

## **ELABORACIÓN DE YOGUR CON ADICIÓN DE CONCENTRADOS DE PROTEÍNAS DEL SUERO**

*Emilio Real del Sol\** y *Ovidio Ortega*

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

*C.P. 19 200.*

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

### **RESUMEN**

Se utilizó como técnica de obtención de concentrados de proteínas del suero la precipitación de las proteínas por tratamiento térmico, entre 90 y 100 °C, con tiempos de retención entre 0 y 30 min y uso de un medio electrolítico (con cloruro de calcio). La incorporación del concentrado de proteínas del suero en la elaboración de yogur modificó favorablemente parámetros tecnológicos del proceso. Se logra una mayor concentración en sólidos, así como mayor retención de suero, aunque disminuyó la consistencia del producto. La evaluación sensorial se mejoró hasta 20 % de adición de concentrado, aunque el mejor resultado correspondió a 10 %.

**Palabras clave:** yogur, adición concentrada, proteínas del suero.

### **ABSTRACT**

#### **Elaboration of yogurt with addition of whey proteins concentrated**

Used as obtaining technique for whey protein concentrate the precipitation of the proteins for thermal treatment between 90 and 100 °C with times of retention between 0 and 30 min and use of a half electrolytic one (with chloride of calcium) The incorporation of the whey protein concentrate in the production of yoghurt was modified technological parameters of the process favourably. A higher concentration was achieved in solids, as well as higher retention of whey, although it diminished the consistency of the product. The sensory evaluation improve until 20% of addition of concentrate, although the best result corresponded to 10%.

**Key words:** yoghurt, concentrate addition, whey proteins.

### **INTRODUCCIÓN**

El suero contiene de 6 a 10 gramos de proteínas por litro de leche, las que están catalogadas entre las proteínas de origen animal más completas, su empleo en el enriquecimiento de alimentos es un tema de interés universal (1). Este subproducto industrial es poco aprovechado y es un foco de contaminación ambiental. En la valoración del suero es importante el aprovechamiento de sus proteínas (2). Una de las técnicas de recuperación de las proteínas del suero más utilizada es la de su estabilización por calor en presencia de sales (3).

Uno de los usos de los concentrados de proteínas del suero en la alimentación que más interés ha tenido en diferentes países es en la elaboración de productos lácteos (2).

---

*\*Emilio M. Real del Sol: Ingeniero Químico (CUJAE, 1970). Investigador Auxiliar. Doctor en Ciencias Técnicas (CNIC, 1982). Jefe del Grupo de Productos Concentrados y en Polvo de la Vicedirección de Leche. Labora en la elaboración de productos lácteos imitados.*

En este trabajo se aborda el empleo de concentrados de proteínas del suero en la elaboración de yogur, el cual se analizó en su composición, propiedades funcionales y sensoriales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó suero de leche de vaca, con las siguientes características: densidad 1,022 g/mL; pH 6,01, proteínas 1 %, grasa 0,3 % y 6,7 % de sólidos totales (ST). El cual se sometió a un tratamiento de calentamiento a 95 °C por 30 min en presencia de CaCl<sub>2</sub>, seguido de refrescamiento a 40 °C y centrifugación a 7 000 min<sup>-1</sup> para obtener un concentrado de proteínas (CP). Se utilizó leche fresca de vaca (12,1 ± 0,2 % ST) y cultivo de yogur (*Lb. bulgaricus* + *Str. thermophilus*).

En la elaboración del yogur (4) el concentrado CP se añadió a 0, 10, 20 y 25 % a la leche mantenida entre 60 y 65 °C, la mezcla se homogeneizó a 150 kgf/cm<sup>2</sup>, fue pasteurizada a 95 °C/30 min y se refrescó a 45 °C. Posteriormente se inoculó con el cultivo lácteo a 2 %, fue envasada en potes, se incubó a 45 °C hasta alcanzar acidez de 0,70 % de ácido láctico, se mantuvo a temperatura ambiente entre 20 y 25 min y finalmente el yogur obtenido fue conservado a 6 °C.

