

BEBIDA DE SUERO FERMENTADA CON BACTERIAS PROBIÓTICAS, ADICIÓN DE HARINA DE ARROZ Y SABOR NARANJA

Ana M. Colominas-Aspuro*, Dainelis Rodríguez y Dayana Nodarse

Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana. Ave. 23 No. 21425, CP 13600, La Habana, Cuba.

E-mail: ana.colominas@ifal.uh.cu

Recibido: 08-12-2020 / Revisado: 17-12-2020 / Aceptado: 22-12-2020 / Publicado: 06-01-2021

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue desarrollar una bebida fermentada de suero con bacterias probióticas, harina de arroz y sabor a naranja. La mejor formulación se obtuvo con 3 % de inóculo mixto, compuesto por una parte de (*Lactobacillus bulgaricus*:*Streptococcus thermophilus*) (1:2) y cuatro partes de (*Lactobacillus acidophilus*:*Lactobacillus casei*) (1:1), harina de arroz cubano variedad Selección II (3,75 %) gelatinizada a 75 °C, concentrado de naranja en polvo (9 %), estabilizante Neutro Trial (0,2 %), azúcar (7 %) y colorante aromatizante naranja. Los valores de las coordenadas cromáticas L*a*b*, del modelo CIELAB, evidenciaron que la bebida tiene luminosidad media y color característico a naranja. Los catadores evaluaron la bebida como homogénea, con ligera viscosidad y muy ligera grumosidad. El sabor ácido y olor a naranja fueron catalogados de ligero, el sabor y color de naranja como moderado. La bebida tuvo 90 % de aceptación por los catadores poblacionales.

Palabras clave: bebidas de suero, harina de arroz, gelatinización, bacterias probióticas, calidad sensorial.

ABSTRACT

Whey fermented beverage with probiotic bacteria rice flour addition and orange flavor

The main objective of this work was to develop a fermented whey drink with probiotic bacteria, addition of rice flour and orange flavor. The best formulation was achieved with 3% inoculums, one part of (*Lactobacillus bulgaricus*:*Streptococcus thermophilus*) (1:2) and four parts of (*Lactobacillus acidophilus*:*Lactobacillus casei*) (1:1); Cuban rice flour (3.75%) variety Selection II gelatinized at 75 °C, powder orange concentrate (9%), Neutro Trial stabilizer (0.2%), sugar (7%) and an orange flavoring. The chromatic coordinates L*a*b* confirms the characteristic orange color and medium brightness in beverage. The judges evaluated the beverage as homogeneous with slight viscosity and very slight lumpiness. The acid taste and orange smell were categorized as light. The orange flavor and color were evaluated as moderate. Finally, the beverage had a 90% acceptance by consumers.

Keywords: whey orange beverage, rice flour, gelatinization, probiotic bacteria, sensory quality.

INTRODUCCIÓN

El lactosuero por su elevado valor nutricional, 95 % de lactosa, 25 % de proteínas y 8 % de la materia grasa de la leche (1), continúa atrayendo la atención de los investigadores en la búsqueda de alternativas para la utilización de este coproducto de la industria láctea, que se desaprovecha y contamina el medio ambiente por su elevada Demanda Biológica de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno. Una de las opciones es la elaboración de bebidas refrescantes o fermentadas con

***Ana M. Colominas-Aspuro:** Licenciada en Bioquímica Farmacéutica de la Universidad de La Habana (1974). Doctora en Ciencias de los Alimentos (1999). Profesora del Dpto. Alimentos del Instituto de Farmacia y Alimentos desde 1974. Ha ocupado cargos de dirección en el Instituto de Farmacia y Alimentos y a nivel de la dirección universitaria durante 20 años.

bacterias probióticas y enriquecidas con cereales de consumo humano como la avena, el trigo, el arroz y sus harinas, con evidente incremento del valor nutricional y calórico del producto final (2, 3).

El arroz es un cereal rico en hidratos de carbono complejos, con un contenido aproximado de almidón del 80 %, es fuente de proteínas y minerales, no contiene colesterol (4) y a la vez es un sustrato útil para el crecimiento de bacterias ácidolácticas, especialmente del género *Lactobacillus*.

Teniendo en cuenta los antecedentes de investigación sobre bebidas de lactosuero en Cuba (5, 6) y el interés estatal de aprovechar el suero lácteo y la harina de arroz como complemento nutricional, se realizó el presente trabajo con el objetivo fundamental de desarrollar una bebida de suero fermentada con las bacterias probióticas, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, harina de arroz y saborizada con concentrado de naranja de producción nacional, con buenas características sensoriales.

