

EVALUACIÓN DE UNA LECHE FERMENTADA BATIDA CON MEZCLAS DE CULTIVOS PROBIÓTICOS

Marbelis Valdés^{1*}, Aniely M'Boumba¹ y José Antonio Suárez²

¹Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carr. al Guatao km 3 ½, CP 19200, La Habana, Cuba.

²Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría. La Habana, Cuba.

E-mail: marbe@iia.edu.cu

RESUMEN

Se evaluó el empleo de diferentes combinaciones de cultivos probióticos sobre la calidad de una leche fermentada batida. Para ello se hizo un diseño combinado óptimo de mezcla y factorial para obtener la mejor combinación de cultivos y adecuada formulación. Con la formulación óptima se realizó, a escala de planta piloto, la caracterización física, química, microbiológica, reológica y sensorial. Se confirmó que el estudio del comportamiento de las mezclas de diferentes cultivos probióticos cumplieron los parámetros de calidad establecidos. La mejor variante técnica económica para la producción de la leche fermentada con mezcla de cultivos probióticos estuvo conformada por 68,4 % de Bioyogur, 20,8 % de *Bifido bacterium bifidum* y 10,8 % de RR+*Termophilus*. Las pruebas mostraron que se obtuvo un producto de características funcionales con un efecto positivo sobre la salud humana, cumpliendo con los índices de calidad esperados para el producto.

Palabras clave: leche fermentada batida, cultivos probióticos, calidad, formulación.

ABSTRACT

Evaluation of stirred fermented milk with mixtures of probiotic cultures

The use of different combinations of probiotic cultures on the quality of stirred fermented milk was evaluated. An optimal combined of mixtures design and factorial design was made to obtain the best combination of crops and adequate formulation. With the optimal formulation, the physical, chemical, microbiological, rheological and sensory characterization was carried out at pilot plant scale. It was confirmed that the study of the behavior of the mixtures of different probiotic cultures fulfilled the established quality parameters. The best economic technical variant for the production of fermented milk mixed with probiotic cultures was made up of 68.4 % of Bioyogur, 20.8 % of *Bifido bacterium bifidum* and 10.8 % of RR + *Termophilus*. The tests showed that a product with functional characteristics was obtained with a positive effect on human health, complying with the expected quality indexes for the product.

Keywords: stirred fermented milk, probiotic cultures, quality, formulation.

INTRODUCCIÓN

La definición del International Life Science Institute (ILS) establece que un alimento puede ser considerado funcional si se ha demostrado que produce un efecto beneficioso sobre alguna función específica en el organismo, además de su aporte nutricional normal; importante para una mejor salud y la reducción del riesgo a enfermar. Debe seguir, por tanto, siendo un alimento y, además, ejercer un efecto beneficioso en una dieta normal (1, 2).

El Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia cuenta dentro de sus áreas productivas con una planta piloto de leche, donde se elaboran algunos de los

***Marbelis Valdés:** Graduada de Ingeniera Química en la Universidad Tecnológica de La Habana «José Antonio Echeverría» (CUJAE, 2011). Máster en Ingeniería Alimentaria (CUJAE, 2018). Actualmente ocupa la plaza de Especialista B en gestión de la calidad. Forma parte de la reserva científica de la Dirección de Lácteos; donde se desempeña en el área de productos lácteos fermentados. Ha sido responsable de etapas de investigación en diferentes temáticas.