Como medida de la propiedad hidrofílica del yogur se determinó su capacidad de retención de suero por medio de un sistema de filtración, formado por un cilindro plástico, el fondo del mismo se encuentra sellado por una tapa circular perforada con orificios de 1 mm de diámetro, sobre esta se coloca otra tapa sin orificios que no permite el paso de líquido. Para la determinación de la velocidad de desuere la leche inoculada con el cultivo fue coagulada dentro del cilindro, posteriormente se retiró la tapa no perforada y se dejó filtrar el suero a través de la tapa perforada, recogiendo el suero en una probeta graduada. El porcentaje de volumen de suero filtrado se determina por la siguiente relación:

$$V = \frac{\text{volumen de suero}}{\text{volumen de yogur}} \times 100$$

La filtración se prolongó durante 7 h con el fin de estudiar la dinámica del desuere. Los análisis se realizaron a 12 °C en yogur conservado a 6 °C por 24 h.

Para analizar la consistencia del yogur se empleó un penetrómetro con un eje que posee en su parte inferior un plato con 8 perforaciones cónicas de 7 mm de diámetro inferior y 5 mm de diámetro superior, el sistema posee una escala graduada en cm para determinar en qué tiempo el plato perforado recorre 3 cm dentro de la masa del yogur, como medida de su consistencia. La temperatura de las muestras durante la medición se mantuvo a 8 °C.

Se utilizaron técnicas de análisis de determinación de sólidos (5), proteínas (6), grasa (7). Además se valoró la acidez (8) y pH por potenciometría (9).

El control microbiológico consideró el conteo de coliformes (10) y de hongos y levaduras (11). La evaluación sensorial de la calidad del yogur (12) se realizó a las 24 h de conservación en frío (6 °C) por un panel de 10 jueces experimentados utilizando una escala de 100 puntos. Se evaluaron las características: aroma y sabor (38 puntos), consistencia (38 puntos), superficie (12 puntos) y color (12 puntos). Los resultados fueron procesados por análisis estadísticos, con un nivel de confianza de 95 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra algunos parámetros tecnológicos determinados en el curso de la elaboración del yogur enriquecido con el concentrado proteico. La acidez inicial de la leche se incrementó con la adición del concentrado de proteínas. El enriquecimiento no influyó significativamente sobre la acidez de coagulación de la leche, la cual alcanzó valores entre 0,56 y 0,63 % de ácido láctico. El incremento del porcentaje de adición del concentrado de proteínas en la leche disminuyó los tiempos de coagulación y de incubación a 45 °C debido a un desarrollo más rápido de la acidez del yogur. Después de la incubación el yogur mantenido a temperatura ambiente durante 20 a 25 min, alcanzó una acidez final entre 0,74 a 0,79 % de ácido láctico, antes de su conservación a 6 °C.

La Tabla 2 muestra la composición del yogur con diferentes porcentajes de adición del concentrado en la leche. En general el yogur enriquecido con proteínas del suero presentó un mayor contenido en sólidos, grasa, cenizas y proteínas que el yogur control sin adición del concentrado proteico.

Tabla 1. Parámetros tecnológicos de la producción del yogur

Tipo de yogur		Acidez inicial leche* (%)	pH inicial leche	Tiempo incubación (min)	Tiempo coagulación (min)	Acidez coágulo (% al)	pH coágulo	Acidez inicial conservado (% al)	pH inicial conservado
Control	Media	0,16	6,6	153	138	0,59	5,0	0,79	4,5
	S	0,01	0,3	6	5	0,04	0,2	0,06	0,2
10 %	Media	0,18	6,5	149	136	0,56	5,0	0,74	4,6
	S	0,01	0,2	5	6	0,04	0,3	0,06	0,2
20 %	Media	0,21	6,3	145	134	0,63	4,8	0,78	4,5
	S	0,01	0,2	6	5	0,06	0,3	0,05	0,2
25 %	Media	0,23	6,3	136	122	0,60	4,9	0,75	4,6
	S	0,01	0,3	4	5	0,05	0,3	0,05	0,2

n = 12

\*expresado como ácido láctico.

