

DESARROLLO DE UNA LECHE FERMENTADA PROBIÓTICA DE SOYA CON PULPA DE ACEROLA

Marbelis Valdés, Yanires Castro¹, Cira Duarte¹ y Tania M. Guzmán²*

¹*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA). Carretera al Guatao km 3 ½, La Habana, C.P. 19200, Cuba.*

²*Universidad UTE, Ecuador.*

E-mail: marbe@iia.edu.cu

Recibido: 28-07-2021 / Revisado: 07-08-2021 / Aceptado: 23-08-2021 / Publicado: 31-08-2021

RESUMEN

El objetivo de este trabajo consistió en evaluar el empleo de la pulpa de acerola en la elaboración de una leche fermentada a partir de leche de soya con el cultivo alternativo de Bioyogur. Para la selección del nivel de pulpa de acerola y partiendo de la formulación base de yogur a partir de leche de soya, se ensayaron dos niveles de pulpa de acerola y de sirope azúcar invertido 13 y 14 % m/m, 10 y 12 % m/m, respectivamente. Definido el nivel de pulpa de acerola y sirope de azúcar invertido, realizando un análisis estadístico y con la prueba de ordenamiento mediante una comisión de evaluación sensorial integrada por 15 catadores entrenados en este tipo de producto, la leche fermentada de soya fue caracterizada en sus indicadores composicionales, sensoriales, microbiológicos y reológicos. La leche fermentada con 14 % m/m de pulpa de acerola y 12 % m/m de azúcar invertido presentó adecuadas características composicionales, sensoriales y microbiológicas. La caracterización reológica demostró que la leche fermentada de soya con pulpa de acerola tuvo comportamiento de fluido, de naturaleza pseudoplástica y el valor de viscosidad promedio fue de 2800 mPa•s.

Palabras clave: leche fermentada probiótica, soya, acerola.

ABSTRACT

Development of a probiotic fermented soy milk with acerola pulp

The objective of this work was to evaluate the use of acerola pulp in the elaboration of a fermented milk from soy milk with the alternative culture of Bioyogurt. For the selection of the level of acerola pulp and starting from the yogurt base formulation from soy milk, two levels of acerola pulp and invert sugar syrup were tested 13 and 14% m/m, 10 and 12% m/m, respectively. Defined the level of acerola pulp and invert sugar syrup by performing a statistical analysis and using the ranking test through a sensory evaluation commission made up of 15 tasters trained in this type of product, fermented soy milk, was characterized in its indicators compositional, sensory, microbiological and rheological. Fermented milk with 14% m/m of acerola pulp and 12% m/m of invert sugar presented adequate compositional, sensory and microbiological characteristics. The rheological characterization showed that the fermented soy milk with acerola pulp had fluid behavior, of a pseudoplastic nature and the average viscosity value was 2800 mPa•s.

Keywords: Probiotic fermented milk, soy, acerola.

**Marbelis Valdés-Veliz: Graduada de Ingeniera Química (ISPJAE, 2011). Máster en Ingeniería Alimentaria (Facultad de Ingeniería Química, ISPJAE, 2018). Es Investigador Agregado de la Dirección de Lácteos del Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA), con 20 años de experiencia en la Tecnología de Productos Lácteos. Actualmente alumna regular de la Universidad Bio Bio (Chillán - Chile) en el programa de Doctorado en Ingeniería de los Alimentos (2020-2024).*

INTRODUCCIÓN

El constante crecimiento de la población, que genera consecuentemente una demanda mayor de alimentos, ha propiciado que sean consideradas nuevas fuentes nutricionales, razón por la que desde hace años, la utilización de la leche de soya en la industria alimentaria ha experimentado un crecimiento vertiginoso al considerar la calidad de su proteína, su contenido en ácidos grasos poliinsaturados, en minerales como hierro, zinc, fósforo y magnesio y en vitaminas del complejo B (1).

El característico olor y sabor a frijol de la leche de soya, en ocasiones desagradables para la mayoría de las personas no habituadas a su consumo, han propiciado, con el propósito de incrementar su aceptación, considerar la adición de edulcorantes, saborizantes y el proceso de fermentación dando origen a las denominadas leches fermentadas de soya (2).

En Cuba, la leche fermentada de soya tipo yogur (yogur de soya) es saborizada con saborizantes comerciales, pero no con pulpas de frutas. La acerola (*Malpighia emarginata* DC) es una de las variedades de fruta que poco consume la población cubana. La importancia actual de la acerola se ha relacionado con su carácter nutricional y propiedades terapéuticas (antioxidantes, antimutagénicas y anticancerígenas) que presenta, como consecuencia de su elevado contenido en vitamina C, el cual puede variar entre 1,25 a 1,84 g/100 g, así como por su alto contenido en otros nutrientes como es el caso de: carotenoides, tiamina, riboflavina, niacina y sales minerales, principalmente de hierro, calcio y fósforo, si bien es cierto que su composición global depende de diversos factores como pueden ser: condiciones

climáticas, localización geográfica, estado de maduración, procesado y almacenaje (3). La acerola se ha utilizado en la elaboración de pulpas, jugos, mermeladas, helados, gelatinas, confituras, dulces y licores (4).

