

BEBIDA DE LACTOSUERO CON PULPA DE MANGO Y FERMENTADA CON CULTIVOS PROBIÓTICOS

Yunaisi Vega¹, Julio A. Díaz-Abreu^{2}, Roxana González¹ y Aldo E. Hernández¹*

¹Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana. La Habana, Cuba.

²Facultad de Turismo, Universidad de La Habana. Vedado. La Habana.

E-mail: jadiaz46@gmail.com; ja.diazabreu@nauta.cu

Recibido: 02-07-2022 / Revisado: 04-08-2022 / Aceptado: 03-10-2022 / Publicado: 07-10-2022

RESUMEN

El suero lácteo coproducto de quesería es un material de alto valor nutricional. El objetivo del trabajo fue desarrollar una bebida de lactosuero dulce con pulpa de mango y fermentada con probióticos. Para formulación óptima se aplicó un diseño de mezclas y como variables independientes las dosis de pulpa de mango, azúcar y lactosuero; mientras, la variable dependiente fue la aceptabilidad. Se inoculó cultivo mixto (3 %) de *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus termophilus* y *Bifidobacterium bifidum*. La bebida óptima, con aceptabilidad me gusta, fue con 9,78 % de mango; 8,98 % de azúcar y 78,23 % de suero. Por composición nutricional destacaron 0,72 % proteínas, 0,40 % grasa y aporte energético de 61,96 kcal/100 g. La vida de almacenaje del producto, entre 4 y 7 °C, fue de 21 días; su costo por insumos 1889,39 pesos cubanos/t. La rentabilidad aumentaría en 4 474 pesos cubanos/t de ingreso total adicional (20 % neto).

Palabras clave: bebida fermentada, lactosuero dulce, aprovechamiento, probióticos.

ABSTRACT

Whhey drink with mango pulp and fermented with probiotic cultures

The sweet whey, coproduct of cheesemaking, is a high nutritional value material. This work objective was to develop a commercial quality drink of whey, with mango pulp and probiotic cultures. For optimal formulations, a mixture design was applied and the independent variables were doses of mango, sugar and whey; whereas the product acceptability was dependent variable. A 3% mixed culture of *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus termophilus* and *Bifidobacterium bifidum* was used. The best formulation having sensorial evaluation of I like it, was with 9.78% mango pulp, 8.98% sugar and 78.23% whey. In its nutritional composition remarked 0.72% proteins; 0.40% fat and 61.96 kcal/100 g energy value. The storage life at 4 to 7 °C was 21 days and its materials income cost 1889.39 Cuban pesos/ton. The enterprise's rentability could be improved in 4474 Cuban pesos/ton of the drink, as additional total income (net 20%).

Keywords: fermented drink, sweet whey, recovering, probiotic.

INTRODUCCIÓN

El lactosuero, coproducto resultante de la elaboración quesera, se distingue por su elevado valor nutritivo y sin embargo aún grandes cantidades no son aprovechadas en la alimentación humana, lo cual es un gran desperdicio de nutrientes, pues por cada kg de queso se obtienen unos 9 kg de suero (85 a 90 %

de la leche procesada) y, en su composición, queda de la leche aproximadamente el 95 % de la lactosa, el 25 % de las proteínas y el 8 % de la grasa (1, 2).

Una parte del suero se utiliza en la alimentación animal, pero otra se desperdicia como residual al ambiente (a ríos aledaños, a las empresas). Por su composición, el suero aporta también muchos contaminantes a las aguas residuales industriales afectando al medio ambiente; por cada 100 kg de suero se generan aproximadamente 3,5 kg de DBOs (Demanda Biológica de Oxígeno) y 6,8 kg de DQO (Demanda Química de Oxígeno) (1- 3).

El mercado alimentario actual ha experimentado una amplia gama de bebidas elaboradas a base de lactosuero, para darle utilidad creando nuevas expectativas en los consumidores y obteniendo productos que satisfagan sus necesidades, sean de fácil acceso y contribuyan a su seguridad alimentaria manteniendo su estado saludable. Esa tendencia moderna de aprovechamiento del suero dulce ha sido hacia el desarrollo de bebidas saborizadas y fermentadas.