MATERIALES Y METODOS

En la elaboración de la bebida se utilizó suero dulce de queso semiduro Caribe y los cultivos lácticos *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus casei*, procedentes de la Unidad Empresarial de Base Queso Siboney.

La harina de arroz cubana, variedad Selección II, fue suministrada por el Instituto de Investigación del Grano y tamizada a tamaño de partícula de 0,090 a 0,125 mm en tamices Ding 4188. Se determinó la composición en cuanto a humedad, proteína, grasa, fibra, almidón y cenizas por espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano en equipo FOSS NIRS modelo DS2500 (Japón). La temperatura y la entalpía de gelatinización de la harina de arroz se determinaron por calorimetría diferencial de barrido (CDB) con una velocidad de calentamiento de 5 °C/min, en equipo Shimadzu-DSC-60 (Japón). El proceso de gelatinización se realizó previa hidratación de la harina durante 30 min a temperatura ambiente en una relación harina de arroz:suero (1:3) y tres partes de azúcar refinado (99 % de pureza). La mezcla se mantuvo durante 15 min entre 74 y 76 °C bajo agitación a 1 000 min⁻¹.

El concentrado de naranja en polvo secado por aspersión, el colorante naranja y la carboximetilcelulosa fueron suministrados por Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia (La Habana). El polvo estabilizante-espesante, Código Neutro Trial 200/50 fue suministrado por la Empresa Complejo Lácteo Habana, UEB Coppelia.

La influencia de estabilizadores Neutro/Trial 200/500 y carboximetilcelulosa en la formulación de la bebida de suero fue evaluada mediante diseño factorial 3². Las variables de respuesta fueron: tiempo de descarga, viscosidad a 20 °C y estabilidad. El tiempo de descarga se determinó a 20 °C, midiendo la caída de 9 mL de la muestra con pipeta de 10 mL. Se calculó la viscosidad mediante la relación de viscosidades $\eta_1/\eta_2 = (\rho_1 \cdot t_1)/(\rho_2 \cdot t_2)$ (7). La estabilidad de las formulaciones se determinó mediante la medición del sedimento y sobrenadante en probeta graduada de 100 mL a las 24 h posteriores a la elaboración.

La relación entre el tipo de cultivo utilizado y la dosis de inóculo se evaluaron con dos combinaciones de los cultivos probióticos, mediante diseño factorial 2². El cultivo A compuesto por una parte del cultivo típico de yogur (*S. thermophilus*:*L. bulgaricus*) (1:2) y tres partes de *L. acidophilus*:*L. casei* (1:1); y el cultivo B compuesto por una parte del cultivo típico de yogur (*S. thermophilus*:*L. bulgaricus*) (1:2) y cuatro partes de *L. acidophilus*:*L. casei* (1:1) para ser inoculados al 2 y 3 %. La variable de respuesta fue la aceptabilidad sensorial.

Las diferentes formulaciones de las bebidas fermentadas fueron envasadas en botellas de tereftalato de polietileno de 0,5 L de capacidad e incubadas a 42 °C hasta alcanzar una acidez de 0,5 % de ácido láctico, se refrescaron hasta 30 °C y se mantuvieron en refrigeración entre 4 a 6 °C.

La caracterización sensorial de las bebidas se realizó por un grupo de catadores adiestrados por el método del perfil descriptivo cuantitativo (8), a través de una lista previa de los descriptores seleccionados. Se utilizó una escala estructurada de 10 cm acotada en ambos extremos con intensidad creciente del descriptor de izquierda a derecha.

La determinación del color se realizó mediante espectrofotometría según las recomendaciones de la Comisión Internacional de la Iluminación (9) en un espectrofotómetro Shimadzu DSC-60 (Japón). Los

datos de reflectancia fueron convertidos en coordenadas $L^*a^*b^*$ del modelo tridimensional de color CIELAB, usando como referencia el Iluminante Estándar CIE D65.

La aceptabilidad fue evaluada por un grupo de siete catadores adiestrados mediante una escala hedónica estructurada de siete puntos desde me gusta mucho hasta me disgusta mucho (8).

Para el análisis estadístico de los resultados experimentales se utilizó el programa Statgraphics Centurion ver.15.1.02.

