora de Castilla (n = 12)

Indicador	Promedio	S
Sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix)	9,7	0,5
Sólidos totales (g/100 g)	11,6	0,4
Cenizas (g/100 g)	0,54	0,02
Valor de pH	2,8	0,1
Acidez titulable (g/100 g)	2,7	0,1
Fructosa (g/100 g)	4,2	-
Glucosa (g/100 g)	3,7	-
Fibra dietética (%)	1,85	-
Fenoles (mg/100 g)	2 425	194
Vitamina C (mg/100 g)	10,26	-
Antocianinas (mg/100 g)	89,0	2,7
Capacidad antioxidante (mmol/100 g)	6,2	0,4
Capacidad antioxidante (mmol/100 g)	13,9	0,7
Viscosidad aparente (mPa.s)	466	12

esta fruta (15); los valores de acidez y pH encontrados también concuerdan con lo informado (44). El contenido de fenoles totales fue superior al 114 a 1 056 mg/100 g informado anteriormente (15). Las antocianinas presentaron valores inferiores al 114 a 242 mg/100 g reportados anteriormente (15), lo cual pudo estar dado por pérdidas durante el procesamiento de la pulpa.

Con respecto a la capacidad antioxidante por el método ABTS el resultado coincidió con lo reportado (6,4 a 7,1 mmol/100 g) (16), lo que confirma la capacidad antioxidante de esta pulpa. Estos resultados demuestran la potencialidad de la pulpa ecuatoriana como ingrediente antioxidante para ser utilizada en la elaboración de bebidas.

La Tabla 3 muestra los análisis del jugo de sábila, donde los indicadores analizados como densidad y sólidos solubles coinciden con lo informado (22). El contenido

de minerales fue muy bajo comparado con un reporte anterior (254,92 mg/100 g) (22). La relación entre el contenido de sodio y potasio dio 1:1, mientras que los valores de azúcares fueron muy bajos. El jugo de sábila se caracterizó por poseer una viscosidad alta lo cual viene dado por la presencia de los glucomanos.

CONCLUSIONES

El suero dulce caracterizado es rico en nutrientes, destacándose su contenido en grasa, proteína y calcio. El contenido de β -lactoglobulina representó el 54,4 % de la proteína total, valor muy cercano a lo informado. La pulpa de mora presentó una composición que se encuentra en el intervalo reportado para esta fruta y se destacó por su contenido en fenoles totales y antocianinas, lo que confirmó su capacidad antioxidante. En el jugo de sábila la densidad y sólidos solubles coincidieron con lo reportado, mientras que el contenido de los minerales y azúcares fueron bajos.

Tabla 3. Caracterización química del jugo de sábila (n = 12)

Indicador	Promedio	S
Densidad (kg/L)	1,014	0,002
Sólidos solubles (°Brix)	1,2	0,1
Acidez titulable (g/100 g)	0,1	0,0
pH	4,8	0,2
Viscosidad (mPa.s)	111	7
Fibra dietética soluble (g/100 g b.s.)	1,1	-
Fructosa (g/100 g b.s.)	0,01	-
Glucosa (g/100 g b.s.)	0,05	-
Sacarosa (g/100 g b.s.)	ND	-
Maltosa (g/100 g b.s.)	ND	-
Calcio (mg/100 g)	38,38	-
Sodio (mg/100 g)	23,45	-
Potasio (mg/100 g)	22,98	-
Fósforo (mg/100 g)	ND	-

ND- No detectable

REFERENCIAS

1. FECYT. Alimentos Funcionales. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y Tecnología. Rumagraf, S.A.; 2005.
2. Galland L. Functional Foods: Health Effects and Clinical Applications. En Encyclopedia of Human Nutrition. B. Caballero, L. Allen y A. Prentice (Eds.). España: Elsevier/Academic Press; 2005. p. 366-71.
3. Ramirez J. Rev. Esp. Ing. Proc. Alim. Biomater. 2012 6:70-83.
4. Inda A. Optimización del rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de Quesería. México D.F.: Organización de los Estados Americanos; 2000.
5. Bordin G, Cordeiro F, De La Calle B y Rodríguez A. J. Chromatogr. A. 2001 928:63-76.
6. Saxelin M, Korpela R y Mäkinen A. Functional Dairy Products. T.M. Sandholm y M. Saarela (Ed.). Cambridge: CRC Press LLC; 2003.