En un reporte, el producto final tuvo acidez titulable de 0,70 % a las 24 h de la inoculación y cumplió los indicadores de calidad; tuvo aceptabilidad de me gusta mucho y 7 días de estabilidad (4). En otro, se saborizó la bebida con pulpa de maracuyá (de 11 °Brix) y se fermentó con cultivo mixto de *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus termophilus* y *Lactobacillus casei*; se usó carboximetil celulosa (al 0,1 %) como estabilizante y tuvo una aceptabilidad final de me gusta, con vida de almacenamiento de hasta 21 días (5). Para el desarrollo de bebidas fermentadas dietéticas, otros autores usaron la avena (a 7 g/L) como fuente de fibra y la goma Guar como estabilizador (al 0,25 %, con sacarosa al 0,35 %, con el edulcorante Aspartame); en ambas bebidas se logró una buena estabilidad y aceptabilidad de me gusta, siendo 222,78 kJ/ 100 g el valor energético aportado por la bebida con sacarosa y solo de 116,69 kJ/ 100 g el valor aportado por la bebida con Aspartame o hipocalórica (6).

Las actuales producciones, llamadas de Tecnologías Más Limpias (TML), son una estrategia ambiental preventiva para la sostenibilidad económica, aumentando la eficiencia total y reduciendo riesgos a seres humanos y al ambiente. Eso implica importantes acciones y medidas para prevenir o minimizar la generación de residuales (7, 8). Justo, al utilizar el lactosuero en bebidas alimenticias se estarían desarrollando TML (1, 3). Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar una bebida de calidad comercial a partir de lactosuero dulce, con pulpa de mango y fermentada con cultivos probióticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en el laboratorio y la línea de yogur de una empresa láctea occidental cubana; los análisis se hicieron en el laboratorio empresarial y en el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Al suero y la bebida se le analizaron acidez (9), sólidos totales (10), grasa (11) y densidad con lacto-densímetro; a la bebida también su viscosidad (tiempo de descarga por la Copa de Ford) y calidad microbiológica (12, 13).

Las formulaciones de la bebida se diseñaron con el programa Design-Expert ver. 8.02 (Stat-Ease, Minneapolis, EE. UU.), habiendo sido variables independientes las dosis de: pulpa de mango (5 a 10 %), azúcar refino (6 a 10 %) y suero dulce (77 a 87 %). El programa genera otras variantes, para un total de 16 experimentos; la variable de respuesta fue la evaluación cualitativa de aceptabilidad. Según ese diseño y en el orden propuesto, se calculó y pesó cada materia prima.

El suero a 35 °C se filtró con una malla y se mezcló con el azúcar mediante agitación hasta uniformidad completa en la mezcla; posteriormente esta se pasteurizó a 75 °C durante 15 min y al refrescarse hasta los 50 °C, se le adicionó la pulpa de mango pasteurizada y el sorbato de potasio al 0,012 %, manteniendo la agitación 5 min más. La temperatura de esa mezcla se llevó hasta 42 ± 1 °C para realizar la inoculación al 3 % con un cultivo mixto de bacterias probióticas (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus termophilus* y *Bifidobacterium bifidum*), agitándose otros 5 min. A escala de laboratorio (1 kg), la mezcla para la bebida se dejó fermentar a esa temperatura hasta alcanzar una acidez de 0,50 a 0,60 % de ácido láctico.

La evaluación sensorial de las formulaciones se realizó por una comisión de siete catadores entrenados en productos lácteos fermentados, empleando una prueba de ordenamiento por bloques de cuatro o cinco muestras y una escala numérica del 1 al 5. La bebida elaborada con la mejor formulación (4 kg) se evaluó para la aceptación poblacional, mediante una prueba hedónica estructurada con cinco puntos desde me gusta mucho [5], hasta me disgusta mucho [1], por 100 consumidores potenciales (14, 15).

El análisis descriptivo cuantitativo lo realizó una comisión del IIIA compuesta por cinco catadores entrenados, efectuando tres evaluaciones y en las que ayudó un líder de la comisión aplicando la metodología de discusión focalizada (16). La evaluación se realizó en una sala de cata con las condiciones requeridas, las muestras se presentaron codificadas con números aleatorios de tres cifras y en copas a temperatura entre 8 y 10 °C.