productos derivados de la leche; entre ellos fundamentalmente las leches fermentadas de coágulo y batido. El objetivo de este trabajo de investigación fue implementar otras formulaciones para elaborar leches fermentadas tanto de coágulo como batido empleando mezclas de diferentes cultivos probióticos con el fin de obtener un producto de baja acidez y excelente textura que garantice la satisfacción de los consumidores de la población nacional y del mercado en divisas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos fueron realizados a escala de laboratorio. Cada corrida experimental fue de 10 L. Se realizó un diseño combinado óptimo de mezcla y factorial para obtener la mejor combinación de cultivos y la mejor forma de estandarización. La mezcla en el diseño estuvo formada por tres componentes: Bioyogur, Bífido y Termófilo + RR; todos de 0 a 100 y como factor de proceso se utilizaron dos niveles (formulación 1 y 2) con el fin de obtener una función que respondiera a $Y = f$ (mezcla; factor de proceso). Las variables independientes del experimento fueron los componentes de la mezcla y los tipos de formulaciones. Las variables de respuesta para el experimento fueron acidez, viscosidad por Brookfield, acidez sensorial, consistencia sensorial y sabor típico. En total se realizaron 31 experimentos. Para la optimización y selección de las mejores variantes se tomaron como restricción que la acidez se encontrara en el rango de 0,85 a 1,00 % expresada en ácido láctico (8). Para la acidez sensorial de muy ligera a ligera (de 3 a 5 puntos), que la consistencia sensorial se encontrara de moderada a marcada (de 4,5 a 6 puntos) y el sabor típico a producto fermentado fuera moderado (de 5 a 6 puntos) (3). Además se incluyeron la viscosidad por Brookfield en el rango ≥ 1000 mPa·s, según resultados de autores (4) y los dos tipos de factores de proceso acompañados de las mezclas de componentes, distribuidas todas entre 0 y 100. Finalmente se realizaron tres corridas de 200 kg de la variante seleccionada obtenida del procesamiento estadístico. Para la caracterización se tomaron cinco muestras representativas (5) por corrida y se les realizaron las determinaciones microbiológicas, físicas, químicas, reológicas y evaluación sensorial según las normas establecidas (3, 6).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los modelos codificados predictivos obtenidos del procesamiento estadístico de los resultados se muestran a continuación: donde A representa el cultivo probiótico Bioyogur, B el cultivo probiótico Bífido, C representa el cultivo *Thermophilus* + RR y la D representa el factor de proceso.

Acidez

(Formulación 1)

$$\text{Acidez} = + 0,798 A + 0,70 B + 0,794 C + 0,47 AB \\ R^2 = 0,87$$

(Formulación 2)

$$\text{Acidez} = + 0,602 A + 0,70 B + 0,686 C + 0,47 AB \\ R^2 = 0,87$$

Acidez sensorial

(Formulación 1)

$$\text{Acidez sensorial} = + 7,25 A + 4,5 B + 5,25 C + 3,45 AB + 2,46 AC + 23,21 ABC \quad R^2 = 0,97$$

(Formulación 2)

$$\text{Acidez sensorial} = + 5,15 A + 3,32 B + 4,43 C + 3,45 AB + 2,46 AC - 23,21 ABC \quad R^2 = 0,97$$

Brookfield

(Formulación 1)

$$\text{Brookfield} = + 1191,01 A + 876,5 B + 490,38 ABC \\ R^2 = 0,87$$

(Formulación 2)

$$\text{Brookfield} = + 1143,17 A + 1051,92 B - 490,38 ABC \\ R^2 = 0,87$$

Consistencia sensorial

(Formulación 1)

$$\text{Consistencia sensorial} = + 6,47 A + 5,55 B + 6,43 C - 1,67 AB - 8,29 AC - 2,31 BC + 21,98 ABC \\ R^2 = 0,98$$

(Formulación 2)

$$\text{Consistencia sensorial} = + 4,11 A + 5,55 B + 6,43 C - 1,67 AB - 0,13 AC + 5,53 BC - 21,98 ABC$$
$$R^2 = 0,98$$

Sabor típico

(Formulación 1)

$$\text{Sabor típico} = + 5,63 A + 6,54 B + 2,68 C - 7,66 AB + 5,49 AC + 15,1 BC - 27,52 ABC \quad R^2 = 0,99$$

(Formulación 2)

$$\text{Sabor típico} = + 7,65 A + 2,34 B + 2,68 C - 7,66 AB - 5,49 AC + 4,84 BC + 48,76 ABC \quad R^2 = 0,99$$

