

# PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA LECHE DE SOYA MODIFICADA EN POLVO

*Dany Pérez\**, Octavio Venegas, Juan González, Cecilia Carrillo y Carmen Casañas  
*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, Carretera al Guatao, km 3 1/2,  
La Habana, Cuba, C.P. 19200.  
E-mail: dany@iia.edu.cu*

## RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo determinar las principales propiedades funcionales de la leche de soya modificada obtenida en la planta de leche del IIIA, para su aplicación en sistemas cárnicos. A dos muestras de leche de soya modificada en polvo (LSMP) se les determinaron, primeramente, los contenidos de grasa, humedad y proteína y el valor del pH. Posteriormente se les determinaron las siguientes propiedades funcionales: proteína soluble e índice de solubilidad del nitrógeno, capacidad de retención de agua, capacidad de retención de grasa, formación de gel, actividad y estabilidad de la emulsión y capacidad espumante. A modo de comparación también se analizaron otros productos de soya y las leches de vaca entera y desgrasada. La LSMP por sus propiedades funcionales en general, puede tener un potencial de aplicación en productos cárnicos. Presenta una CRA y una CRG baja en comparación con los otros productos, pero forma geles más firmes. Sus buenas propiedades emulsionantes, así como por su pobre capacidad de formación de espuma, favorecen su empleo en productos cárnicos de pasta fina. Su contenido de proteína limita, en cierta medida, su empleo como extensor en productos cárnicos pues para alcanzar niveles de sustitución de carne similares a los que se alcanzan con los otros productos de soya, habría que utilizar mayores cantidades, lo que pudiera afectar las características sensoriales de los productos en que se añade.

**Palabras clave:** soya, leche de soya, productos de soya, propiedades funcionales.

## ABSTRACT

### **Functional properties of the modified soy milk power**

The objective of this work was to determine the main functional properties for application in meat systems, of the modified soy milk power (MSMP) produced in the IIIA milk plant. The content of free fat, moisture, protein and pH value were determined in two samples of MSMP. The following functional properties were determined: solubility protein and nitrogen solubility index, water retention capacity (WRC), fat retention capacity (FRC), gelation, emulsifying and foaming properties. Soy products and whole and defatted milk were analyzed. In comparison with the others products, it presents a low WRC and low FRC, but forms firmer gels. Its good emulsifying properties, as well as poor foam capacity formation, facilitate its use in comminute meat products. Its protein content some low limits its use as extensor in meat products, as reaching levels of meat substitution similar to those that are achieved with other soy product, would need greater MSMP quantities and this could affect the sensorial characteristics of products in which is employed.

**Key words:** soy, milk soy, soy products, functional properties.

## INTRODUCCIÓN

Hace más de 30 años se comenzó a emplear la harina de soya en la elaboración de productos cárnicos, y tuvo una reputación desfavorable pues le impartía el sabor típico a frijol y unas características muy diferentes a las de la carne, sobre todo en productos con elevados niveles de sustitución. En la actualidad se hacen productos de soya de excelente calidad y de muy diversas formas, composición y funcionalidad que permiten emplearlos en una gama de productos cárnicos.

Los productos de proteína de soya se emplean frecuentemente en la elaboración de productos cárnicos y análogos de carne por su alto valor nutricional y por sus buenas propiedades funcionales. Estas son un complejo de características físico-químicas que presentan las

---

*\*Dany Pérez Dubé: Licenciada en Alimentos (UH, 1973). Investigadora Auxiliar de la Dirección de Carne del IIIA. Máster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (IFAL, 1998). Ha realizado trabajos relacionados con la química y la bioquímica de la carne, composición y valor nutritivo de los alimentos, la determinación de las propiedades funcionales de las materias primas cárnicas y de los extensores cárnicos.*

macromoléculas, especialmente las proteínas, que definen las características sensoriales en un producto alimenticio. Así tenemos que las harinas y sémolas de proteína de soya se emplean en general para retener la humedad y reducir los costos; los concentrados poseen una alta dispersibilidad y propiedades emulsionantes; los aislados se emplean para sustituir una parte considerable de las proteínas solubles en sal de la carne, retener la grasa y el agua, estabilizar emulsiones y asegurar la cohesividad de los productos terminados. Ambos, aislados y concentrados, proporcionan textura y jugosidad en los productos cárnicos. Los texturizados proporcionan una textura similar a la carne y se emplean como extensores o como análogos de carne.

Hace algunos años se desarrolló en el IIIA una tecnología para obtener una pasta de soya a partir de granos descascarados de esta oleaginosa, la cual se utilizó exitosamente en diferentes productos alimenticios. Recientemente se ha desarrollado en la Planta Piloto de Leche, una leche de soya modificada en polvo, preparada a partir de pasta de soya, aceite de girasol, sólidos de suero de queso, azúcar y monoestearato de glicerol, con una composición similar a la leche de vaca entera en polvo, lo cual posibilita su utilización en diversos sistemas alimenticios.