RESULTADOS Y DISCUSION

La harina de arroz cubana variedad Selección II tuvo la composición proximal (g/100 g) siguiente: humedad 12,86 (0,06); almidón 75,06 (0,46); proteínas 8,41 (0,12); grasa 4,19 (0,24); cenizas 1,39 (0,11) y fibra 0,35 (0,24). Se observa que esta harina tiene un valor apreciable y mayoritario de almidón, el que se encuentra en el rango referido (4), lo que ratifica la importancia de la incorporación de este cereal como fuente de energía alimentaria en la bebida de suero. Comparando estos resultados con estudios anteriores en bebidas y alimentos para niños, la harina de arroz cubana variedad Selección II, tiene un contenido de proteína, cenizas y fibra en el rango de la harina de arroz comercializada en Chile (2) y mayor contenido de proteína que la variedad cubana Reforma utilizada en la elaboración de una bebida de arroz fermentada con cultivos probióticos (10) y menor contenido de proteína que la variedad cubana

INCA LP5 empleada para enriquecer una bebida de suero fermentada (6). Es evidente que estas diferencias son atribuibles a la variedad de arroz.

Los parámetros que caracterizan el proceso de gelatinización de esta variedad de harina de arroz se muestran en el termograma (Fig.1). Los datos derivados de la CDB tipifican a cada tipo de harina de arroz. Para esta variedad se demuestra temperatura inicial $T_0 = 62,43\text{ }^\circ\text{C}$, temperatura del pico $T_p = 75,15\text{ }^\circ\text{C}$, temperatura final $T_f = 88,30\text{ }^\circ\text{C}$, entalpía $\Delta H = 1,32\text{ kJ/g}$, índice de altura del pico (PHI) y el rango de temperatura de gelatinización $I_g = 25,87$. Este último valor es muy superior al reportado para harinas de arroz variedad ecuatoriana F09 y F50 con I_g 22,5 y 22,6; respectivamente (11). Los resultados permitirán sistematizar el procedimiento de gelatinización previo a su utilización en la elaboración de alimentos con esta variedad de harina.

La Tabla 1 muestra la matriz del diseño y las variables de respuesta para la selección del mejor estabilizador. Se destaca que, las bebidas F1, F6 y F9 tienen mayores valores de tiempo de descarga y por tanto de viscosidad, debido a la máxima proporción de CMC. La bebida F7 (0,2 % de estabilizante Neutro Trial), se valoró como la mejor en cuanto a estabilidad, bajo el criterio de que libera menos cantidad de suero (22 %) y retiene mayor cantidad de sólidos en su matriz (78 %). Con esta formulación y mediante un diseño factorial se determinó la mejor relación de cultivos y porcentaje de inóculo para la elaboración final de la bebida de suero fermentada, empleando como variable de respuesta la aceptabilidad sensorial con siete catadores adiestrados (Tabla 2). Se

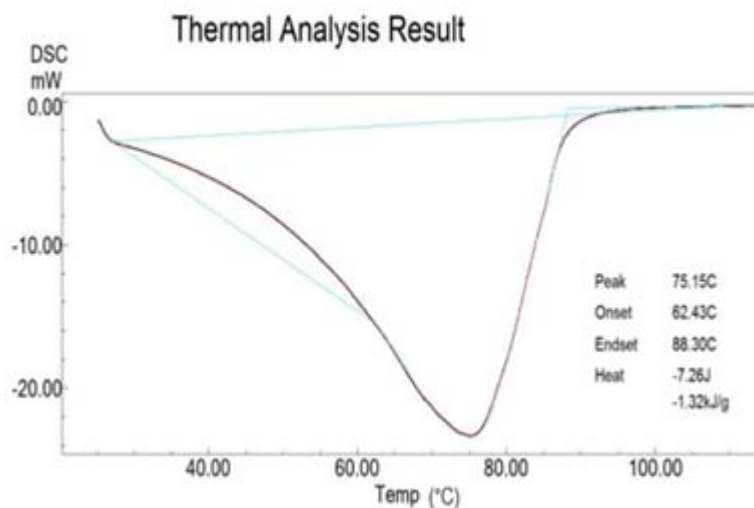


Fig. 1. Termograma de harina de arroz cubana Variedad Selección II.