7. Marshall K. *Altern. Med. Rev.* 2004 9:136-56.
8. Pescumma M, Hérbet E, Mozz F y Font G. *Food Microbiol.* 2008 25(3):442-51.
9. Ha E y Zemel M. *J. Nutr. Biochem.* 2003 14:251-8.
10. Virtanen T, Pihlanto A, Akkanen S y Korhonen H. *J. Appl. Microbiol.* 2007 15:102-6.
11. Erdmann K, Cheung B y Schroder H. *J. Nutr. Biochem.* 2008 19:643-54.
12. Moreno Y, Sgarbieri V, Da Silva M y Toro A. *J. Trop. Pediatr.* 2006 52:34-8.
13. Pals K, Chang R, Ryan A y Gisolfi C. *J. Appl. Physiol.* 1997 82:571-6.
14. Jonhson I. Propiedades antitumorales de los antioxidantes. En *Antioxidantes de los Alimentos*, N.V. Yanishlieva-Maslarova, J. Pokorný y M.H. Gordon (Eds.). Zaragoza: Acribia; 2008. pp. 97-101.
15. Kaume L, Howard L y Devareddy D. *J. Agric. Food Chem.* 2012 60:5716-27.
16. Kuskoski M, Asuero A, Troncoso A, Mancini J y Feet R. *Cienc. Tecnol. Alim.* 2005 25(4):726-32.
17. Lasso J, Bansode R, Trappey A, Bawadi H y Truax R. *J. Nutr. Biochem.* 2004 15:672-8.
18. Olagnero G, Abad A, Bendersky S, Genevois C, Granzella L y Montonati M. *Diaeta* 2007 25:20-3.
19. Reynolds T. *The genus Aloe*. Boca Raton, FL.: CRC Press LLC; 2004.
20. Ferraro G. *Rev. Argent. Dermatol.* 2009 90:218-223.
21. Schweizer M. *Aloe vera: La Planta que Cura*. Clamecy: Nouvelle Imprimerie Laballery; 1995.
22. Hernández-Monzón A y Romagosa-Ibieta S. *Tecnol. Quím.* 2015 35(1):54-72.
23. Vega G, Nevenka A, Díaz N y Lemus R. *Rev. Chil. Nutr.* 2005 32(1):208-14.
24. NTE-INEN-0011. Determinación de la densidad relativa. Ecuador; 1984.
25. AOAC-989.05. Determinación de grasa. *Official Methods of Analysis of AOAC*, 19th ed, Washington D.C.; 2012.
26. AOAC-991.20/955.04. Determinación de proteína. *Official Methods of Analysis of AOAC*, 19th ed, Washington D.C.; 2012.
27. AOAC-920.151. Determinación de sólidos totales. *Official Methods of Analysis of AOAC*, 19th ed, Washington D.C.; 2012.
28. AOAC-945.46. Determinación de cenizas. *Official Methods of Analysis of AOAC*, 19th ed, Washington D.C. 1987.
29. AOAC-981.12. Determinación de pH. *Official Methods of Analysis of AOAC*, 19th ed, Washington D.C.; 2012.
30. AOAC-99.10. Determinación de minerales (Ca, Na, K, P). *Official Methods of Analysis of AOAC*, 19th ed, Washington D.C.; 2005.
31. OL-58484.A/1. Determinación de lactoalbúmina. *Manual de patología clínica. Método MB539 (Quantitative)*. Ecuador, 2012.
32. NTE-INEN-380. Determinación de sólidos solubles. Ecuador; 1985.
33. AOAC-923.03. Determinación de cenizas. *Official Methods of Analysis of AOAC*, 19th ed, Washington D.C.; 2012.
34. NTE-INEN-381. Determinación de la acidez titulable. Método potenciométrico de referencia. Ecuador; 1986.
35. Shinkard K y Singleton V. *Am. J. Enol. Vit.* 1977 28:49-55.
36. API-5.8-04-01-05C. Determinación de vitamina C. Método interno HPLC UV/VIS Nollet, Food Analysis. s.l. Laboratorio del Programa de Tecnología de Alimentos-PROTAL; 2006.
37. Giust M y Wrolstad R. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*; 2001.
38. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M y Rice-Evans C. *Free radicals Biol. Med.* 1999 26:1231-7.
39. NTE-INEN-391. Determinación de la densidad relativa. Ecuador; 1986.
40. Benzie I y Strain J. *Method Enzymology* 1999 299:5-27.
41. AOAC-942.15. Determinación de pH. *Official Methods of Analysis of AOAC*, 19th ed, Washington D.C.; 2012.
42. AOAC-985.29. Determinación de fibra dietética. *Official Methods of Analysis of AOAC*, 19th ed, Washington D.C.; 2012.
43. OL-58282-1/6. Determinación de azúcares reductores. Liquid chromatographic determination of sugar in beer by evaporative light scattering detection. Ecuador; 2012.
44. Ayala L, Valenzuela Cl y Bohórquez J. *Biotechnol. Sector Agrop. Agroindustr.* 2013 11(2):10-8.