

## Estudio de la estabilidad térmica de la LDP. VI. Efecto de la mezcla tripolifosfato pentasódico-citrato trisódico

M. DEL C. CABRERA, O. ORTEGA Y J.A. GRANADILLO

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

*Recibido: 25 de mayo de 1984*

**ABSTRACT.** It was determined the stabilizer effect of the mixture sodium tripoliphosphate-trisodium citrate on the thermic stability of skim-milk powder (SMP) by application of a factorial plan  $2^3$  where the independent variables were the concentration of sodium tripoliphosphate, trisodium citrate and the thermic stability index of SMP. The dependent variable was the thermic stability index of the mixture milk-salts. The range of concentration studied was 0,02 at 0,10 % for both salts and the stability index was 1,17 at 1,47. According to the results obtained in this work it is possible to affirm that the increase of the salts concentration involves the increase of thermic stability of milk. The greatest stabilizer power corresponds to sodium tripoliphosphate. It was obtained the following expression for determining the thermic stability index of milk:

$$I_F = 0,15 + 7 T + 4,25 C + 0,8 I_L$$

where:

$I_F$  = thermic stability index of the mixture milk-salts

T = concentration of sodium tripoliphosphate

C = concentration of trisodium citrate

$I_L$  = thermic stability index of milk.

**RESUMEN.** Se determinó el efecto estabilizante de la mezcla tripolifosfato de sodio-citrato trisódico sobre la estabilidad térmica de la leche descremada en polvo (LDP) mediante la aplicación de un plan factorial  $2^3$  donde las variables independientes fueron las concentraciones de tripolifosfato de sodio y citrato trisódico y el índice de estabilidad térmica de la LDP. La variable dependiente fue el índice de estabilidad térmica de la mezcla leche-sales. El rango de concentración estudiado fue de 0,02 a 0,10 % para ambas sales y el índice de estabilidad de 1,17 a 1,14. De acuerdo a los resultados obtenidos es posible afirmar que el incremento de la concentración de sales implica un aumento de la estabilidad térmica de la leche. El mayor poder estabilizante corresponde al tripolifosfato de sodio. Se obtuvo la expresión de cálculo siguiente para determinar el índice de estabilidad térmica de la leche:

$$I_F = 0,15 + 7 T + 4,25 C + 0,8 I_L$$

donde:

$I_F$  = índice de estabilidad térmica de la mezcla leche-sales

T = concentración de tripolifosfato de sodio

C = concentración de citrato trisódico

$I_L$  = índice de estabilidad térmica de la leche.

### INTRODUCCION

La leche descremada en polvo constituye una de las materias primas en la producción de leche evaporada.

En la industria está establecida la adición de sales estabilizadoras siendo las de uso habitual las mezclas de fosfato disódico y citrato trisódico.

Estudios recientes han demostrado las posibilidades de utilización de los polifosfatos<sup>1</sup> por su poder estabilizante contra la coagulación térmica.

Este trabajo se refiere al estudio de la influencia del tripolifosfato de sodio en combinación con el citrato de sodio sobre la estabilidad térmica de la LDP de importación empleada en Cuba en la producción de leche concentrada estéril.

### MATERIALES Y METODOS

Fueron empleadas 2 leches descremadas en polvo (LDP) de importación; una de alta estabilidad térmica y otra con un índice de estabilidad inferior al valor mínimo encontrado para que una leche sea apta para la producción de leche evaporada<sup>2</sup>.

Las LDP fueron reconstituidas al 9 % (p/v) con agua destilada y mantenidas en reposo durante 45 min. A las mismas se les adicionaron volúmenes variables de soluciones al 10 % de tripolifosfato pentasódico pH 8,5 y citrato trisódico pH 8,2 siendo agitadas durante 10 min y mantenidas 15 min en reposo.

La adición de las sales se realizó según un diseño estadístico de un plan factorial 2<sup>3</sup> donde las variables independientes fueron la concentración de tripolifosfato de sodio y de citrato de sodio y la estabilidad térmica de la LDP, mientras que la variable dependiente fue el índice de estabilidad de la mezcla leche-sales.

La matriz del plan factorial fue la siguiente:

	$X_1$	$X_2$	$X_3$
D =	-1 (0,02)	-1 (0,02)	-1 (1,17)
	1 (0,10)	-1	-1
	-1	1 (0,10)	-1
	1	1	-1
	-1	-1	1 (1,47)
	1	-1	1
	-1	1	1
	1	1	1

donde:

$X_1$  — concentración de tripolifosfato pentasódico

$X_2$  — concentración de citrato trisódico

$X_3$  — índice de estabilidad térmica de la leche descremada en polvo

Los coeficientes del polinomio fueron hallados mediante la aplicación de la expresión:

$$B = (X'X)^{-1} X'Y$$

donde:

Y — matriz de los resultados experimentales

X — matriz de las variables independientes

La estabilidad térmica se determinó mediante la metodología de Granadillo y col.<sup>2</sup>.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla I se muestran los resultados de las corridas del plan 2<sup>3</sup>.