Al tomar en cuenta la tendencia internacional de considerar en la fórmulas de los productos destinados a la alimentación humana ingredientes naturales, la extensión en nuestro país del cultivo de la acerola y considerando que se necesita aumentar la variedad de alimentos aprovechando todas las materias primas de producción nacional, el objetivo del presente trabajo fue desarrollar una leche fermentada probiótica de soya con pulpa de acerola estableciendo sus características fisicoquímicas, microbiológicas y reológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las materias primas empleadas en el trabajo fueron pasta de soya con contenido de sólidos totales entre 17 y 20 % m/m, proveniente de la Planta de Vegetales del IIIA; azúcar refino calidad alimentaria cumplimentando las especificaciones establecidas (5) y cultivo de Bioyogur (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* en relación 1:1) procedente del banco de cepas del IIIA con una acidez de 0,85 % m/m como ácido láctico y una viabilidad de 10^8 ufc/g (6). Se consideró un nivel de inoculación del cultivo de 3 % m/m (7) y pulpa de acerola proveniente de la Planta de Vegetales del IIIA, cuyos indicadores de calidad se informan en la Tabla 1. Otros ingredientes de la fórmula fueron color amarillo proveniente de la Planta de Aromas del IIIA cumplimentado las especificaciones establecidas para los aditivos (8), ácido cítrico para la preparación del sirope invertido de 65 °Brix y agua potable (9).

Tabla 1. Indicadores de calidad de la pulpa de acerola

Indicador	Media	S
pH	3,52	0,01
Sólidos solubles (°Brix)	6,3	0,3
Humedad (g)	93,20	0,05
Acidez (% expresada como ácido cítrico anhidro)	0,78	0,12
Ácido ascórbico (mg/100 g)	829,94	0,00

n = 5

Se realizaron pruebas a escala de laboratorio a nivel de 10 L de leche de soya para evaluar los porcentajes de pulpa y azúcar invertido a adicionar. A partir de una fórmula base que incluía leche de soya estandarizada al 8,86 % de sólidos totales y cultivo de Bioyogur al 3 %, considerando la experiencia de los trabajos anteriores y la información en la literatura, se ensayaron dos niveles de acerola (13 y 14 % m/m) y dos de sirope de azúcar invertido (10 y 12 % m/m). Para la elaboración del producto se trabajó siguiendo la tecnología de yogur de soya según el procedimiento establecido en el IIIA (10, 12-16).

La leche fermentada fue elaborada a partir de leche de soya estandarizada al 8,86 % m/m de sólidos totales. Se mezclaron todos los componentes (leche de soya y sirope de azúcar invertido), se precalentó a temperatura de 65 a 70 °C y se homogeneizó a 150 kgf/cm². Posteriormente se pasteurizó a 90 °C durante 5 min y se refrescó hasta 45 °C, temperatura a la cual se inoculó la leche de soya con el cultivo probiótico (Bioyogur), para dar comienzo al proceso de fermentación láctica. El tiempo de fermentación fue trascendido desde la inoculación hasta que el producto alcanzó una acidez de 0,25 a 0,27 % expresado como ácido láctico, aproximadamente 1,5 a 2 h. El producto se envasó en potes de polipropileno de 1 L y se conservó a 4 °C durante al menos 16 h, al final de este proceso se adicionó el nivel de pulpa de acerola en estudio y se conservó a 4 °C.

A las 24 h de elaborados, los productos con los diferentes niveles de pulpa de acerola y sirope de azúcar invertido se sometieron a una prueba de ordenamiento mediante una comisión de evaluación sensorial (CES) integrada por 15 catadores entrenados en este tipo de producto, para un total mínimo de cuatro muestras evaluadas considerando que las muestras se ordenaron en orden descendente de mayor a menor impresión general de calidad del sabor, por lo que se definió con los catadores en qué se basaría la valoración, de acuerdo a los objetivos del trabajo y la revisión de otros trabajos relacionados con la adición de pulpas (12-16) y con la calidad sensorial (17). Cada catador evaluó las muestras por triplicado, las muestras se presentaron siguiendo un diseño de bloques completos balanceados, durante esta prueba para demostrar el reconocimiento de diferencias entre las muestras por los catadores se determinó la suma de rangos y se realizó la comparación estadística mediante la prueba de Friedman (18).

