

MERCOFRIO 2000 - CONGRESSO DE AR CONDICIONADO, REFRIGERAÇÃO, AQUECIMENTO E VENTILAÇÃO DO MERCOSUL

EFFECTO DEL PROCESO DE CONGELAMIENTO-DESCONGELAMIENTO SOBRE LAS CARACTERISTICAS REOLOGICAS DE QUESOS BLANDOS ARGENTINOS

Enrique J. Mammarella – ejoma@unl.edu.ar

Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (Universidad Nacional del Litoral – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas)

Güemes 3450 – (3000) Santa Fe, República Argentina

Daniel A. De Piante Vicín – depiante@intec.unl.edu.ar

Amelia C. Rubiolo – arubiolo@intec.unl.edu.ar

***Resumen.** En este trabajo se estudia el congelamiento de quesos Cuartirolo y Port Salut como un procedimiento para regular la maduración. Unidades enteras de estos quesos se congelaron hasta que el centro de las mismas alcanzó la temperatura de -18°C en una cámara con o sin circulación de aire a -20°C ó -30°C , se mantuvieron congeladas a -18°C por períodos de 1, 15, 30 y 75 días y fueron descongeladas en una cámara a 4°C sin circulación de aire. A esta temperatura se realizaron los ensayos de relajación de muestras sometidas a la compresión uniaxial para comparar los resultados obtenidos, con el comportamiento de muestras sin congelar a distintos tiempos de maduración. Del análisis de los resultados obtenidos puede observarse que durante el proceso de congelación y almacenamiento a -18°C se detiene casi totalmente el proceso de maduración en los quesos, restableciéndose inmediatamente al descongelarse. La estructura del queso mostró sustancialmente las mismas características reológicas antes y después de la congelación a las distintas condiciones de la cámara, presentando en todos los casos el comportamiento viscoelástico de los quesos blandos.*

***Palabras-claves:** Queso, Congelamiento, Maduración, Reología, Compresión-Relajación*

1. INTRODUCCION

Las características de las distintas variedades de quesos son el resultado de las etapas involucradas en su elaboración: coagulación, desuerado, moldeado, prensado, salado y maduración. Sin embargo, los procesos bioquímicos más relevantes que comprenden la transformación de las grasas en ácidos grasos libres y la hidrólisis de las caseínas, y que producen el color, textura, aroma y sabor característicos de cada variedad, tienen lugar durante la maduración.

En nuestro país, la mayor producción de queso está concentrada en los quesos blandos (Cremoso Argentino, Cuartirolo Argentino, Port Salut Argentino). En estos quesos que poseen un corto período de maduración (20 a 30 días), la principal transformación bioquímica que se produce es la proteólisis de las fracciones de las caseínas. Al ser el queso un producto bioquímicamente dinámico, si la maduración se prolonga más allá de lo establecido, las transformaciones bioquímicas continúan, produciéndose alteraciones no deseadas en los parámetros característicos.

Hasta la fecha, la conservación de los quesos blandos se realiza en una cámara a 4°C , y si

bien a esa temperatura disminuye la actividad de las enzimas, el proceso de maduración continúa, confiriendo al queso un período de vida reducido. Por este motivo, para extender el período de vida del queso, resulta conveniente analizar otros procesos que permitan detener o minimizar la maduración, sin inactivar las enzimas.

El congelamiento es uno de los procesos de conservación de gran aplicación para prolongar el tiempo de estabilidad del alimento y poder consumirlo con la menor variación posible respecto del producto original. Los equipos industriales de congelación deben permitir que se logren las condiciones que requiere el proceso a fin de obtener productos de óptima calidad y minimizar las alteraciones en las características del alimento. En tal sentido, la variable más importante es la velocidad de congelación y/o descongelación, que varía con la metodología empleada y determina el tiempo de residencia de los alimentos en los equipos y los cambios a sufrir en el sistema.

Por otra parte, la calidad luego del congelamiento-almacenamiento-descongelamiento depende en gran medida de la naturaleza del producto, dado que la formación de hielo favorece la separación e influye en la distribución de los componentes, lo que al descongelarse se manifiesta en una variación de la textura del producto.

Los alimentos sólidos tienen un comportamiento viscoelástico, por lo que las propiedades texturales se pueden relacionar con sus propiedades mecánicas y analizarse mediante ensayos de relajación por esfuerzos de compresión uniaxial.

En el caso de los quesos blandos, este comportamiento viscoelástico característico de los sólidos deformables se va modificando con la maduración y a medida que avanza la proteólisis de las caseínas, se transforma en un comportamiento más parecido al de una pasta (fluido).

