

## **Estudio de la termoestabilidad de la leche descremada en polvo empleada en la elaboración de leche evaporada. I. Efecto del tipo de agua empleada en la reconstitución de la leche descremada en polvo**

M. DEL C. CABRERA SANTOS, O. ORTEGA, J. A. GRANADILLO,  
Y E. REAL DEL SOL

*Lab. de Tecnología Láctea, Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Ciudad de la Habana, Cuba*

*Recibido: 15 de diciembre de 1981*

**ABSTRACT.** Influencing of water type used in reconstitution of skim-milk powder for evaporated milk production was studied by three indirects methods. It was determined that the skim-milks powders reconstituted with soft water own greatest stability and it were greater than the mixture skim-milk - potable water index. Skim-milks powders reconstituted with soft water have a thermic stability in the category of high thermic resistance according to Granadillo-Mitjans classification.

**RESUMEN.** Se estudió la influencia del tipo de agua empleado en la reconstitución de la leche descremada en polvo destinada a la producción de leche evaporada sobre la estabilidad térmica evaluada por tres métodos indirectos. Se determinó que la mayor estabilidad la poseen las leches descremadas en polvo reconstituidas con agua suavizada siendo su índice significativamente superior al obtenido cuando se empleó agua potable. Las leches reconstituidas con agua suavizada poseen un índice de estabilidad térmica que las sitúa en la categoría de alta resistencia térmica según la clasificación de Granadillo-Mitjans.

### **INTRODUCCION**

En la producción de leche evaporada suelen presentarse problemas de naturaleza química, microbiológica y físico-química que repercuten en su calidad, siendo los defectos más frecuentes el espesamiento durante el almacenamiento y la floculación.

La leche evaporada es un producto concentrado por desecación parcial de la leche.

Los efectos de la concentración sobre el equilibrio salino de la leche se caracterizan, esencialmente, por la insolubilización de los fosfatos y citratos de calcio y un ligero descenso en el pH que conduce a cierta solubilización de las sales coloidales<sup>1</sup>.

Con el objetivo de ubicar las posibles causas de la desestabilización de la leche evaporada, se estudió, entre otros, la influencia de la calidad del agua empleada en la reconstitución de la leche descremada en polvo en uno de los Combinados productores del país.

### MATERIALES Y METODOS

Se evaluó la estabilidad térmica de seis lotes de leche descremada en polvo (LDP) de diferentes procedencias (dos francesas, dos alemanas, una belga y una inglesa) almacenadas en condiciones industriales.

Con este objetivo, se utilizaron tres tipos de agua en la reconstitución de la LDP: agua desionizada, agua potable y suavizada procedentes del Combinado en cuestión.

Las leches reconstituidas al 9% de sólidos totales (p/v) fueron sometidas a tres pruebas indirectas de determinación de estabilidad térmica, dos cualitativas: prueba del alcohol de 72° GL y prueba del fosfato monopotásico, ambas de uso tradicional en la industria de leches concentradas<sup>2,3</sup>, y la prueba cuantitativa del alcohol modificada por Granadillo y cols.<sup>4</sup>.

*Prueba del alcohol modificada.* Consiste en la titulación con alcohol de 95° GL de un volumen de 5 mililitros de leche cruda hasta la aparición de pequeños grumos y en la determinación del denominado Índice de estabilidad térmica (I) definido como la relación entre el volumen de alcohol de 95° GL empleado en la valoración y el volumen de leche.

Este índice permite evaluar cuantitativamente en que magnitud una leche es más resistente al alcohol y por tanto al calentamiento que otra.

Valores de I superiores a 1,6 indican leches con elevada resistencia térmica; entre 1,0 y 1,6 de resistencia media y menores de 1,0 de baja estabilidad térmica.

La evaluación del grado de polimerización (aparición de grumos) se efectuó visualmente tomando como criterio la escala siguiente:

## Puntuación

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| 5 | No coagulación (Signo —)       |
| 4 | Coagulación dudosa (Signo +)   |
| 3 | Coagulación leve (Signo +)     |
| 2 | Coagulación evidente (Signo +) |
| 1 | Coagulación masiva (Signo +)   |

El pH fue medido mediante un Potenciómetro Metrohm modelo E-510.

El contenido de calcio y magnesio fue determinado mediante espectroscopia de absorción atómica utilizando un espectrofotómetro Pye-Unicam Modelo SP-1900.

## RESULTADOS

En la Tabla I, se resumen los resultados de la evaluación de la aptitud de los lotes de leche descremada en polvo, reconstituida con agua desionizada para ser sometidas al proceso industrial de fabricación de leche evaporada mediante la información que brindan las pruebas cualitativas del alcohol de 72° GL y la prueba del fosfato monopotásico.