Los resultados del procesamiento estadístico mostraron la buena calidad del ajuste de los modelos obtenidos, pues el análisis de varianza de la regresión arrojó que los modelos terminados fueron significativos ($p \leq 0,05$), indicando que estos no fueron significativos para valores mayores que 0,0001. Los valores de R^2 muestran que los modelos ajustados para las variables respuestas explican entre 87 y 99 % de la variabilidad. En todos los modelos se cumplió que la prueba de falta de ajuste fue no significativa ($p \geq 0,05$). Además se comprobó que en el análisis de los residuos no se detectaron observaciones atípicas, los residuos estandarizados se ajustaron a la distribución normal, con media cero y desviación típica de uno. La variante formulación 1 tuvo un mejor comportamiento en el proceso de acidificación pues los cultivos empleados de

manera independiente (A+B) y la combinación de los mismos reflejaron una mayor influencia; sin embargo, la mezcla se comportó de manera equilibrada en cada factor de proceso empleado.

Las calificaciones obtenidas en el estudio sensorial mostraron tendencias a disminuir la calidad sensorial, ya que en algunos casos los jueces detectaron al paladar una acidez entre moderada y muy marcada cuando se emplearon los componentes A+C de forma independiente así como la combinación e interacción entre ellos. En el caso de la consistencia sensorial, los resultados no fueron significativamente diferentes al arrojado por el método instrumental; pues desde el punto de vista de calidad sensorial la consistencia fue moderada.

El modelo Brookfield muestra el comportamiento que tuvieron los microorganismos empleados sobre la textura del producto. Se observa como A ejerció mejor influencia cuando se utilizó el factor de proceso en la formulación 1. En el caso de B actuó de manera diferente pues tuvo mejores resultados en la formulación 2. Por último, el componente C como variable independiente no ejerció influencia significativa sobre la leche fermentada. Sin embargo, al combinar dichos cultivos lácticos ABC se obtuvieron resultados favorables y equilibrados para cada factor de proceso. Los resultados reológicos en cada caso, son concordantes con los referidos anteriormente (7). En la Fig. 1 aparece la zona de respuesta delimitada por el modelo matemático decodificado que cumplió con las restricciones impuestas, específicamente para el producto natural. El área amarilla indica la zona óptima de trabajo en la que se

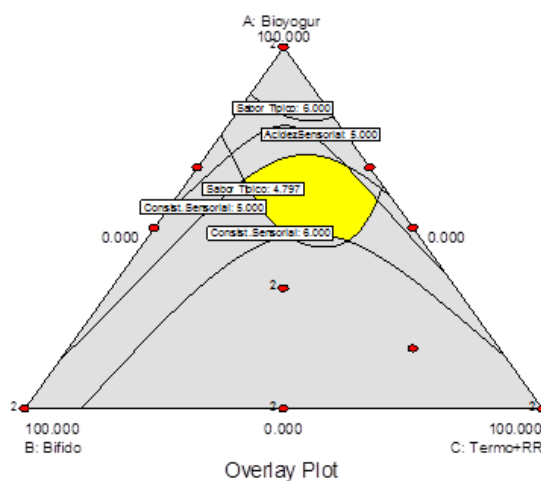


Fig. 1. Resultado de la optimización (Formulación 2).

cumplen las restricciones. Finalmente, se decidió utilizar la variante conformada por 68,4 % de A, 20,8 % de B y 10,8 % de C; empleando en su modo de preparación solamente leche entera en polvo, con el fin de obtener un producto de características funcionales con un efecto positivo sobre la salud humana.

La Tabla 1 muestra los resultados de los análisis físicos y químicos que se le realizaron a la leche fermentada con mezcla de cultivos probióticos. Los resultados de los análisis mostrados cumplieron con los valores esperados para las leches fermentadas según la norma cubana actual (8), y responden a las características de la formulación y materias primas empleadas. Los conteos microbiológicos obtenidos fueron negativos, donde se puede apreciar que cumplen con los parámetros aprobados por la norma, la cual regula los contaminantes microbiológicos en alimentos (9). El proceso productivo de la leche fermentada con mezcla de cultivos probióticos mantuvo una buena calidad higiénico-sanitaria del producto y no se afectaron las características microbiológicas esperadas del producto. La viabilidad de los cultivos probióticos cumplió con los niveles mínimos (*Bifidobacterium bifidum*: $5,6 \times 10^{10}$ y *Lactobacillus acidophilus*: 8×10^9) requeridos para alcanzar un efecto terapéutico como

bacterias probióticas (10). El ligero aumento de la viabilidad en la leche fermentada con mezcla de cultivos probióticos con respecto a otras leches fermentadas estudiadas (7), pudo deberse a la competencia de los microorganismos adicionados pues la simbiosis entre ellos influye en su proceso de desarrollo, además se debe tener en cuenta que el cultivo en mayor proporción fue el Bioyogur.