Tabla 2. Composición del yogur

Adición %	Sólidos totales (%)		Proteínas (%)		Grasa (%)		Cenizas (%)	
	Media	S	Media	S	Media	S	Media	S
Control	12,2	0,3	3,18	0,06	3,4	0,2	0,71	0,03
10	13,3	0,6	4,0	0,1	3,5	0,2	0,79	0,03
20	14,2	0,4	4,9	0,1	3,6	0,1	0,87	0,04
25	14,6	0,3	5,3	0,1	3,9	0,2	0,94	0,04

n = 12

La Tabla 3 refleja las relaciones entre el volumen de suero y el tiempo de desuere determinadas en el cálculo de la propiedad hidrofílica del yogur.

Se determinó la velocidad de desuere del yogur a partir de la derivada de las ecuaciones de la Tabla 3, la cual adoptó la siguiente expresión general:

$$d/dt V = (a_1/t) \cdot \log e \quad \text{mL/h}$$

Donde:

$a_1$  = pendiente de las ecuaciones

e = constante de los números neperianos

La Tabla 4 muestra los resultados de la velocidad de desuere para diferentes tiempos. Las diferencias en la velocidad de desuere son notables durante los primeros minutos para después anularse. El volumen total de líquido recogido a las 7 h es mayor en el control que para los yogures enriquecidos. El yogur control presentó la menor capacidad de retención de suero. Se nota además un aumento de la propiedad hidrofílica del yogur enriquecido al incrementarse el porcentaje de adición del concentrado de proteínas del suero. La formación de complejos entre las proteínas del concentrado proteico del suero y la caseína de la leche mejora la retención de líquido en el yogur (3).

**Tabla 3. Relación entre el volumen del suero y el tiempo de desuere**

Tipo de yogur	Relación	Syx	r
Control	$V = 32,2 + 21,2 \log t$	0,9	0,98
10 %	$V = 30,1 + 21,1 \log t$	1,0	0,98
20 %	$V = 27,4 + 20,9 \log t$	1,2	0,97
25 %	$V = 27,3 + 20,8 \log t$	1,3	0,96

V = mL de suero recogido /100 mL de yogur  
 t = tiempo de desuere en horas  
 n = 15

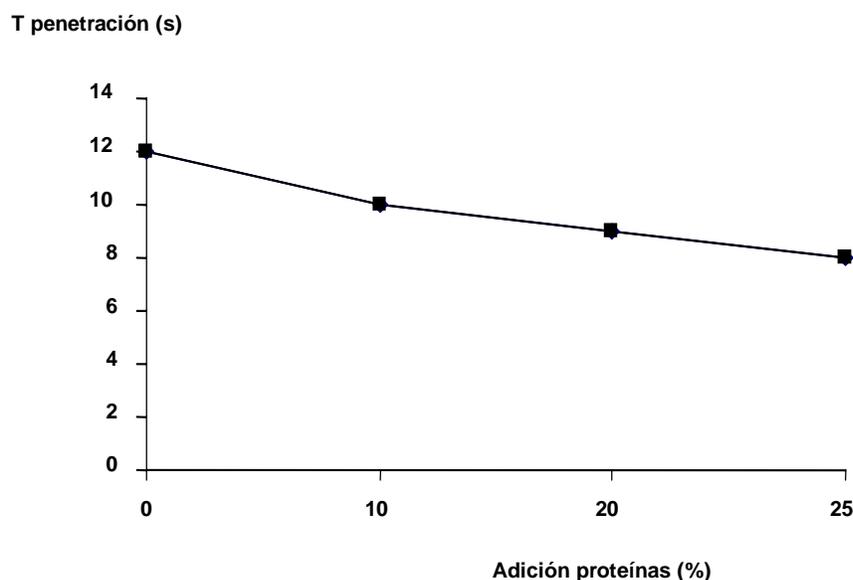
**Tabla 4. Velocidad de desuere en mL/h del yogur durante 7 h**

Tipo yogur	Tiempo de desuere (h)									Volumen total de suero (mL)	
	0,03 0	0,03 7	0,04 6	0,04 9	0,05 5	0,25	2	7	Media	S	
Control	307	249	200	188	168	36,8	4,6	1,3	51	1	
10 %	0	247	199	187	167	36,6	4,6	1,3	48	1	
20 %	0	0	0	185	165	36,3	4,5	1,3	45	1	
25 %	0	0	0	184	164	36,2	4,5	1,3	44	1	

0 = significa que no ha comenzado el desuere  
 n = 12

La Fig. 1 expone la variación del tiempo de penetración en el yogur en función del porcentaje de adición del concentrado proteico. El incremento del porcentaje de adición del concentrado de proteínas disminuye el tiempo de penetración en el yogur, lo cual se corresponde con la disminución de la consistencia del mismo enriquecido. La adición del concentrado aunque aumenta ligeramente los sólidos y proteínas totales del yogur disminuye la proporción de caseínas que tienen un efecto positivo primordial sobre la consistencia de este.

