

# VARIACIÓN DE LA VISCOSIDAD DE LA LECHE DE SOYA POR EL ALMACENAMIENTO REFRIGERADO DE LA PASTA DE SOYA

*Adolfo Ruiz\*, Elizabeth Mejías, Indra Rodríguez, Jacqueline Pérez, Ana Ibis Cabrera, Irma Silveira y Dayana Lafargue*

*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria  
Carretera al Guatao, km 3 1/2, C.P. 19 200, La Habana, Cuba  
E-mail: adolfo@iia.edu.cu*

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar si se producen variaciones físico-químicas en la leche de soya hecha con pasta almacenada a distintas temperaturas. A la pasta de soya se le determinó el contenido de sólidos, acidez y conteo de totales. Cada lote se dividió en alícuotas de 400 g que se envasaron en vasos de poliestireno de 500 mL con tapa y se colocaron a temperaturas de 4 ó 12 °C. Se tomaron muestras por triplicado cada 24 h y con ellas se preparó leche de soya a 8,6 % de sólidos, a la que se le determinó acidez y viscosidad. Se demuestra que la conservación refrigerada de la pasta de soya induce cambios en la viscosidad de la leche de soya mientras que su acidez no manifiesta cambios significativos para la pasta mantenida a 4 °C y si a las 96 h para la mantenida a 12 °C.

**Palabras clave:** almacenamiento, refrigerado, pasta, soya, viscosidad, variación.

## ABSTRACT

### **Variations in viscosity of soy milk with the refrigerated storage of soy paste**

The objective of this work is to determine if Physico-Chemical variations take place in soy milk prepared from soy paste stored at different temperatures. Solids content, acidity, and whole counting were determined to soy paste. Each lot was splitted in 400 g aliquots and potted in 500 mL capped polystyrene pots that were stored at 4 or 12°C. Every 24 hours triplicated samples were taken and 8,6% solids soy milk was prepared with them. Acidity and viscosity were determined to milk. It is demonstrated that refrigerated conservation of soy paste induce viscosity changes in soy milk meanwhile there are not significant variations in acidity for the paste kept at 4°C but in the case of 12°C there is a change at 96 h.

**Key words:** refrigerated, storage, soy, paste, viscosity, variation.

## INTRODUCCIÓN

La leche de soya es una fuente barata de nutrientes (1) contiene proteínas, aceite, vitaminas, minerales y fibra con un valor nutritivo, para los humanos, equivalente al de la leche de vaca, (2,3). Se realizan importantes esfuerzos tecnológicos para mejorar este producto y aumentar su aceptación por el consumidor occidental (4-10). El proceso de elaboración de la leche de soya, de forma general, se puede esquematizar en cinco pasos: (1) selección, limpieza y descascarado del frijol, (2) remojo para el hinchado del grano y remoción de azúcares flatulentos, (3) cocción del grano utilizando tiempos de residencia y temperaturas que minimicen la pérdida de los valores nutritivos, no provoquen la aparición de sabores desagradables y permitan la eliminación del

*\*Adolfo M. Ruiz Hernández: Ingeniero Químico (U.H, 1970). Máster en Ciencia y Tecnología de Alimentos (IFAL, 2000). Investigador Auxiliar del Grupo de Enzimas del Departamento de Biotecnología, perteneciente a la Vicedirección de Bebidas. Jefe del Laboratorio de Análisis. Actualmente labora en la producción y purificación de enzimas, la producción de membranas de ultrafiltración y la enzimología.*

inhibidor de la tripsina, (4) proceso de molienda del grano cocido a través de un molino coloidal, y (5) ajuste, con agua, del contenido de sólidos de la pasta según los requerimientos de los diferentes productos a elaborar.

Estos cinco pasos se desarrollan en una planta que entrega para el consumo productos terminados como yogurt, helados, tofu, leche saborizada, etc. Pero existen pequeños productores que deben adquirir la pasta de soya de productores mayores. En ocasiones, la producción no se puede realizar en el mismo día en que se recibe la pasta y debe ser guardada en refrigeración, pero los productores señalan que los productos no presentan las mismas características reológicas que cuando se usa pasta recién elaborada.

Una emulsión es un tipo particular de sistema coloidal cuya naturaleza reológica y estabilidad dependen mucho de su composición y de la temperatura (11). Por otro lado, la pasta de soya es un sistema coloidal con muchos componentes que hacen muy difícil, si no imposible, predecir su comportamiento (12).

La mayoría de las emulsiones, si no se les añade un estabilizador apropiado no, pueden ser congeladas so pena de destruir el sistema coloidal y por tanto deben ser guardadas o almacenadas a temperaturas por encima del punto de congelación. A temperaturas alrededor de 4 °C se puede inhibir o retardar el desarrollo de la mayoría de las especies microbianas. Sin embargo, la mayoría de las cámaras frías de la industria láctea cubana solo puede lograr de 10 a 12 °C, que resulta una temperatura relativamente alta para la conservación de la pasta de soya.