Este trabajo tuvo como objetivo determinar las principales propiedades funcionales de la leche de soya modificada para su aplicación en sistemas cárnicos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

A dos muestras de un lote de producción de leche de soya modificada en polvo (LSMP), se les determinaron, primeramente, los contenidos de grasa, humedad y proteína (1) y el valor del pH (1). Posteriormente se les determinaron las siguientes propiedades funcionales:

Proteína soluble (2): Se hicieron dispersiones de los productos con una concentración de 1 % (m/m) de sus proteínas durante 1 h. Se centrifugó y se pasó el sobrenadante para un volumétrico de 100 mL. Se repitió la extracción y se determinó la cantidad de proteína soluble expresada en g por 100 g de muestra. El índice de solubilidad de nitrógeno (ISN) se calculó dividiendo este valor entre el contenido de proteína total por 100.

Capacidad de retención de agua (CRA) (3): Se hicieron dispersiones de 1 g de muestra de los productos de soya y 10 mL de agua en un tubo de centrifuga de 50 mL de capacidad. Se centrifugó el tubo a 1 600 g, se decantó el sobrenadante y se pesó el residuo. Los resultados se expresan como masa de agua retenida por gramo de muestra.

Capacidad de retención de grasa (CRG) (3): Se pesaron 3 g de muestra en un tubo de ensayo de 50 mL y se le adicionaron 3 mL de aceite. Se centrifugó a 1 600 g, se decantó el sobrenadante y se pesó el residuo. Los resultados se expresan como gramos de aceite retenido por medio gramo de muestra.

Gelificación por calentamiento (4): Se prepararon dispersiones de los productos con una concentración de 10 % (m/m) de sus proteínas. Cada dispersión se vertió en tubos de centrifuga de 100 mL, se calentaron a 80 °C durante 30 min y se enfriaron rápidamente en agua con hielo. La fuerza del gel se midió mediante una prueba de penetración de un vástago de 1,14 mm de diámetro acoplado a un equipo Instron con una velocidad del cabezal y la carta de 50 y 100 mm/min, respectivamente.

Actividad y estabilidad emulsionante (5): Se hicieron dispersiones de los productos con una concentración de 2 % (m/m) de sus proteínas para preparar emulsiones con aceite vegetal. La actividad emulsionante se expresó como por ciento de fase emulsificada después de la centrifugación y la estabilidad como por ciento de fase emulsificada después de calentar la emulsión a 80 °C durante 30 min y centrifugarla.

Expansión y estabilidad de la espuma (5): Se prepararon dispersiones de los productos de soya con una concentración de 1 % de sus proteínas. Se midió el volumen de espuma formada inmediatamente después de preparada la dispersión y a intervalos de 0,5 hasta las 2 h. El volumen inicial de espuma (mL) es el valor de la expansión y las variaciones respecto a este volumen, expresadas como por ciento, representan la estabilidad de la espuma. A modo de comparación también se analizaron otros productos de soya: harina desgrasada brasileña, concentrado y aislado de soya de la firma ADM y leches de vaca entera y desgrasada importadas. Todas las determinaciones se realizaron por duplicado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 presenta el valor del pH y los contenidos de humedad, grasa y proteína de la LSMP y de los otros productos analizados. En comparación con la leche entera, su contenido de proteína es similar, mientras que el de grasa es un poco más bajo; con respecto a los productos de soya se puede apreciar que tiene un nivel de proteína más bajo, poco más de la mitad del de menor contenido proteico. Su pH es prácticamente igual al de la harina de soya y las leches analizadas.

**Tabla 1. Contenidos de humedad, grasa y proteína de los productos**

Producto	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)*	pH
LSMP	4,2	19,0	28,2	6,0
Harina de soya	6,5	2,1	53,5	6,1
Concentrado de soya	7,4	1,6	68,0	7,1
Aislado de soya	10,6	3,5	94,3	7,3
Leche entera	3,0	26,2	26,3	6,2
Leche descremada	3,1	0,36	35,1	6,2

\* Valores en base seca

La Tabla 2 muestra los resultados de algunas de las propiedades funcionales realizadas. La LSMP tiene un bajo contenido de proteína soluble que se refleja en su bajo ISN, propio de los productos de soya sometidos a un tratamiento con calor húmedo (ISN<20).

La CRA de la LSMP fue la más baja. Este comportamiento es razonable, teniendo en cuenta que esta pro

iedad está relacionada directamente con la cantidad de proteína del producto, aunque otros componentes pueden tener también influencia (6). Un incremento de la absorción de agua de los productos de soya (harinas, concentrados y aislados) con el incremento del contenido de proteína fue reportado por otros autores (7, 8). No se reportan resultados de la CRA de las leches de vaca porque presentaron dificultades durante sus determinaciones por su alta solubilidad. La CRG de la LSMP también fue la más baja, no obstante puede estar mejorada por la presencia de las proteínas del suero de queso que tienen una buena capacidad de absorber grasa (8).

