

ESTUDIO REOLÓGICO DEL HELADO DE YOGUR DE SOYA

*Aniely M' Boumba**, Tamara Rodríguez, Roger de Hombre, Juana Camejo y
Yaquelin Pérez

*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria. Carretera al Guatao, km 3 1/2,
La Habana, CP 19 200, Cuba.*

**E-mail: amboumba@iiaa.edu.cu*

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue realizar una evaluación reológica de las mezclas para la elaboración de helado de yogur en las que se emplean leche de soya y cultivos prebióticos. Se prepararon mezclas con 6 % de grasa y 34 % de sólidos totales, mediante el método indirecto, en la que se mezclan proporciones en peso definidas de mezcla base para helado y yogur de soya. Las mezclas fueron evaluadas y una vez cumplimentadas las especificaciones establecidas fueron sometidas al estudio reológico. Este se basó en determinar la viscosidad de las mezclas con el reómetro Brookfield y evaluar sus parámetros reológicos, para lo cual se utilizó un reómetro rotovisco. La viscosidad de las mezclas resultó moderadamente superior a la presentada por otros helados de soya. Las mezclas se comportaron como fluidos de naturaleza reológica pseudoplásticos, además presentaron características tixotrópicas.

Palabras clave: leche de soya, yogur, helado de yogur, reología, pseudoplásticos.

ABSTRACT

Rheological study of soy yoghurt ice cream

Rheological evaluation of the mixtures for soy yoghurt ice cream elaborated with soy milk and probiotics cultures. The mixtures were made with 6 % of fat and 34 % of total solids by means of the indirect method. The proportion by weight of soy yoghurt and basic mixture for ice cream was mixed. The rheological study was based on the determination of the viscosity of the mixtures using the Brookfield rheometer and to evaluate other rheological parameters with a Rotovisco rheometer. The viscosity of the mixtures was moderately higher than for other soy ice creams. The mixtures behaved as pseudoplastic fluids. The mixtures also presented thixotropic characteristics.

Keywords: ice cream mixes, yoghurt ice cream, soy products, pseudoplastic fluids, rheological properties, viscosity

INTRODUCCIÓN

El helado de yogur es un producto que se reporta como de producción habitual en algunos países y presenta como características fundamentales que su consumo, presentación, envases, almacenamiento y conservación son similares a las del helado tradicional, resaltando la funcionalidad que brindan las bacterias presentes, pudiéndose utilizar en su elaboración la leche de soya, lo cual incrementaría dicha funcionalidad dada las características especiales de este tipo de leche (1).

En la literatura no se reporta suficiente información sobre el comportamiento que presentan las mezclas para helado de yogur de soya, por lo que resulta de gran interés y novedad científica realizar este estudio en el país.

**Aniely M' Boumba Rodríguez: Ingeniera Química (ISPJAE, La Habana, 2005). Investigador Aspirante. Trabaja en la dirección de Lácteos. Sus principales líneas de trabajo son helados y productos fermentados a partir de soya.*

La viscosidad de las mezclas de helado está íntimamente relacionada con algunas características de calidad del producto terminado, principalmente con la textura (2), por tanto el control de la viscosidad de las mezclas es importante porque puede realizarse en una etapa primaria del proceso y resulta un buen indicador para saber si se obtendrá un producto satisfactorio además de que brinda una valiosa ayuda al diseño de equipos para la elaboración de alimentos.

Numerosos trabajos en Cuba coinciden en señalar que las mezclas para helado tienen por lo general una naturaleza reológica pseudoplástica, lo que indica rompimiento continuo de la estructura del material y como resultado una menor resistencia a fluir cuando se le aplican esfuerzos cizallantes (3, 4).

El objetivo de este trabajo fue realizar una evaluación reológica de la mezcla para la elaboración de helado de yogur en el que se emplea leche de soya y cultivos prebióticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon las materias primas siguientes, todas de calidad alimentaria: pasta de soya, con un contenido de sólidos totales de $18\% \pm 2$ (m/m); grasa vegetal índice de acidez de 0,22 mg/g; índice de peróxido de 1,0 meq/kg, índice de yodo de 93,26 y estabilizador integrado. Este es un estabilizador integrado que se disuelve totalmente a temperatura de 70 °C. Su humedad es menor de 5,4 %, cenizas 0,091 % y viscosidad 1880 cP (Brookfield sp2). Contiene una combinación de mono y diglicéridos de ácidos grasos, goma de guar, CMC sódica, carragenina, steroil lactilato de sodio, alginato de sodio y maltrodextrina; se empleó un saborizante: fresa FM-17 (IIIA, La Habana).

Yogur de soya elaborado con un cultivo de Bioyogur. Este es una combinación de *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus* en una relación con (1:1) con viabilidad (10^8 UFC/mL), acidez 0,95 % de ácido láctico, proveniente del banco de cepas del IIIA.