Para evaluar la vida de almacenamiento de la bebida, con la formulación seleccionada, se procesaron 40 kg del suero

recuperado de la línea de queso de esa empresa estudiada. La mezcla se fermentó en un tanque, a escala de planta piloto, con posibilidad de mantener la temperatura y, al terminar, se refrescó y envasó el producto en bolsas de polietileno, pasando a conservarse en refrigeración entre 4 y 7 °C. Cada cinco días se realizó muestreo y análisis de control, hasta algún indicio de rechazo; los indicadores evaluados fueron: acidez, calidad sanitaria (*Escherichia coli*, hongos y levaduras) y calidad sensorial. Esta última se evaluó por los siete catadores entrenados, desde el tiempo cero; esa primera sesión permitió dictaminar sobre la calidad inicial, mediante el método de impresión general de esta (17). La escala utilizada fue de cinco categorías, desde excelente [5] hasta, pésima [1]; los catadores podían emitir criterios de posibles vías de deterioro, desde el punto de vista sensorial, para tomarlas en cuenta en su estudio según ha sido recomendado (14). En el diseño y tratamiento estadístico de resultados ayudó la bibliografía (18, 19) y se aplicó el programa Statgraphics Centurion ver. 15.1.02.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra la composición del lactosuero utilizado para la bebida; presentó diferencias con otros datos reportados (1, 2, 20), pero se confirma su diversa composición en dependencia de varios factores (la leche y la elaboración del

queso). Por su parte la pulpa de mango, utilizada en esta bebida con valor de pH 4,2 y 13,1 °Brix, fue similar a lo reportados para otra pulpa (5).

Tabla 1. Composición media del suero dulce utilizado en la bebida

Indicador	Valor medio
Acidez (%)	0,10 (0,00)
Grasa (%)	0,5 (0,1)
Sólidos totales (%)	5,8 (0,1)
Densidad (kg/L)	1,0248 (0,001)

() : desviación estándar.

La Tabla 2 presenta los resultados de la calificación de las formulaciones de la bebida de lactosuero saborizada y fermentada, de acuerdo con el diseño de experimentos. Las mayores puntuaciones alcanzadas por las formulaciones estuvieron vinculadas con poco suero y elevadas cantidades adicionadas de pulpa de mango y azúcar (formulaciones 3, 8, 10 y 13); debe resaltarse que ninguna formulación fue rechazada por los jueces. Destaca que su aceptabilidad (o preferencia) fue potenciada por la cantidad de azúcar, seguida por la de pulpa de mango.

Tabla 2. Aceptabilidad de las formulaciones desarrolladas según el diseño experimental

Formulación	Pulpa mango (%)	Azúcar (%)	Suero dulce (%)	Aceptabilidad (Puntos)
1	5,0	10,0	82,0	3,6
2	5,0	6,0	86,0	3,3
3	10,0	10,0	77,0	4,5
4	5,0	8,1	83,9	2,8
5	7,3	6,9	82,8	3,9
6	6,9	10,0	80,1	3,5
7	7,2	8,3	81,5	3,5
8	10,0	7,5	79,5	4,3
9	8,9	6,0	82,1	3,8
10	10,0	10,0	77,0	4,8
11	5,0	6,0	86,0	3,1
12	6,5	6,0	84,5	3,5
13	10,0	7,5	79,5	4,4
14	8,9	6,0	82,1	3,9
15	5,0	10,0	82,0	3,0
16	8,8	9,4	78,8	3,6

Al aplicar el programa estadístico, dio significativo un modelo cúbico de mezcla con elevado coeficiente de determinación de 0,94. De este y la variable de respuesta, el análisis de varianza se resume en la Tabla 3, en la que se aprecia que solo fueron significativas las variables independientes (A, B, C) en su

forma lineal. Si se compara la bebida obtenida con otra en la que se empleó pulpa de maracuyá (5), se puede comprobar que el resultado actual fue muy bueno y con características de calidad similares a la de ese trabajo.

Tabla 3. Análisis de varianza para la variable dependiente aceptabilidad y el modelo ajustado

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor F	Probabilidad
Significación del modelo	9	0,49	9,75	0,0059
Términos lineales (A, B, C)	2	1,90	37,45	0,0004
AB	1	0,21	4,23	0,0856
AC	1	4,95E-01	9,78E+00	0,9244
BC	1	0,16	3,10	0,1287
ABC	1	0,20	3,86	0,0969
AB(A-B)	1	0,11	2,25	0,1846
AC(A-C)	1	5,46E-01	0,011	0,9207
BC(B-C)	1	0,13	2,60	0,1579
Falta de ajuste	1	0,049	0,95	0,3734
R ²	0,936			

A: pulpa mango, B: azúcar, C: suero dulce.

La Fig. 1 muestra el comportamiento de la aceptabilidad según las variables independientes de la mezcla y, como puede apreciarse, los factores que presentaron mayor influencia en la valoración fueron el contenido de azúcar y el de pulpa de mango, incrementados. Fijando un criterio en el intervalo de 3,7 a 4,8 puntos en aceptabilidad de la bebida fermentada, el programa generó varias formulaciones óptimas equivalentes,

pero por último se decidió como mejor la de 9,78 % de pulpa de mango, 8,98 % de azúcar y 78,23 % de suero. Con el total estimado de cuatro puntos en aceptabilidad, además del 3 % de cultivos de bacterias lácticas probióticas, se reafirma su calidad y está en correspondencia con lo reportado para leches fermentadas y saborizadas.