Las variaciones de yogur enriquecido alcanzaron en la evaluación del aroma y el sabor una mayor calificación que el control. Sin embargo, el yogur enriquecido a 25 % obtuvo la menor puntuación (34 puntos) debido a que la alta adición del concentrado proteico atenúa o cambia el sabor característico del yogur. En lo que respecta a la consistencia los resultados coinciden con los obtenidos en las determinaciones con el penetrómetro, es decir una menor consistencia al incrementarse la adición del concentrado.



**Fig. 1. Tiempo penetración con el porcentaje de adición de proteínas.**

El control microbiológico demostró que el conteo de la flora contaminante (coliformes, hongos y levaduras) resultó negativo en todas las variantes de yogur. La Tabla 5 muestra los resultados de la evaluación sensorial. Las variantes de yogur enriquecido obtuvieron una pun-

tuación total superior a la del control con la única excepción del enriquecido a 25 %, el cual obtuvo una evaluación total de 85 %, la más alta puntuación (94 puntos) correspondió al enriquecido a 10 %.

**Tabla 5. Pruebas organolépticas del yogur**

Tipo de yogur		Evaluación total	Evaluación del aroma y el sabor	Evaluación de la consistencia
Control	Media	90 <sup>c</sup>	35 <sup>cd</sup>	35,2 <sup>ab</sup>
	S	2	1	0,8
10 %	Media	94 <sup>ab</sup>	36,8 <sup>b</sup>	35,0 <sup>b</sup>
	S	2	0,9	0,9
20 %	Media	93 <sup>b</sup>	37 <sup>ab</sup>	34,1 <sup>c</sup>
	S	2	1	0,8
25 %	Media	85 <sup>d</sup>	34 <sup>d</sup>	31 <sup>d</sup>
	S	3	1	1

Letras desiguales en una misma columna difieren ( $p \leq 0,05$ )  
n = 12

## CONCLUSIONES

La incorporación del concentrado de proteínas del suero en la elaboración de yogur modifica favorablemente parámetros tecnológicos del proceso como son la disminución de los tiempos de coagulación y de incubación a 45 °C. Se logra una mayor concentración en sólidos, así como mayor retención de suero, aunque disminuye la consistencia del producto. La evaluación sensorial se mejora hasta 20 % de adición de concentrado, aunque el mejor resultado correspondió a 10 % de adición.

## REFERENCIAS

- Zarate, E. Propiedades funcionales de las proteínas del suero lácteo (tesis de Maestría. ENCB-DGIA. IPN México D.F.) 1987.
- Saederup, P. Whey Industrialisation, Danish Dairy Industry, 10, 1, 1984.
- Early, R. Tecnología de los Productos Lácteos. Zaragoza, Ed. Acribia, 2000.
- MTP. Elaboración de yogur de leche de vaca. Vicedirección de Lácteos. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, Cuba, 1997.
- NC 78 08 99 (1999). *Leche y sus derivados. Determinación de sólidos totales*. Cuba.
- NC 78 11 12 (1983). *Leche y sus derivados. Determinación de proteínas. Método de Kjeldahl*. Cuba.
- NC 78 11 11 (1983). *Leche y sus derivados. Determinación de grasa. Método de Rose Gotlieb*. Cuba.
- NC 71: 2000. *Leche. Determinación de acidez*. Cuba.
- NC 78-11-03-83 (1983). *Leche. Método de ensayo. Determinación del pH*. Cuba.
- NC: ISO 4832:2002. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía General para la enumeración de los coliformes. Técnica de placa vertida*. Cuba.
- NC: ISO 7954: 1987. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía General para la enumeración de levaduras y mohos. Técnica de placa vertida a 25 °C*. Cuba.
- Instrucción SCC 21301-01-2001. Procesos analíticos para la evaluación sensorial de productos de la industria láctea. Cuba.