Como puede observarse, en esta tabla todas las LDP respondieron negativamente ante los dos índices, lo que en la práctica se traduce como que poseen buena aptitud térmica.

El comportamiento de las LDP al ser reconstituidas con agua potable y suavizada fue similar al mostrado en la Tabla I.

Con el objetivo de evaluar cuantitativamente la estabilidad térmica de las LDP, las leches fueron reconstituidas con agua desionizada, potable y suavizada aplicándose la prueba del alcohol modificada.

El Gráf. 1, muestra los valores del índice de estabilidad térmica de los seis lotes de LDP reconstituidas con los tres tipos de agua. En el mismo, se observa una tendencia a aumentar el índice de estabilidad térmica cuando se emplea agua potable y suavizada en la reconstitución.

El incremento del índice de estabilidad térmica de la LDP reconstituida con agua potable, no fue significativamente superior a cuando éstas fueron reconstituidas con agua desionizada con excepción de la LDP F-III y LDP RFA-II, cuyos incrementos fueron de 12,2 y 4,2% respectivamente.

TABLA I

*Comportamiento de leches descremadas en polvo (LDP) reconstituidas con agua desionizada frente a las pruebas del fosfato monopotásico y alcohol de 72° GL*

| Lote de leche descremada en polvo (LDP) |     |            |     |         |     |       |     |      |     |       |     |        |     |
|---|-----|------------|-----|---------|-----|-------|-----|------|-----|-------|-----|--------|-----|
| Francia III                             |     | Francia II |     | Inglesa |     | Belga |     | REA  |     | RFA I |     | RFA II |     |
| pH                                      | F A | pH         | F A | pH      | F A | pH    | F A | pH   | F A | pH    | F A | pH     | F A |
| 6,60                                    | —   | 6,60       | —   | 6,69    | —   | 6,68  | —   | 6,65 | —   | 6,69  | —   | 6,69   | —   |
| 6,60                                    | —   | 6,60       | —   | 6,69    | —   | 6,68  | —   | 6,65 | —   | 6,69  | —   | 6,69   | —   |
| 6,60                                    | —   | 6,65       | —   | 6,62    | —   | 6,60  | —   | 6,65 | —   | 6,60  | —   | 6,60   | —   |
| 6,60                                    | —   | 6,65       | —   | 6,62    | —   | 6,60  | —   | 6,65 | —   | 6,60  | —   | 6,60   | —   |
| 6,75                                    | —   | 6,65       | —   | 6,69    | —   | 6,69  | —   | 6,69 | —   | 6,69  | —   | 6,68   | —   |
| 6,75                                    | —   | 6,65       | —   | 6,69    | —   | 6,69  | —   | 6,69 | —   | 6,69  | —   | 6,68   | —   |
| $\bar{x}$ 6,65                          | —   | 6,63       | —   | 6,67    | —   | 6,66  | —   | 6,66 | —   | 6,66  | —   | 6,66   | —   |
| S 0,01                                  | —   | 0,03       | —   | 0,03    | —   | 0,04  | —   | 0,02 | —   | 0,04  | —   | 0,04   | —   |

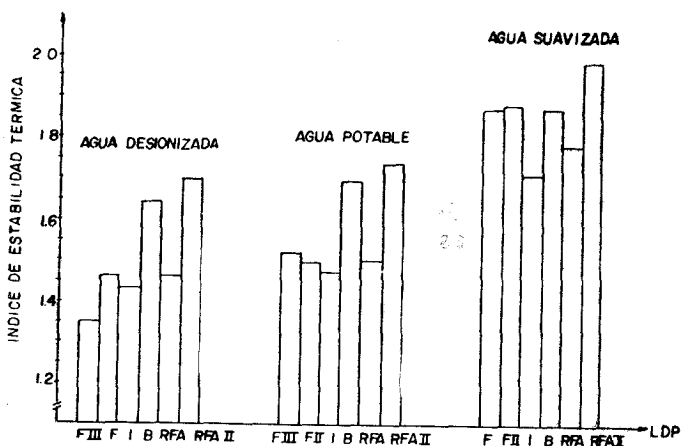
$\bar{x}$  — Media aritmética.

F — Prueba del Fosfato monopotásico.

S — Desviación Standard.

A — Prueba del alcohol de 72° GL.

Sin embargo, el empleo del agua suavizada en la reconstitución produjo incrementos significativos del índice de estabilidad térmica, tanto con relación al agua desionizada como al agua potable.



Gráf. 1. Influencia del tipo de agua empleado en la reconstitución sobre la estabilidad térmica de la leche descremada en polvo.