Por tal razón, en este trabajo se estudió la influencia del proceso de congelamiento-descongelamiento a diferentes condiciones de operación, sobre las propiedades texturales de quesos Cuartirolo y Port Salut argentinos, comparando su comportamiento reológico con el de muestras testigos no sometidas a dicho proceso.

2. MATERIALES Y METODOS

Para los ensayos se emplearon 12 unidades enteras de quesos Cuartirolo y Port Salut respectivamente, de diferentes tiempos de maduración. Dos quesos de cada tipo se utilizaron como control para determinar los valores fisicoquímicos y reológicos iniciales y a los 30 días de maduración de muestras que tienen un proceso normal de maduración, mientras que los otros diez fueron congelados hasta que el centro de los mismos alcanzó la temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en una cámara de congelamiento a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, con y sin circulación forzada de aire. Estas muestras fueron mantenidas congeladas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ por períodos de 1, 15, 30 o 75 días, fueron descongeladas en una cámara a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ sin circulación forzada de aire, y luego fueron inmediatamente analizadas o se mantuvieron refrigeradas a esta temperatura que permite continuar con la maduración y luego llevar a cabo los estudios.

Para identificar las muestras se utilizó un sistema de codificación que utiliza letras y números, separados por guiones. Como primera clave se utilizaron las letras C para el queso Cuartirolo y PS para el Port Salut, a continuación se expresa el tratamiento de la muestra con las letras SC para el queso sin congelar y C para el congelado, seguido en este caso por las condiciones de la cámara, que se expresan con el valor de la temperatura (-20 o -30) y el empleo de circulación (S/V o C/V), y luego se emplea la letra A seguida de un número para expresar los días que se mantuvo almacenado congelado a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Por último, para los quesos en que se continuó con la maduración, se utiliza la letra M seguida de un número para expresar los días que se mantuvo en esa condición. Por ejemplo, la muestra identificada como C-C-30S/V-A1-M30 corresponde a un queso Cuartirolo congelado a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en una cámara a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ sin circulación forzada de aire, almacenado 1 día, descongelado y madurado a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$

durante 30 días. Cuando no se especifica el tipo de quesos, corresponde a ambos.

Se analizaron las características de los quesos indicando: humedad, proteína total y materia grasa. Además, se comparó la maduración de los quesos analizando la cantidad de proteína soluble en agua y el coeficiente de maduración, y se determinó la pérdida por diferencia de peso de las muestras antes de la congelación y luego de la descongelación.

Los análisis fisicoquímicos fueron realizados por duplicado según técnicas estándares (Zorrilla & Rubiolo, 1991). El contenido de humedad se determinó utilizando un equipo de microondas CEM AVC 80; las proteínas mediante la determinación de nitrógeno en un equipo Kjeldhal Büchi 342 con unidad de destilación y titulador automático, y el índice de maduración por la determinación de nitrógeno total y nitrógeno soluble (Kuchroo & Fox, 1982). Las muestras para todos los ensayos se tomaron en la zona central del queso a 2 cm del centro, sobre la superficie mayor. Inicialmente se determinó el contenido de grasas por el método de Roose Gotlieb sugerido por la Standard International Dairy Federation (SA: 1961).

Los ensayos reológicos de compresión y relajación para porcentajes de deformación del 75 y 60 % se realizaron por duplicado sobre muestras cúbicas de 2,5 cm de lado, utilizando una máquina universal de ensayos Shimadzu DSS-10TS a una velocidad de compresión de 10 mm/minuto con una celda de carga de 5 kg. El tiempo total de ensayo fue de 10 minutos con un tiempo de relajación no menor a 8 minutos. Los datos fueron adquiridos en forma automática cada 0,5 segundos con una computadora personal, a través de la salida analógica de la máquina universal de ensayos y luego analizados con un software desarrollado al efecto.

Para completar el estudio se analizó, mediante la observación visual, la uniformidad de la masa, suavidad y pérdida de líquido, y se utilizaron técnicas adecuadas de micrografía para observar al microscopio electrónico las muestras de quesos. Para este último caso, se trataron las muestras (4 mm x 4 mm x 2 mm) con glutaraldehído al 1,4% durante 15 minutos para fijar las proteínas, desgrasándolas posteriormente con cloroformo (6 lavadas de 10 minutos cada una). Finalmente, las muestras fueron liofilizadas y finalmente recubiertas con una fina capa de oro para hacerlas electrónicamente visibles (Delgado & Rubiolo, 1994).

3. RESULTADOS

Los resultados de los ensayos fisicoquímicos de los quesos que se presentan en la Tabla 1 muestran una elevada uniformidad en la composición, pudiéndose observar que durante la congelación y almacenamiento a -18°C no se producen cambios importantes en las variables fisicoquímicas. Al mismo tiempo, los resultados de los ensayos de maduración que se presentan en la Tabla 2 indica que durante la congelación se detiene casi por completo la maduración, la cual se reanuda casi sin alteraciones cuando se produce el descongelamiento.