El objetivo del presente trabajo fue determinar si se producen variaciones físico-químicas en la leche de soya hecha con pasta de soya almacenada a distintas temperaturas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó pasta de soya elaborada en la Planta de Vegetales del IIIA. Cada lote se dividió en alícuotas de 400 g que se envasaron, en vasos de poliestireno de 500 mL con tapa, tratados con hipoclorito de sodio (40 ppm) y secados en estufa a 60 °C, (13) y se colocaron en refrigeración a temperaturas de 4 ó 12 °C. Se tomaron muestras cada 24 h hasta las 96 h, en cada caso se tomaron tres de ellas y se preparó leche de soya a

8,6 % de sólidos totales, que se pasaron por un tamiz de 25 orificios/cm<sup>2</sup> y otro de 81 orificios/cm<sup>2</sup>, estas tres muestras se unieron y de la mezcla se tomó una alícuota que se sometió inmediatamente a análisis. A la pasta se le determinó sólidos totales (14), acidez (15) y conteo de totales (16) y a la leche de soya inmediatamente de ser preparada, acidez y viscosidad (17) que constituyen las variables de respuesta.

La acidez se determinó con solución de NaOH 0,1 N y fenolftaleína (15). La microbiología en siembras en agar para conteo total, para los aerobios totales (16).

La viscosidad se determinó en un viscosímetro Brookfield modelo LVT a 30 rev/min con el rotor idóneo para la viscosidad en cuestión. Se utilizó un volumen de muestra de 250 mL la que se atemperó a 25 °C (17).

Los resultados se sometieron a análisis de varianza de clasificación simple o doble y la prueba de Tukey para la determinación de diferencias significativas entre las medias para  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 refleja la viscosidad de la leche de soya a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento refrigerado de la pasta de soya con que se elaboró. Se produjeron variaciones y estas no siguen una línea ascendente o descendente, sino que es una variación sinuosa con descensos y ascensos. En ambas temperaturas el patrón fue similar, aunque a 12 °C las variaciones de la viscosidad son más marcadas y significativamente diferentes, sobre todo en las tres últimas muestras (48, 72 y 96 h) posiblemente debido al efecto de la proliferación de la población microbiana y de su ataque directo a las proteínas. La Tabla 2 presenta que la variación del conteo de totales fue muy lento a 4 °C y más acelerada, a 12 °C. La Tabla 3 muestra que la variación de la acidez de la pasta a 4 °C no fue significativa y que a 12 °C se aprecia una tendencia a la elevación significativa del valor de este parámetro sobre todo en las dos últimas muestras (72 y 96 h). La Tabla 4 refleja que se apreció variación significativa del contenido de sólidos totales de la pasta indicando que los potes se mantuvieron bien cerrados durante el almacenamiento y no hubo pérdida de humedad. La Tabla 5 muestra que en la acidez de la leche de soya obtenida a partir de ambas pastas no se

observó una variación significativa en el tiempo para 4 y 12 °C en la hora 96, si se muestra la tendencia a una diferencia significativa. Este comportamiento puede deberse a que la leche de soya se prepara con agua potable que puede tener un efecto regulador a esos bajos niveles de acidez.

Tabla 1. Variación de la viscosidad (cps) de la leche de soya preparada con las pastas almacenadas a 4 y 12 °C

Tiempo (h)	4 °C	12 °C
0	90,5 a	0,59 a
24	131,0 bcf	112,2 bd
48	95,1 af	71,8 e
72	112,6 f	170,7 g
96	47,0 h	34,2 h

Letras diferentes indican diferencia significativa para  $p \leq 0,05$ .

Tabla 2. Conteo de microorganismos aerobios totales en las pastas de soya almacenadas a 4 y 12 °C

Tiempo (h)	Conteo de totales (UFC/g)	
	4 °C	12 °C
0	3x10 <sup>5</sup>	3x10 <sup>5</sup>
24	4x10 <sup>5</sup>	8x10 <sup>6</sup>
48	6x10 <sup>5</sup>	7x10 <sup>6</sup>
72	8x10 <sup>5</sup>	3x10 <sup>7</sup>
96	4x10 <sup>6</sup>	>6x10 <sup>7</sup>

Tabla 3. Variación de la acidez (%) de la pasta de soya almacenada a 4 y 12 °C

Tiempo (h)	4 °C	12 °C
0	0,27 a	0,24 a
24	0,22 a	0,22 a
48	0,23 a	0,23 a
72	0,28 ab	0,28 ab
96	0,35 bc	0,35 bc

Letras diferentes indican diferencia significativa para  $p \leq 0,05$ .

Tabla 4. Contenido de sólidos (%) de la pasta de soya durante el almacenamiento a las temperaturas empleadas

Tiempo (h)	4°C		12°C	
	Media	S	Media	S
0	18,50	0,30	18,50	0,43
24	18,26	0,31	18,33	0,31
48	18,13	0,23	18,10	0,10
72	18,40	0,36	18,20	0,20
96	18,40	0,27	18,30	0,17

No se presentan diferencias significativas para  $p \leq 0,05$ .