Tabla 1. Matriz del diseño para la selección del mejor estabilizador

Formulación	Estabilizador(%)		Variable de respuesta		
	Neutro Trial 200/50	CMC	Estabilidad sobrenadante (%)	Tiempo de descarga (s)	Viscosidad (m.Pa.s)
F1	0,2	0,2	51	10,38 (0,16)	58,77
F2	-	-	81	6,49 (0,12)	36,78
F3	0,1	0,1	62	9,83 (0,07)	56,18
F4	0,1	-	62	6,15 (0,08)	35,16
F5	0,2	0,1	44	8,37 (0,21)	47,87
F6	0,1	0,2	54	10,49 (0,04)	59,97
F7	0,2	-	22	9,91 (0,06)	56,64
F8	-	0,1	40	6,87 (0,10)	39,28
F9	-	0,2	62	15,05 (0,11)	86,06

Tabla 2. Matriz del diseño para la aceptabilidad de la bebida fermentada

Formulación	Variable independiente		Variable de respuesta
	(<i>S.termophilus</i> : <i>L.bulgaricus</i>): (<i>L.acidophilus</i> : <i>L. casei</i>)	Inóculo (%)	Aceptabilidad (puntos)
F1	Cultivo A (1:3)	3	5,5
F2	Cultivo A (1:3)	2	5,4
F3	Cultivo B (1:4)	3	5,9
F4	Cultivo B (1:4)	2	5,6

observa que las calificaciones otorgadas a las cuatro formulaciones equivalen a la categoría de me gusta según la escala hedónica empleada, destacándose la F3 con la máxima puntuación. Otras bebidas de suero con sabor naranja, buena estabilidad y vida de anaquel (12) y mezcla de frutas incluida la naranja (13) han recibido calificación de me gusta. El sabor naranja es bien valorado en variantes de bebidas de suero, lo que puede atribuirse a la aceptabilidad por sí misma de esta fruta.

El método de perfil descriptivo cuantitativo se aplicó a las cuatro formulaciones anteriores con el objetivo de obtener un criterio detallado de los atributos fundamentales que identifican a este tipo de bebida. Se utilizó un grupo de siete catadores adiestrados y una escala de 10 cm, acotada desde muy ligero a muy marcado (Fig. 2).

La homogeneidad fue marcada en las cuatro formulaciones y la grumosidad muy ligera. Los catadores detectaron que la F4 tuvo mayor viscosidad que

el resto. El color naranja fue calificado entre ligero y moderado. El olor a naranja y el sabor ácido fue evaluado como ligero (F1, F2 y F3) y moderado para F4, el sabor naranja fue catalogado de moderado en todas las formulaciones. El sabor salado fue identificado como muy ligero, lo que evidencia que este sabor característico del suero no influyó en la aceptación de las formulaciones.

Para incrementar la intensidad del color de la mejor bebida (F3), se adicionó colorante naranja (1,8 % v/v) y se evaluaron las coordenadas cromáticas de la bebida F3 con y sin adición del colorante. (Tabla 3). Los resultados sugieren que la F3 tiene una luminosidad media y tono verde-amarillo, lo que demuestra que el concentrado de naranja comunica color ligero y resalta el color característico amarillo verdoso del suero. Para la F3 con adición de colorante los valores positivos de a* y b* corresponden a la tonalidad roja y amarilla respectivamente, comunicando un color naranja más

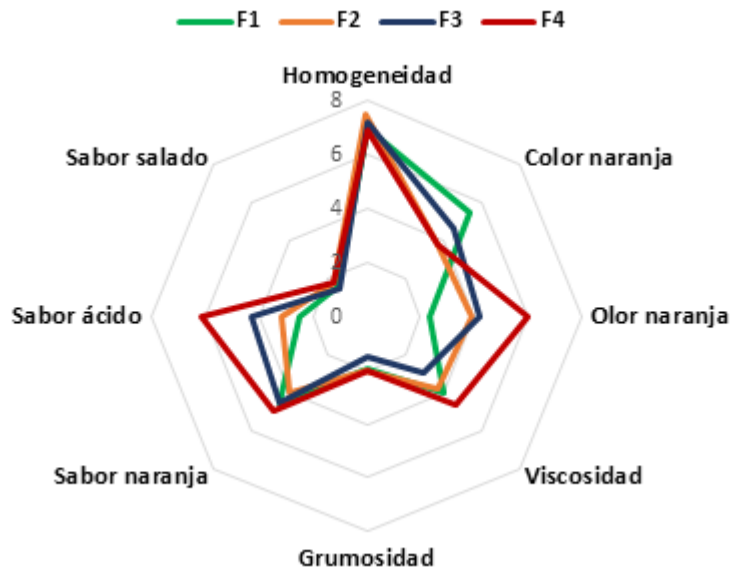


Fig. 2. Perfil descriptivo cuantitativo de las formulaciones.