F — III — Francia III

B — Belga

F — II — Francia II

RFA — República Federal Alemana

I — Inglesa

RFA — II República Federal Alemana II

El mayor índice de estabilidad, lo alcanzó la LDP RFA-II con un índice de estabilidad térmica de 1,67 reconstituida con agua desionizada, con un incremento máximo de 19,1% al ser reconstituida con agua suavizada.

La estabilidad de la LDP F-III reconstituida con agua suavizada fue 29 y 45% superior a su homóloga con agua potable y desionizada respectivamente.

## DISCUSION

Las determinaciones de estabilidad térmica, basadas en la adición de alcohol de diferentes grados, se fundamenta en su acción deshidratante sobre las micelas de fosfocaseinato de calcio provocando su polimerización, proceso que depende de la concentración de iones calcio y magnesio<sup>5</sup>.

La experiencia ha demostrado que existe un paralelismo entre el comportamiento de la leche cruda ante la prueba del alcohol y su estabilidad al calor, de modo que leches con una elevada resistencia al alcohol son estables al tratamiento térmico a que es sometida durante la concentración y esterilización<sup>6</sup>.

Los resultados reportados en nuestro trabajo muestran la efectividad de la prueba del alcohol modificada por Granadillo y cols.<sup>4</sup>, y sus ventajas sobre las pruebas cualitativas del fosfato monopotásico y del alcohol de 72° GL debido a que, aunque ambas pruebas cualitativas nos permiten evaluar preliminarmente que las LDP no son las causantes de la desestabilización de las mezclas LDP-leche fresca, no permiten evaluar la estabilidad térmica de una LDP con relación a otra ni la influencia del agua empleada en la reconstitución.

Aunque la concentración de calcio y magnesio de las aguas potables y suavizada objeto de estudio fueron diferentes estadísticamente y la concentración de estos cationes en el agua suavizada fue menor que en el agua potable, lo cual, es un factor favorable a la estabilidad térmica de la leche reconstituida con este tipo de agua, consideramos que la superior estabilidad térmica encontrada en las LDP reconstituidas con agua suavizada con relación a las aguas desionizada y potable, se debe al establecimiento de nuevos equilibrios salinos entre las fases solubles y coloidal de la leche y en los cuales el calcio y el magnesio están asociados de modo tal que favorecen la estabilidad térmica.

Aunque la relación entre la composición mineral de la leche y su estabilidad térmica ha sido ampliamente estudiado, existen algunos aspectos que no han sido totalmente esclarecidos.

Sommer y Mart, 1923 (citados por Webb<sup>6</sup>), probaron que un balance crítico entre los componentes salinos naturales de la leche es necesario para una estabilidad térmica máxima. En la mayoría de los casos, la inadecuada resistencia térmica de la leche está relacionada con un exceso de calcio y magnesio.

En general, podemos afirmar, que las LDP reconstituidas con agua potable tal como es la práctica industrial, tienen un índice de estabilidad térmica que las sitúa en la clasificación de resistencia térmica media, en tanto, que al ser reconstituida con agua suavizada su índice se eleva a valores superiores a 1,6, siendo por tanto su estabilidad térmica alta.

## CONCLUSIONES

La calidad del agua empleada en la reconstitución de la LDP influye en la estabilidad térmica de la leche descremada en polvo que va a ser sometida al proceso de concentración en la producción de leche evaporada.

La utilización de agua suavizada sitúa el índice de estabilidad térmica de todas las LDP estudiadas en valores superiores a 1,6.

El índice de estabilidad de la LDP-agua desionizada es menor que el índice de estabilidad de la LDP-agua potable y a su vez menor que el correspondiente a la LDP-agua suavizada.

Los lotes de LDP estudiados poseen, independientemente del tipo de agua empleada en la reconstitución, un valor del índice de estabilidad térmica que las sitúa en el rango de resistencia térmica alta a resistencia térmica media según la clasificación de Granadillo y cols.<sup>4</sup>

## REFERENCIAS

1. VEISSEYRE R. *Technologie du lait, La maison rustique*, Paris, 293, 1975.
2. DAHLBERG A. O. AND GARNER H. S. *U.S. Dept. Agri Bull.*, 944, 1921.
3. RAMSDELL G. A., JOHNSON W. T., JR, AND EVANS F. R. *J. Dairy Sci.* 14, 93, 1931.
4. GRANADILLO J. A., ORTEGA O., MITJANS R., CABRERA M. C. Y REAL E. III Conferencia Científica de la Univ. de La Habana, nov. 1981.
5. KIRCHMEIER O. *Milwissenschaft*, 24, 336, 1969.
6. WEBB B. H. AND JOHNSON A. H. *Fundamentals of Dairy Chemistry*. The AVI Publishing Company, INC, Connecticut, Cap. 11, 569-72, 1965.