Otras materias primas utilizadas fueron azúcar refino y sal común fina, cuyas especificaciones se encuentran en la norma de proceso para helado de crema (5).

Se realizaron tres corridas experimentales con la tecnología del método indirecto de elaboración de helado de yogur. En ésta se sigue la tecnología de fabricación del helado de soya, hasta la etapa de envejecimiento de la mezcla base, después ésta se mezcla en una relación 50:50 con yogur de soya y se saboriza manteniendo la agitación hasta que esté homogénea la mezcla final. Luego se prosigue con el proceso tradicional de elaboración de helado de soya (6). Las muestras se tomaron después que se obtuvo la mezcla final.

A las mezclas se les evaluaron sus características generales para valorar que su calidad de las mismas permitiera realizar el estudio reológico. Como variables de control se evaluaron el contenido de grasa (7), contenido de sólidos totales (8), acidez (9) y densidad (10).

Para el estudio reológico de las mezclas se hicieron las determinaciones de la viscosidad con un viscosímetro Brookfield y para la evaluación de sus parámetros reológicos se usó un reómetro Haake Rotovisco modelo RV20 con el sensor NV. Este viscosímetro tiene acoplado un sistema computarizado el cual mediante un programa, realiza el ajuste de los datos a diferentes modelos reológicos y ofrece los resultados de aquel de mejor ajuste. En todos los casos las determinaciones se realizaron a 25 °C, en un rango de velocidad de deformación de 100 a 400 1/s

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 presenta las características generales de las mezclas en estudio. Los resultados de las características físico-químicas controladas demuestran que se encontraron dentro de los rangos previstos a obtener para este tipo de helado de acuerdo con el balance de masa (6, 11).

Tabla 1. Composición y características generales de la mezcla y el helado

Determinaciones	$X \pm StN^{-1/2}$
Sólidos totales (%)	$35,18 \pm 0,73$
Grasa (%)	$5,9 \pm 0,15$
Viscosidad mPa s	2600
Densidad (kg/L)	1,120
Acidez (% de ácido láctico)	$0,21 \pm 0,03$

La viscosidad de las mezclas se considera satisfactoria (6). Resultó moderadamente superior a la presentada por otros helados de soya (12), lo que pudiera deberse a la tecnología aplicada ya que la proporción de yogur de soya en la mezcla final, contribuye a la presencia de una cantidad de mucílagos del *Lactobacillus acidophilus* (13) que provoca un incremento de la viscosidad.

En cuanto a la evaluación reológica de la mezcla en la Fig. 1 se presentan las curvas de flujo, experimental y ajustada, obtenidas en el Rotovisco. Ambas curvas parten del origen de coordenadas y luego toman cierta concavidad que responde al comportamiento de los fluidos de naturaleza pseudoplástica. Se aprecia gran coincidencia entre ambas, lo que se confirma con el ajuste de los datos al modelo de la Ley de potencia que se presenta a continuación (4):

$$\sigma = K \cdot \gamma^n$$

σ - Esfuerzo de cizalla, K- Índice de consistencia, n- Índice de comportamiento de flujo y γ - Velocidad de deformación

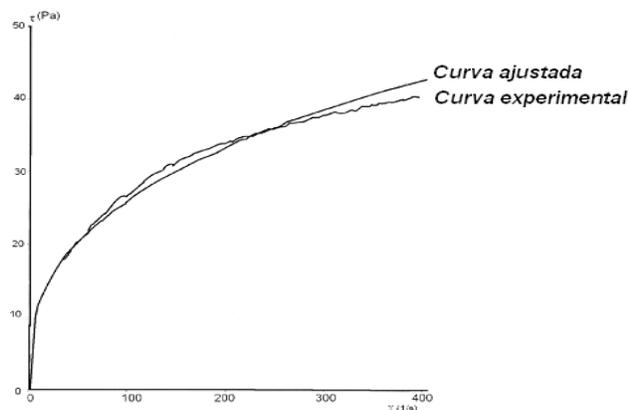


Fig. 1. Reograma de la mezcla.

Los parámetros reológicos ajustados fueron: índice de consistencia 4,919 Pa.sⁿ y índice de comportamiento de flujo 0,36. El coeficiente de determinación (R^2) 0,98 resultó altamente significativo $p \leq 0,05$, lo que demuestra que los datos experimentales se ajustan adecuadamente al modelo de la ley de potencia. El índice de consistencia "K" resultó superior a los obtenidos para otras mezclas de helado de leche (11, 14), lo que con-

cuerda con los resultados de la viscosidad analizados anteriormente. Esto puede deberse además de la presencia de mucílagos aportados por los cultivos probióticos, a los polisacáridos y lecitina existente en la leche de soya, que incrementa la viscosidad y complejidad del sistema (11). El valor del índice de comportamiento de flujo $n < 1$ confirman la pseudoplástica de las mezclas. Los valores de "n" fueron inferiores a los reportados de $n = 0,87$ en helado de crema (14) y $n = 0,72$ en helado de soya (11, 12), por lo que pudiera decirse que estas mezclas poseen una mayor pseudoplasticidad.