TABLA I

*Corridas experimentales y matriz de resultados del plan factorial 2<sup>3</sup>*

$X_1$ Concentración (T) (%)	$X_2$ Concentración (C) (%)	$X_3$ Estabilidad ( $I_T$ ) térmica de la LDP	Índice Estabilidad Leche-sales
0,02	0,02	1,17	1,28
0,10	0,02	1,17	1,63
0,02	0,10	1,17	1,49
0,10	0,10	1,17	2,04
0,02	0,02	1,47	1,41
0,10	0,02	1,47	2,08
0,02	0,10	1,47	1,78
0,10	0,10	1,47	2,41

T — Tripolifosfato pentasódico

C — Citrato trisódico

La varianza del error puro obtenida por repetición en cada punto del plan fue:

$$S_{pe}^2 = 0,00116$$

El análisis de significación de los coeficientes calculados (según Test de Fisher) demostró que sólo las variables  $X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$  resultaron significativas quedando el polinomio en función de las variables codificadas como sigue:

$$Y = 1,77 + 0,28 X_1 + 0,17 X_2 + 0,12 X_3 \quad (1)$$

Descodificando las variables de acuerdo a las expresiones

$$X_1 = \frac{T - 0,06}{0,04} \quad X_2 = \frac{C - 0,06}{0,04} \quad X_3 = \frac{I_L - 1,32}{0,15}$$

el polinomio queda:

$$I_F = 0,15 + 7 T + 4,25 C + 0,8 I_L \quad (2)$$

donde:

$I_F$  = estabilidad térmica de la mezcla leche-sales

T = concentración de tripolifosfato pentasódico

C = concentración de citrato trisódico

$I_L$  = índice de estabilidad térmica de la leche descremada en polvo

## DISCUSION

De los resultados de la Tabla I y las expresiones (1) y (2) se observa que el incremento en la concentración de las sales ocasiona un aumento en el índice de estabilidad térmica.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Ortega y col.<sup>3</sup> y Cabrera y col.<sup>4</sup> para las sales de citrato trisódico y tripolifosfato pentasódico respectivamente.

Según se observa en la Tabla II los valores del índice de estabilidad obtenidos con la combinación de ambas sales resultan inferiores a los correspondientes al uso del tripolifosfato pentasódico individualmente. En el caso del citrato trisódico aunque se observa la misma tendencia, las diferencias no son significativas cuando predomina el tripolifosfato (T = 0,10 % y C = 0,02 %).

TABLA II

*Indices de estabilidad mediante la combinación de sales*

	Concentración (%)			
	0,02	0,04	0,10	0,12
T		1,58**		2,36**
C	1,64*	1,72*	1,96*	2,07*
T + C	—	1,41	—	1,78b 2,08a

\* — Ortega y col.<sup>3</sup>

\*\* — Cabrera y col.<sup>4</sup>

a — predominio de T

b — predominio de C

T — Tripolifosfato pentasódico

C — Citrato trisódico

Para la concentración de 0,04 % se observa un efecto significativamente mayor de la sal citrato trisódico que de su mezcla con el tripolifosfato pentasódico.

Este comportamiento sugiere que los mecanismos de interacción de ambas sales sobre las proteínas no conllevan a una suma del poder estabilizante de las sales individuales.

### CONCLUSIONES

La mezcla de sales tripolifosfato pentasódico y citrato trisódico ejercen un efecto estabilizante sobre la LDP reconstituida alcanzando un valor del índice de estabilidad adecuado para la elaboración de leche evaporada a partir de la concentración de 0,04 % .

Según los resultados del diseño factorial empleado se le atribuye un mayor poder estabilizante a la sal de tripolifosfato pentasódico.

Se obtuvo una expresión de cálculo que permite determinar el índice de estabilidad de las LDP en el rango estudiado de las variables independientes.

### REFERENCIAS

1. LEVINTON A., HOWARD A. A., HAROLD E. Y. AND JAMES H. V. *Journal of Dairy Sci.*, 46, 310, 1963.
2. GRANADILLO J. A., MITJANS R. P., ORTEGA O., CABRERA M. DEL C. Y REAL DEL SOL E. M. III Jornada Científica de la Universidad de La Habana, 1981.
3. ORTEGA O., CABRERA M. DEL C., GRANADILLO J. A., MITJANS R. P. Y REAL DEL SOL E. M. III Jornada Científica de la Universidad de La Habana, 1981.
4. CABRERA M. DEL C., ORTEGA O. Y GRANADILLO J. A. VIII Seminario Científico CENIC, Dic., 1982.