Una vez definida la formulación se efectuaron, tres corridas a escala de planta piloto de 100 kg cada una. Para la evaluación de la calidad físico-química y microbiológica de los productos, se tomaron a las 24 h de elaborados, cinco muestras representativas de cada corrida y se realizaron por duplicado, las siguientes determinaciones: acidez total expresada como ácido láctico (19), contenido de materia grasa y proteínica, así como los sólidos totales y las cenizas (20). Los hidratos de carbono fueron obtenidos por diferencia. Además, se efectuó el conteo de microorganismos coliformes (21), viabilidad de *Lactobacillus acidophilus* en placa con medio MRS (22), hongos y levaduras (23). La viscosidad de la leche fermentada fue determinada con un viscosímetro rotacional (Brookfield, modelo LVT) con aguja No. 3 a una velocidad de 1 s⁻¹ a temperatura de 20 °C, el resultado se expresó en mPa•s.

La evaluación sensorial global por siete catadores entrenados se realizó por el procedimiento analítico vigente para el control de la calidad sensorial de leches fermentadas mediante el análisis y calificación de los atributos que configuran sus características organolépticas (24).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados para la selección de los porcentajes de pulpa de acerola y sirope de azúcar invertido tomando en consideración el número de catadores, la combinación de los niveles de acerola y sirope y el riesgo escogido que $F [F \text{ calculada } (42,12) > F \text{ crítica } (7,72)]$ de la prueba de Friedman, demuestran para 95 % de probabilidad y $\alpha = 0,05$ que existieron diferencias significativas entre las sumas de rango y por ende hubo diferencias entre las muestras. Mediante el cálculo de la diferencia mínima significativa para cuatro muestras y quince catadores se logró concluir que la muestra diferente es la que considera un contenido de pulpa de acerola sirope de azúcar invertido de 14 y 12 % m/m, respectivamente, cuya suma de rangos ($R = 60$) la define como la de mayor aceptación. De forma general, al nivel más bajo del sirope de azúcar invertido los evaluadores manifestaron baja sensación de dulzor como probable derivación de una baja proporción de azúcar en la fórmula de la leche fermentada que provocó afectaciones en su calidad sensorial.

La leche fermentada de soja con pulpa de acerola resultó de 14 % m/m de pulpa de acerola y 12 % m/m de sirope invertido. La Tabla 2 refiere la formulación de la leche fermentada de soja. La Tabla 3 muestra la composición de materia grasa, proteínica, ceniza e hidrato de carbono cuyos valores resultantes se corresponden con la preparación de leche de soja en la formulación final del producto y el contenido de hidratos de carbono está en correspondencia con el aportado por la leche de soja y el sirope invertido. La puntuación alcanzada en la evaluación sensorial global al resultar superior a los 18 puntos permite una evaluación cualitativa de muy buena, lo que avala la alta valoración de las características sensoriales. El valor de la acidez cumplió con la especificación que para este indicador establece la norma correspondiente (11).

La Tabla 4 muestra los resultados de los indicadores microbiológicos (28) que al encontrarse dentro de la especificación correspondiente según el tipo de producto para un máximo de microorganismos coliformes 10^2 y $5 \cdot 10^2$ ufc/g para hongos y levaduras (23) avalan la buena calidad higiénica sanitaria del producto. El conteo en células viables, *L. acidophilus* resultó superior al mínimo terapéutico de 10^7 establecido (29).

El resultado del ajuste de la Ley de Potencia evidenció el comportamiento de fluido de naturaleza reológica pseudoplástica con valor de K algo elevado y muy cercano a 0,5 significando que el grado de pseudoplasticidad que presenta la leche fermentada desarrollada no es tan elevado. El valor de viscosidad 2 800 mPa·s resultó coincidente con los informados en otras leches fermentadas (15, 16, 25).

Tabla 2. Formulación de la leche fermentada de soja con pulpa de acerola

Ingrediente	Proporción (%)
Leche normalizada de soja	70,99
Pulpa de acerola	14,00
Azúcar invertido	12,00
Color amarillo ocaso	0,01
Cultivo de Bioyogur (<i>S. thermophilus</i> y <i>L. acidophilus</i>)	3

Tabla 3. Composición, caracterización físico-química y evaluación sensorial de la leche fermentada de soja con acerola