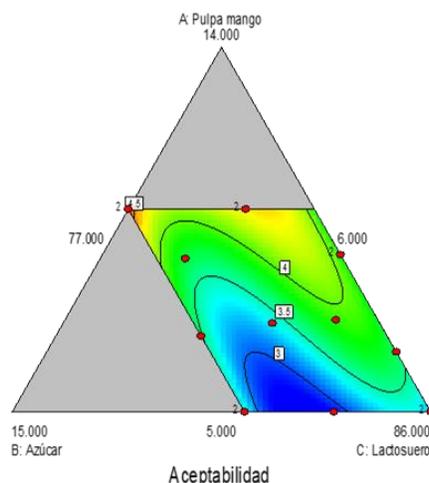


Fig. 1. Comportamiento de la aceptabilidad de la bebida fermentada en función de sus ingredientes principales.

Con esa formulación óptima seleccionada, la bebida fue producida y evaluada sin presentar crecimiento de coliformes, hongos, ni levaduras, comprobándose que se cumplió con todas las medidas higiénicas, sanitarias y de buenas prácticas de manufactura durante la elaboración del producto. La

evaluación sensorial poblacional dio como resultado una puntuación media de 4,4 o calificación de me gusta. La distribución de las frecuencias de calificaciones fue así: al 41 % de los consumidores les gustó mucho, al 56 % les gustó y sólo al 3 % no les disgustó ni gustó. Los descriptores

sensoriales de la bebida, definidos en consenso por los catadores entrenados, fueron homogeneidad, color, tipicidad, dulzor, acidez y consistencia.

La Tabla 4 muestra el valor nutricional de la bebida saborizada y fermentada de suero. Los valores de proteína y grasa de la bebida resultaron ser ligeramente inferiores (0,72 y 0,40 %, respectivamente), al compararlos con lo antes reportado (6). Empero el aporte energético, con valor estimado de 61,97 kcal/100 g, fue superior y también el aporte en hidratos de carbono (13,87 %), muy relacionados con la proporción empleada de azúcar y pulpa de mango en la bebida desarrollada.

Tabla 4. Valor nutricional por cada 100 g de la bebida fermentada de suero

Componente	Valor
Agua (g)	84,55
Proteínas (g)	0,72
Grasa (g)	0,40
Hidratos de carbono (g)	13,87

En la Fig. 2 se evidencia que los atributos que más resaltaron en la bebida de suero fueron el aspecto y el olor. Sin embargo, el sabor fue más ligero y moderado, como también la textura.

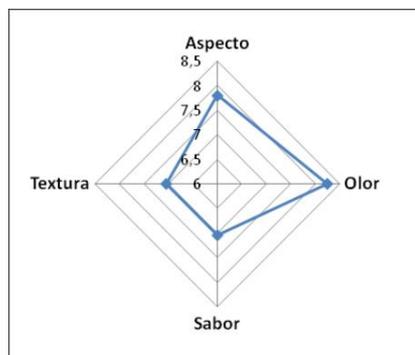


Fig. 2. Análisis descriptivo cuantitativo de la bebida fermentada de suero.

El resultado de los indicadores evaluados durante el almacenamiento se presenta en la Tabla 5. Se aprecia que la viscosidad, según el tiempo de descarga, fue estable después del enfriamiento inicial y, asimismo, la acidez se estabilizó después de los 15 días. El producto mantuvo estable su calidad sanitaria hasta los 21 días de almacenaje refrigerado y su calidad sensorial tampoco tuvo cambios hasta los 15 días, que pasó de excelente a buena. Entonces se puede plantear que esta bebida de lactosuero saborizada y fermentada mantiene muy buena calidad hasta los 21 días.