Se aprecia que las curvas de flujo ascendente y descendente (Fig. 2) forman lo que se conoce como lazo de histéresis, característico de fluidos tixotrópicos (4). Esto indica que estas mezclas además de mostrar una dependencia con el gradiente de velocidad, pueden presentar variaciones en el tiempo de acción del esfuerzo de cizalla, ya que los factores que contribuyen a la pseudoplasticidad también contribuyen a la tixotropía. En este fluido ocurre un rompimiento de la estructura del producto por la acción del esfuerzo de cizalla. Existe una pérdida de viscosidad cuando se incrementa la velocidad de deformación. Esta pérdida aparece pronunciada debido a que presenta un alto carácter pseudoplástico. El comportamiento tixotrópico hallado, es reportado en trabajos relacionados con el yogur (15) y la leche fermentada soya suero (16).

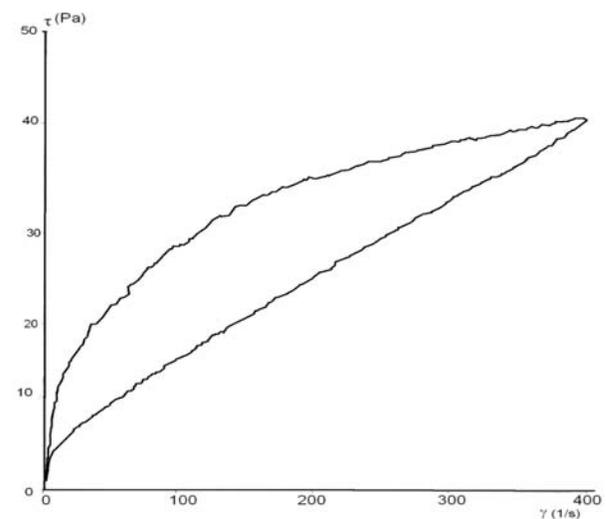


Fig. 2. Lazo de histéresis.

CONCLUSIONES

La viscosidad de las mezclas de helado de yogur de soya resultó moderadamente superior a la presentada por otros helados de soya. El valor del índice de comportamiento de flujo de las mezclas $n = 0,36$ es inferior

a los valores para helados de leche y de soya. El índice de consistencia $K = 4,919$ resultó superior a los obtenidos para otras mezclas de helado de leche. Las mezclas para la elaboración de yogur de soya presentaron un comportamiento reológico de fluidos pseudoplásticos con características tixotrópicas.

REFERENCIAS

1. Manzanares, A. 1995. Heladería Panadería. Panamericana Latinoamericana. 112, 29-30
2. De Hombre, R. y Rodríguez T. Alimentaria. (278), 117 - 118, 1996.
3. Rodríguez, T. y De Hombre, R. Alimentaria. (339), 39-41, 2002.
4. Rodríguez, T. y De Hombre, R. Alimentaria. (328), 35-37, 2001.
5. NC-47:2009: Helado .Especificación. Cuba. 2009
6. M'Boumba, A. evaluación técnico económica de los procesos de elaboración de helado de yogur de soya. Tesis para la opción al grado académico Master en Ingeniería Alimentaria. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", La Habana, 2009.
7. NC-ISO 7328. Helados listos para el consumo y mezclas de helado. Determinación de los contenidos de materia grasa. Método gravimétrico. Método de referencia. Cuba. 2004.
8. NC-ISO 3728. Helado. Determinación de sólidos totales. Método de referencia. Cuba. 2006.
9. NC-78-08. Leche y sus derivados. Métodos de ensayos. Determinación de acidez. Cuba. 1981
10. NC-119:06. leche. Determinación de la densidad. Cuba. 1981.
11. M'Boumba A. Helado de soya. Trabajo de Diploma para optar por el título de Ing. Químico, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", La Habana, 2005.
12. Rodríguez, T. y De Hombre, R. Helado de yogur. Alimentaria (278), 113-115, 1996.
13. Bergey, J.; Holt, N. y Jemes, T. Manual of Determinative Bacteriology. 9th ed. Williams and Wilkins, Baltimore, pp.121-134, 1994.
14. Corrales, B. De Hombre, R. Caracterización reológica de mezcla de helado Guarina. Trabajo de Diploma para optar por el título de Ing. Químico, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", La Habana, 1998.
15. De Hombre, Roger. Influencia de diversos factores tecnológicos y métodos de control de la consistencia para el yogur batido. Tesis presentada en opción al grado académico de doctor en Tecnología de los Alimentos. Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", La Habana, 1984.
16. Perea, F.J. 1999. Desarrollo de un yogur de soya con adición de suero de quesería. Tesis presentada en opción al grado académico de doctor en ciencia y tecnología de los alimentos, Universidad de Valencia, La Habana, 1999.