Tabla 5. Varjación de la acidez (%) de la leche de soya preparada con las pastas almacenadas a 4 o 12 °C

Tiempo (h)	4 °C	12 °C
0	0,25 a	0,27 a
24	0,13 b	0,22 b
48	0,09 b	0,22 b
72	0,09 b	0,27 ab
96	0,11 b	0,29 ac

Letras diferentes indican diferencia significativa para  $p \leq 0,05$ .

La viscosidad de la leche de soya depende en gran medida de la naturaleza y el estado de las proteínas que contiene (18-20). En los sistemas coloidales liófilos de dispersión gruesa, como aparenta ser la pasta de soya, donde la fase dispersa y el medio de dispersión tienen "menor parentesco" la diferencia entre la composición química y la estructura de las fases colindantes se manifiesta en el carácter no compensado de las fuerzas superficiales (en el exceso de energía) en el límite interfacial. Por ello para las sustancias macromoleculares es característica una lenta velocidad de establecimiento del equilibrio entre la capa de adsorción y el volumen de la disolución (12). Esto puede explicar porqué algunas emulsiones deben «madurar» para adquirir sus características definitivas (11). En el límite interfacial que envuelve cada micela existen poderosas fuerzas de carácter electrostático (doble capa eléctrica) que pueden actuar sobre la estructura de las proteínas y de su estado de agregación dando lugar a polimerizaciones y cambios en la presencia o no de grupos hidrofóbicos en la superficie de dichas proteínas (12, 19).

## CONCLUSIONES

La conservación refrigerada de la pasta de soya induce cambios en la viscosidad de la leche de soya preparada a partir de esta, siendo más marcados los cambios cuando la pasta se almacena a 12 °C que cuando se hace a 4 °C. La acidez de la pasta almacenada a 4 °C no manifiesta cambios significativos en el periodo de tiempo estudiado, mientras que la almacenada a 12 °C, sí muestra una tendencia ascendente a partir de las 72 h. La acidez de la leche de soya sólo presenta un aumento significativo cuando esta es preparada con la pasta de soya almacenada a 12 °C por 96 h.

## REFERENCIAS

1. Khaleque, A.; Bannatyne W. y Wallace, G. J. *Sci. Food. Agric.* 21: 579-583, 1970.
2. Keshun, L. y Hartz, S. *Soyanoticias I* (258): 23-33, 2000.
3. Mustakas, G. *Food Technol.* 25:80-86, 1971.
4. Procesamiento de la soja: Problemas, soluciones y perspectivas. Internacional Soybean Program. Universidad de Illinois. 1996.
5. Jung, S.; Murphy, P. y Johnson, L. *J. Food Sci.* 70 (2):8-11, 2005.
6. Adolfo Ruiz, *Obtención de  $\alpha$ -galactosidasa mediante fermentación en fase sólida* (tesis para optar por el grado de Máster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos IFAL) La Habana, 2000.
7. Ruiz, A.; Cisneros, F.; Santana, T.; Cárdenas, M.; Pérez, O. y Castillo, E. *Cienc. Tecnol. Alim.* 15 (2): 59-62, 2005.
8. Ruiz, A.; Cardoso, F.; Pérez, M.; González, J.; Santana, T. y Silveira I. *Cienc. Tecnol. Alim.* 16 (1): 24-29, 2006.
9. Ruiz, A.; Mejías, M. y Pérez, M. *Cien. Tecnol. Alim.*, 18 (1):46-52, 2008.
10. Espinosa, B.; Martínez, G. y García, A. (2005) *Leches de soya natural y saborizada* En [CDROM] 9na Conferencia Internacional sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CICTA-9). La Habana, 8 al 11 de Marzo del 2005.
11. Becher, P. "*Emulsiones Teoría y Práctica*" Ed. Blume, Madrid, 1972.
12. Schukin, E.; Pertsov, A. y Amelina, E. "*Química Coloidal*" Editorial MIR, Moscú, 1988.
13. Buloin, J. *L'hygiène dans l'industrie alimentaire. Étude* FAO. Production et santé animales 117. FAO, Rome, 1993.
14. NC-78-11-07. *La leche y sus derivados. Determinación de humedad y sólidos totales*, Cuba, 2007.
15. NC-78-14-03 81983 *Determinación de acidez*. VDI. Cuba.
16. Harrigan, W. y Mac Cance, M. *Métodos de laboratorio en microbiología*. Ed. Academia, León, 1969.
17. Alvarado, J. de D. *Principios de ingeniería aplicada a alimentos*. División de Artes Gráficas, Ambat, Ecuador, 1996.
18. Riblett, A.; Herald, T.; Schmidt, K. y Tilley, K. *J Agric Food Chem.* 49: 4983-4989, 2001.
19. Puppo, M. y Anon M.C. *J. Food Sci.* 64: 50-56, 1999.
20. Rickert, D.; Johnson, L. y Murphy, P. *J Food Sci.* 69: 303-311, 2004.