La Tabla 2 presenta los resultados de los análisis reológicos y sensoriales realizado a las tres corridas experimentales. La evaluación sensorial global obtenida para este producto fue de excelente, coincidente con la que reciben normalmente las leches fermentadas. Durante la evaluación sensorial los catadores no detectaron la presencia de acidez elevada, ni de un sabor atípico a producto fermentado. Por lo que este tipo de producto pudiera, en algún momento, ser comercializado, para brindar a la población otra variedad de producto con propiedades funcionales desde el punto de vista nutricional (8). Los resultados reológicos instrumentales alcanzados cumplen con el límite inferior de control (LIC) y son similares o inclusive superiores a los valores medios obtenidos en la caracterización del producto artesanal por Copa de Ford (de diámetro de tobera 6 mm) y Brookfield (7).

Tabla 1. Resultados de la caracterización físico y química de la leche fermentada con mezcla de cultivos probióticos

Indicador	Media	S
Sólidos totales (%)	13,6	0,1
Grasa (%)	3,4	0,1
Acidez (% ácido láctico)	0,98	0,04
pH	3,9	0,1
Densidad (kg/L)	1,0	0,1

Tabla 2. Resultados de la caracterización reológica de la leche fermentada con mezcla de cultivos probióticos

Indicador	Media	S
Viscosidad por Brookfield (mPa s)	1106,7	4,7
Tiempo final por Copa de Ford -Tobera 5 mm (s)	26,7	0,5
Puntuación de la evaluación sensorial	19,3	0,2
Evaluación sensorial global	Excelente	

CONCLUSIONES

Se confirmó que el estudio del comportamiento de las mezclas de diferentes cultivos probióticos en la elaboración de una leche fermentada batida cumplió con los parámetros de calidad establecidos de acidez y consistencia. La mejor variante técnico económica para la producción de la leche fermentada con mezcla de cultivos probióticos estuvo conformada por 68,4 % de Bioyogur, 20,8 % de *Bifido bacterium bifidum* y 10,8 % de RR+*Termophilus*, empleando en su modo de preparación solamente leche entera en polvo, teniendo en cuenta el mínimo consumo de LDP en la elaboración de los cultivos con vistas a mantener equilibrado el costo de producción del producto terminado.

REFERENCIAS

1. Roberfroid MB. El rol de los probióticos en la alimentación humana. *Nutrición Nestlé* 2000; 2(3):6-11.
2. Castro A, Baiton C. Uso de probióticos en productos lácteos para el consumo humano. VII Congreso de la Leche; 2000 Mar 14-17; La Habana, Cuba.
3. NC ISO 11035. Análisis sensorial — identificación y selección de descriptores para el establecimiento de un perfil sensorial mediante un enfoque multidimensional. Cuba; 2015.
4. De Hombre R. Caracterización reológica del yogur y métodos para el control industrial de la consistencia en Cuba (tesis doctoral). La Habana: Universidad Tecnológica de La Habana «José Antonio Echeverría»; 1984.
5. NC: 92-04. Control de la Calidad. Inspección por atributos y por conteo de defectos. Planes de muestreo de aceptación. Cuba; 1979.
6. 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.
7. Valdés M. Empleo de almidón de maíz nativo para mejorar la consistencia de una leche fermentada batida (tesis de diploma). La Habana: Universidad Tecnológica de La Habana «José Antonio Echeverría»; 2011.
8. NC TS 457. Leches Fermentadas. Especificaciones. Cuba; 2006.
9. NC 585. Contaminantes microbiológicos en alimentos — Requisitos sanitarios. Cuba; 2015.
10. NC ISO 7889. Enumeración de microorganismos característicos y la viabilidad celular. Cuba; 2009.