Tabla 1. Composición media de los quesos

Queso	Proteína Total (%)	Grasa (%)	Humedad (%)
Cuartirolo sin congelar	$21,0 \pm 0,5$	$22,7 \pm 0,2$	50 ± 1
Port Salut sin congelar	$20,0 \pm 0,5$	$22,4 \pm 0,2$	50 ± 1
Cuartirolo congelado	20 ± 1	$22,7 \pm 0,3$	51 ± 1
Port Salut congelado	19 ± 1	$22,4 \pm 0,2$	51 ± 1

Por otra parte, la pérdida de peso en el descongelamiento no fue significativa (menos del 0,4 % para los quesos Cuartirolos y del 0,2 % para los Port Salut), no observándose formación de espacios acuosos en los envases plásticos que recubren la superficie de los quesos.

Tabla 2. Ensayos de maduración de los quesos

Muestra	Coefficiente de maduración
C-SC	13,37
C-C-30C/V-A15	14,39
C-C-30C/V-A75	14,64
C-C-30C/V-A1-M15	17,67
C-SC-M30	20,16
C-C-30S/V-A1-M30	19,86
C-C-30C/V-A30-M45	32,73
PS-SC	11,40
PS-C-30C/V-A15	14,37
PS-C-30C/V-A75	14,81
PS-C-30C/V-A1-M15	16,85
PS-SC-M30	18,51
PS-C-30S/V-A1-M30	17,29
PS-C-30C/V-A30-M45	28,47

En los ensayos reológicos de compresión y relajación realizados a los quesos sometidos a los distintos procesos, se obtuvieron las curvas características que se observan en la Fig. 1, y que representan la evolución de las muestras codificadas como C-SC (azul), C-SC-M30 (rojo), C-C-30S/V-A1 (verde), C-C-30S/V-A1-M30 (gris) y C-C-30S/V-A75 (negro) para un porcentaje de deformación del 75 %.

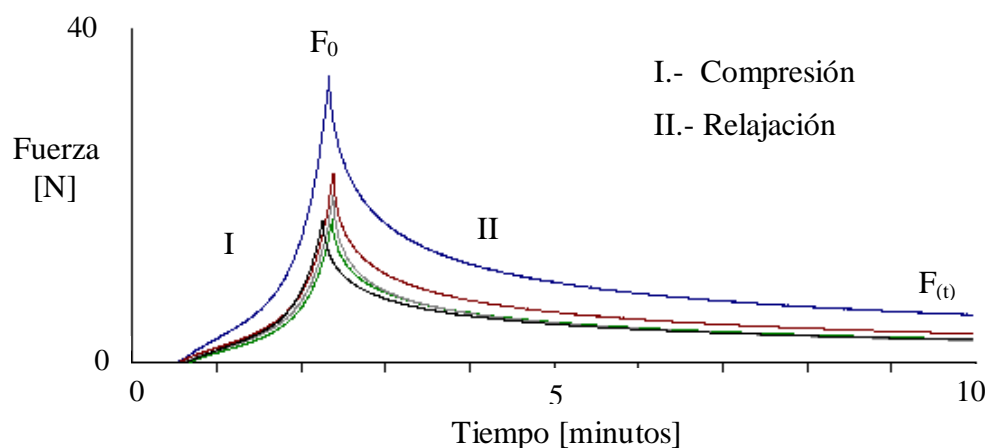


Figura 1- Curvas características de compresión relajación para el queso Cuartirolo.

Con todos los parámetros obtenidos en cada ensayo reológico conforme a las curvas características para cada queso, se confeccionó la Tabla 3. La tensión aparente se obtiene dividiendo la fuerza por el área inicial, mientras que la tensión verdadera se obtiene considerando el incremento del área por la deformación. El queso Port Salut mostró una mayor resistencia a la compresión por lo cual se disminuyó el porcentaje de deformación para evitar la rotura. Se observa que los valores cambian muy poco con la congelación, cualquiera sea la forma en que se produzca ésta y casi no varían en el almacenamiento, así los quesos C-SC, C-C-30C/V-A1, C-C-30S/V-A1, C-C-20C/V-A15, C-C-30C/V-A15, C-C-30C/V-A75 y C-C-30S/V-A75 presentan características reológicas muy similares entre sí, al igual que los quesos PS-SC, PS-C-30C/V-A1, PS-C-30S/V-A1, PS-C-20C/V-A15, PS-C-

30C/V-A15, PS-C-30C/V-A75 y PS-C-30S/V-A75. En estos casos, tanto la tensión de compresión como la fuerza remanente de relajación indican que las condiciones viscoelásticas del material se mantuvieron y se corresponden con las de un queso sólido sin que haya variación de la estructura por la maduración.