Tabla 3. Coordenadas cromáticas de la mejor formulación con y sin adición de colorante

Formulación	L*	a*	b*
F3 (sin colorante)	53,58	-2,73	2,40
F3 (con colorante)	50,58	2,40	20,07

intenso. La diferencia de color en las formulaciones fue marcada ($\Delta E = 10,55$) calculada por la ecuación (X-Rite, 1993) (14), donde $\Delta L^* = L^*_x - L^*_0$, $\Delta a^* = a^*_x - a^*_0$, $\Delta b^* = b^*_x - b^*_0$. Se evidencia que el colorante aromatizante adicionado contribuyó al incremento de la calificación del atributo color por parte de los catadores.

CONCLUSIONES

La mejor formulación de la bebida de suero fermentada se obtuvo con la adición del 3 % de un inóculo mixto, compuesto por una parte de la relación (*Lactobacillus bulgaricus*:*Streptococcus thermophilus*) (1:2) y cuatro partes de (*Lactobacillus acidophilus*:*Lactobacillus casei*) (1:1), harina de arroz (3,75 %), estabilizante Neutro Trial (0,2 %), azúcar (7 %), concentrado de naranja (9 %) y adición de 1,8 % v/v de colorante naranja. La bebida manifestó homogeneidad, ligera viscosidad y muy ligera grumosidad, sabor ácido y olor a naranja ligero, con color y sabor a naranja moderado.

REFERENCIAS

- Guerrero J, Ramírez A, Puente W. Caracterización del suero de queso blanco del Combinado Lácteo Santiago. Rev Tecnol Quím 2011; 31(3):313-23.
- Cerezal P, Urtuvia V, Ramírez V, Romero R, Arcos R. Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses. Rev Nutr Hosp 2011; 26(1):152-60.
- Rodríguez W. Elaboración de una bebida de suero fermentada con la adición de salvado de trigo y pulpa de guayaba. (tesis en opción al Título de Licenciatura en Ciencias Alimentarias). La Habana: Instituto de Farmacia y Alimentos; 2018.

4. Juliano BO. El arroz en la nutrición humana. Instituto internacional de investigación sobre el arroz. Roma. Colección FAO: Alimentación y Nutrición 1994; 26:149-76.
5. Miranda O, Fonseca P, Ponce I, Cedeño C, Sam L, Martí L. Elaboración de una bebida fermentada a partir de suero de leche que incorpora *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*. Rev Cub Aliment Nutr 2014; 24(1):7-16.
6. Colominas AM, González R, Rodríguez D, González J, Hernández AE. Bebida fermentada de suero con harina de arroz y pulpa de mango. Cienc Tecnol Alim 2019; 29 (1):1-6.
7. Alvarado J, Aguilera JM. Métodos para medir propiedades físicas en Industrias de Alimentos; 2011. Madrid: Editorial Acribia.
8. Espinosa J. Análisis Sensorial. La Habana: Editorial Félix Varela; 2014. pp. 174.
9. International Commission on Illumination. Colorimetry: Official Recommendations of the International Commission on Illumination; 1971. Bureau Central de la CIE, Paris.
10. Hernández AE, Madernás D, Pérez R, Trujillo G, González I, Díaz JA. Desarrollo de una bebida elaborada con harina de arroz y ajonjolí (*Sesamum indicum*) y fermentada con cultivos probióticos. Rev Tecnol Quim 2019; 39(2):89-104.
11. Cornejo F, Rosell CM. Physicochemical properties of long rice grain varieties in relation to gluten free bread quality. Food Sci Tech 2015; 62(2):1203-10.
12. Linares G, Díaz-Sánchez L, Haro L, Puelles J, Arana L, Retto P, Yanez K Muñoz B; Ricce C. Efecto de las diferentes proporciones de pulpa de frutas cítricas en la aceptabilidad sensorial de una bebida fermentada y proteica elaborada a partir de lactosuero residual. Rev Agroind Sci 2014; 4(2):65-73.
13. Chatterjee G, De Neve J, Dutta A, Das S. Formulación y estadística de una bebida de naranja preparada a base de suero y su estabilidad de almacenamiento. Rev Mex Ing Quím; 2015; 14(2):253-64.
14. X-Rite, Inc. A Guide to Understanding Color Communication. EE.UU., XRite, 1993.