Observando los valores de fuerza del gel formado por calentamiento (Tabla 2), se aprecia que el de la LSMP, a pesar de su más bajo contenido de proteína es el más elevado. Esto puede deberse a que por su composición, durante la ejecución del procedimiento (dispersión y calentamiento) se forma una emulsión y el sistema adquiere mayor viscosidad que se refleja en una mayor fortaleza de la pasta formada. Las proteínas de soya forman geles blandos aún si se cocinan a 100 °C (9). Las proteínas de soya que forman gel por calentamiento son la coglicina y la glicina a aproximadamente 80 y 110 °C, respectivamente (10). En cuanto a la leche de vaca, la caseína, su principal proteína, no forma gel por calentamiento. La Tabla 3 refleja los resultados de las propiedades emulsionantes. La LSMP se destaca por sus mayores valores, comparables a la leche entera y al aislado de soya. En su composición la LSMP tiene lecitina de soya y monoestearato de glicerol, excelentes emulsionantes.

**Tabla 2. Propiedades funcionales de los productos**

Producto	Proteína soluble (%)	ISN (%)	CRA (g/g muestra)	CRG (g/0,5 g muestra)	Fuerza de gel (g)
LSMP	4,2	15,4	1,33	0,371	27,8
Harina de soya	7,0	14,0	3,20	0,455	18,5
Concentrado de soya	13,5	19,8	3,41	0,545	25
Aislado de soya	25,5	28,3	6,66	0,546	11,8
Leche entera	10,1	41,9	-	0,433	-
Leche desgrasada	15,7	44,5	-	0,461	-

**Tabla 3. Propiedades emulsionantes de los productos**

Producto	Actividad emulsionante (%)	Estabilidad de la emulsión (%)
LSMP	52,8	50,8
Harina de soya	47,9	46,5
Concentrado de soya	42,6	48,4
Aislado de soya	53,6	52,3
Leche entera	51,8	48,2
Leche descremada	45,7	46,3

**Tabla 4. Propiedades espumantes de los productos**

Producto	Volumen de espuma mL	Estabilidad de la espuma (%)			
		30 min	60 min	90 min	120 min
LSMP	24	17	8	4	4
Harina de soya	17	54	25	12	9
Concentrado de soya	70	50	34	20	11
Aislado de soya	68	50	16	10	8
Leche entera	16	4	3	3	2
Leche desgrasada	87	11	5	3	0

La Tabla 4 muestra que la LSMP no es un buen agente espumante tanto por el poco volumen de espuma que produce como por la baja estabilidad de la misma, comportamiento similar al de la leche entera.

Una de las más importantes funciones que las proteínas realizan en los alimentos es la emulsificación y la formación de espuma, por poseer la capacidad de disminuir la tensión interfacial entre los componentes lipofóbicos e hidrofílicos del sistema alimenticio, es decir, son agentes tensoactivos (11). La baja solubilidad de las proteínas de la LSMP afectó su capacidad espumante, pero en el caso de sus propiedades emulsionantes, este efecto fue compensado por la presencia de los dos buenos emulsionantes que posee.

## CONCLUSIONES

La leche de soya modificada en polvo por sus propiedades funcionales tiene un potencial de aplicación en productos cárnicos. Presentó una CRA y una CRG baja en comparación con los otros productos evaluados, pero forma geles más firmes. Sus buenas propiedades emulsionantes, así como su pobre capacidad de formación de espuma, favorecen su empleo en productos cárnicos de pasta fina.

Su contenido de proteína puede limitar, en cierta medida, su empleo como extensor en productos cárnicos pues para alcanzar niveles de sustitución de carne similares a los que se alcanzan con otros productos de soya, habría que utilizar mayores cantidades, lo que pudiera afectar las características sensoriales de los productos.

## REFERENCIAS

1. AOAC. Official Methods of Analysis of the AOAC. 17 th Ed. AOAC, Washington, DC, 2000.
2. Inklaar, P. y Fortuin, J. Food Technol. 23: 103-107, 1969.
3. Lin, M. y Humbert, E. Food Sci. 39: 368-370, 1974.
4. Catsimpolas, N. y Meyer, E. Cereal Chem. 47: 559-570, 1970.
5. Yatsumasu, K.; Sawada, K.; Monitaka, S.; Misuki, M.; Toda, J.; Wada, T. e Ichi, K. Agricultural Biological Chemistry 36: 719-727, 1972.
6. Deshpande, S.; Sathe, S.; Cornforth, D. y Salunkhe, D. Cereal Chem. 59: 396-401, 1982.
7. Fleming, S.; Sosulski, F.; Kilara, A. y Humbert, E. J. Food Sci. 39: 188-191, 1974.
8. Pérez, D. y Linares, M. Utilización de aditivos proteicos en productos cárnicos. (Anales del XXXI Congreso Internacional de la Carne. No. 2, 65. Bulgaria), 1985.
9. De la Mella, R. y Pérez, D. Evaluación de la textura de conservas cárnicas. (Congreso Científico 10 Años del Cyted), 1994.
10. Bibkov, J. Colloyd Polym. Sci. 259, 536-537, 1981.
11. Li-Chan, E. Hydrophobicity in food protein systems. En Y.H. Hui, ed. Enciclopedia of Food Science and Technology. Vol. 2, 1429. John Wiley Sons, Inc., New York, 1992.