Constituyentes mayoritarios por 100 g	Cantidad
Energía (kJ)	2247,18
Humedad (g)	83,5 (0,01)
Proteínas (g)	3,16 (0,02)
Grasas (g)	1,27 (0,04)
Hidratos de carbono totales (g)	8,89 (0,01)
Cenizas (g)	0,37 (0,02)
Sólidos totales (%)	16,5 (0,2)
Acidez (% , como ácido láctico)	0,50 (0,04)
Evaluación sensorial global	Muy buena

n = 5

Tabla 4. Conteos microbiológicos de la leche fermentada de soya con acerola

Indicador	Valor
Conteo de coliformes totales (ufc/g)	< 10
Conteo de hongos filamentosos (ufc/g)	5·10 ²
Conteo de levaduras (ufc/g)	5·10 ²
Viabilidad	6·10 ⁹

n = 5

REFERENCIAS

1. Jiménez de Luna A. Valor nutritivo de la proteína de soya. *Investigación y Ciencia* 2006; 14(36):29-34.
2. Venegas PLS, Restrepo MDA, López VJH. Características de las leches con proteína de soya. *Rev Fac Nal Agr Medellín* 2009; 62(2):5165-75.
3. Hwang J, Peterson H, Hodis H, Choi B, Sevanian A. Ascorbic acid enhances 17 β -estradiol-mediated inhibition of oxidized low density lipoprotein formation. *Atherosclerosis* 2000; 150(2):275-84.
4. Calvo VI, Segreda RAC. La acerola (*Malpighia emarginata*) en Costa Rica. Aspectos del cultivo e industrialización. Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria: ISBN 978-9968-877-86-2: 2016. pp. 11-54.
5. NC 377. Azúcares blancos. Especificaciones. Cuba; 2013.
6. NRIAL 5. Iniciadores lácticos. Métodos de ensayos. Cuba; 2019.
7. NEIAL 110-6737-130. Soyur. Especificaciones de Calidad. Norma de empresa IIIA. La Habana; 2012.
8. NC 277. Aditivos Alimentarios. Cuba; 2016.
9. NC 827. Agua potable. Especificaciones. Cuba; 2012.
10. NEIAL 110-6737-130. Producto de soya Soyur. Control del proceso productivo. Cuba; 2012.
11. NRIAL 174. Yogur de soya aromatizado requisitos de calidad. Cuba; 2008.
12. Cortada A. Desarrollo de formulaciones de leches fermentadas batidas con pulpas de frutas cubanas. *Cienc Tecnol Aliment* 2010; 20(1):1-8.
13. M'Boumba A, Nuñez de Villavicencio, Castro Y, Mijares K, Hernández O. Desarrollo de leche fermentada a partir de suero quesón. *Cienc Tecnol Aliment* 2016; 26(3):39-44.
14. Valdés M, M'Boumba A, Iglesias I, Castro Y, Bejerano D, Rodríguez E, Hernández OM, Alfonso LM, Guzmán TM. Empleo de pulpas de acerola y mango en una leche fermentada probiótica. *Cienc Tecnol Aliment* 2021; 31(1):19-22.
15. Peña HAC. Evaluación del proceso de obtención de jarabes a partir de mieles de caña panelera (tesis diploma). Bogotá DC, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias; 2017.
16. Solis SS. Selección y caracterización de una leche fermentada endulzada con sirope y adición de sorbato de potasio (tesis diploma). La Habana, Cuba: Universidad Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL); 2018.
17. NC 585. Contaminantes microbiológicos en alimentos - Requisitos sanitarios. Cuba; 2017.
18. NC ISO 288. Conteo de coliformes totales, hongos y levaduras. Cuba; 2014.
19. Duarte C. Modelo integral de evaluación de la calidad sensorial para la industria alimentaria cubana (tesis doctoral). La Habana: Universidad Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL); 2017.
20. NC ISO 8587. Análisis sensorial - metodología - ordenamiento (ISO 8587:2006, IDT). Cuba; 2020.
21. NC ISO 11869. Determinación de acidez titulable. Método potenciométrico. Cuba; 2006.
22. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Chemists International. Latimer GW Jr. Ed, Rockville, Maryland, USA: AOAC; 2016.
23. NC ISO 4832. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía General para la enumeración de los coliformes. Técnica de placa vertida. Cuba; 2013.
24. NC ISO 7889. Enumeración de microorganismos característicos y la viabilidad celular. Cuba; 2009.
25. NC: 1004. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía General para la enumeración de levaduras y mohos. Técnica de placa vertida a 25 °C. Cuba; 2016.

26. PAES. Procedimiento Analítico de Evaluación Sensorial. Procedimiento Analítico General para productos de la Industria Láctea cubana. Capítulo II Control de la Calidad Instrucción S.C.C 2.13.01.01-1. Cuba; 2006.
27. Perea J, Paz TM. Reología y aceptabilidad y durabilidad de un yogur de soya con adición de suero de quesería. Cienc Technol Aliment 2006; 16(1):14-9.