Tabla 5. Comportamiento de los indicadores de la bebida fermentada durante el almacenamiento

Indicador	Tiempo de almacenamiento (d)				
	0	5	10	15	21
Acidez (%)	0,70	0,72	0,74	0,76	0,76
Tiempo de descarga (s)	12	17	17	17	17
Calidad sensorial	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Buena
Calidad microbiológica	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena

Aunque solo por insumos, el costo (Tabla 6) para producir una tonelada de la nueva bebida de suero es bajo; los más costosos fueron el envasado y la pulpa de mango. Para el resto de los componentes del costo total de producción se usó como referencia la ficha de costos para yogur batido, de esa empresa; así se llegó a estimar el costo total unitario de cada bolsa con 0,925 kg de la bebida, que fue de 3,54 pesos cubanos. Teniendo eso en cuenta, más una ganancia neta del 20 % para el productor, el precio unitario de venta mayorista sería de 4,25 pesos cubanos/bolsa de bebida. Entonces, la ganancia bruta adicional se estima en 4 474,00 pesos cubanos más por cada tonelada de producto ya vendido. Con esta solución se contribuye, además, al desarrollo de una tecnología más limpia y se evita o minimiza el vertimiento de un residuo industrial (coproducto del queso) muy dañino al medioambiente.

Tabla 6. Costo de insumos para producir 1 t de bebida fermentada

Insumo material	Pesos cubanos
Suero dulce	55,97
Azúcar refino	52,13
Pulpa de mango	473,50
Cultivo probiótico	46,76
Sorbato de potasio	5,72
Etiquetas	981,84
Bolsas de polietileno	209,97
Pegatinas	63,50
Total	1 889,39

CONCLUSIONES

Hay tendencia actual hacia el aprovechamiento del lactosuero en bebidas saborizadas y fermentadas, enfocada a la seguridad alimentaria, por su valor nutritivo, y a TML de mínimos residuales; para eso es esta bebida de suero con pulpa de mango y fermentada con cultivos probióticos. Se logró una formulación óptima para la mezcla de los ingredientes, obteniendo una bebida con aceptabilidad de me gusta, que aporta hidratos de carbono y buen valor energético, además de proteínas y grasa. La vida de almacenamiento de la bebida conservada entre 4 y 7 °C fue de 21 días y se facilita su comercialización; su costo por insumos fue solo de 1 889,39 pesos cubanos/t y la rentabilidad empresarial podría aumentar en 4 474,00 pesos cubanos, como ingreso total adicional por cada tonelada (con ganancia neta del 20 %). Esta bebida de suero, por el contenido de mango y microorganismos probióticos, es un producto nutritivo y de bondades dieto-terapéuticas.

REFERENCIAS

1. Inda A. Optimización del rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de Quesería. Coahuila, México: Organización de Estados Americanos; 2000.
2. Suárez-Solís V. Tecnologías de procesamiento del suero de queso. CDICT. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria (IIIA). La Habana, Cuba. 2011.
3. González M. Aspectos medio ambientales asociados a los procesos de la industria láctea. Mundo Pecuario 2012; VIII(1):16-32.
4. Miranda O, Fonseca P, Ponce I, Cedeño C, Sam L, Martí L. Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso, características distintivas y control de calidad. Rev Cub Aliment Nutr 2007; 17:103-8.
5. Londoño M, Sepúlveda U, Hernández A. Utilización de suero de queso en la elaboración de una bebida fermentada con cultivos probióticos. Cienc Tecnol Aliment 2010; 20(2):53-7.
6. Arazo M, Hernández A, Rodríguez D, Alejo Y, Duarte C. Elaboración de una bebida de lactosuero fermentada con cultivos probióticos. Cienc Tecnol Aliment 2013; 23(2):68-71.
7. CAR/PL. Prevención de la contaminación en la industria láctea. (CD Limpia, Ed) Recuperado el 10 de Enero de 2016, de cema-sa.org: <http://www.cema-sa.org>, 2002.
8. NC-ISO 14001. Sistemas de Gestión medioambiental. Cuba; 2015.
9. NC-ISO-11869. Determinación de acidez en leches fermentadas. La Habana: ONN. 2006.
10. NC-ISO-6731. Leche, crema y leche evaporada. Determinación del contenido de sólidos totales. Cuba; 2001.
11. NC-86-08. Determinación de grasas. Cuba; 1984.
12. NC-ISO-4832. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de coliformes. Cuba; 2002.
13. NC-ISO-7954. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para enumeración de levaduras y mohos. Cuba; 2002.
14. Zamora E. Evaluación objetiva de la calidad sensorial de los alimentos procesados. La Habana: Editorial Universitaria; 2007.
15. Espinosa J. Análisis Sensorial. La Habana: Editorial Félix Varela; 2014.
16. NC-ISO-11035. Análisis sensorial. Identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial por aproximación multidimensional. Cuba; 2015.
17. Duarte C. Métodos objetivos para el control de la calidad sensorial. Cienc Tecnol Aliment 2013; 23(2):12-7.