Tabla 3. Parámetros reológicos de los quesos

Muestra	Tensión máxima de compresión [10^4 Pa]		Fuerza remanente de relajación [N]	
	Aparente (verdadera)		75%	60%
C-SC	3,07	(0,77)		3,18
C-SC-M30	3,30	(0,88)		2,75
C-C-20C/V-A15	3,00	(0,74)		2,66
C-C-20S/V-A30-M45	0,91	(0,23)		1,10
C-C-30C/V-A1	2,01	(0,50)	0,49 (0,25)	1,17 - 0,54
C-C-30C/V-A1-M15	2,66	(0,65)		1,83
C-C-30C/V-A15	2,76	(0,69)		2,38
C-C-30C/V-A30-M45	1,07	(0,27)		1,36
C-C-30C/V-A75	2,70	(0,68)		2,71
C-C-30S/V-A1	2,64	(0,65)		2,28
C-C-30S/V-A1-M30	3,18	(0,80)	0,51 (0,25)	2,59 - 0,40
C-C-30S/V-A75	2,71	(0,68)		2,67
PS-SC	3,37	(0,94)		3,70
PS-SC-M30	5,67	(1,42)	1,66 (0,83)	4,43 - 2,38
PS-C-20C/V-A15			1,64 (0,67)	2,20
PS-C-20S/V-A30-M45			1,46 (0,58)	1,68
PS-C-30C/V-A1			0,73 (0,36)	1,06
PS-C-30C/V-A1-M15	2,83	(0,71)	0,51 (0,20)	2,32 - 1,39
PS-C-30C/V-A15	4,19	(1,05)	1,38 (0,55)	4,19 - 1,88
PS-C-30C/V-A30-M45			1,44 (0,45)	1,63
PS-C-30C/V-A75			1,92 (0,77)	2,49
PS-C-30S/V-A1	4,01	(1,02)		4,12
PS-C-30S/V-A1-M30	6,11	(1,53)	1,50 (0,60)	5,06 - 1,09
PS-C-30S/V-A75			2,00 (0,80)	2,50

Para simplificar el análisis de las curvas de relajación, Peleg & Calzada (1976) utilizaron la fuerza residual después de un dado período de relajación para analizar lo que sucede durante la deformación con la estructura interna de frutas y vegetales, extendiendo luego esta metodología a otros alimentos (Calzada & Peleg, 1978; Rosenau *et al.*, 1978). Para tal fin, se normalizaron las curvas de relajación para el parámetro que varía en el tiempo, $Y_{(t)}$ (módulo aparente) en función de la fuerza registrada al iniciar la relajación, F_0 , y de la fuerza registrada después de un tiempo t de relajación, $F_{(t)}$, de acuerdo a la Ec. (1).

$$Y_{(t)} = \frac{F_0 - F_{(t)}}{F_0} \quad (1)$$

A su vez, observando la forma típica que adopta la función $Y_{(t)}$ cuando es graficada en función del tiempo t , puede adoptarse la fórmula matemática simplificada que involucra a las

constantes a y b (Mickley *et al.*, 1957):

$$Y(t) = \frac{a b t}{1 + b t} \quad (2)$$

En este contexto, el valor de “a” representa cómo decae la fuerza durante la relajación. Si a=0, la tensión se mantiene y no se produce la relajación (sólido elástico ideal), y si a=1, la tensión se pierde, relajando a cero (líquido). El valor de “b” representa la velocidad de relajación de la tensión.

Combinando las Ec. (1) y (2), las curvas de relajación podrían ser representadas en la forma que se expresa en la Ec. (3):

$$\frac{t}{Y(t)} = \frac{F_0 t}{F_0 - F(t)} = \frac{1}{a b} + \frac{t}{a} \quad (3)$$

Graficando de esta manera los valores obtenidos en los ensayos de relajación y realizando un ajuste por mínimos cuadrados, podemos obtener para cada muestra el valor de 1/a a través de la pendiente de la recta y el valor de 1/ab de la ordenada al origen que permitió obtener los valores de “a” y “b” de la Tabla 4.

La Figura 2 muestra la linealización de las curvas de relajación para un porcentaje de deformación del 75 %. En la Fig. 2a se representan las muestras de queso Cuartirolo codificadas como C-SC (azul), C-SC-M30 (rojo), C-C-30S/V-A1 (verde), C-C-30S/V-A1-M30 (gris) y C-C-30S/V-A75 (negro), mientras que en la Fig. 2b las muestras de Port Salut codificadas como PS-SC (azul), PS-SC-M30 (rojo), PS-C-30S/V-A1 (verde) y PS-C-30S/V-A1-M30 (gris).

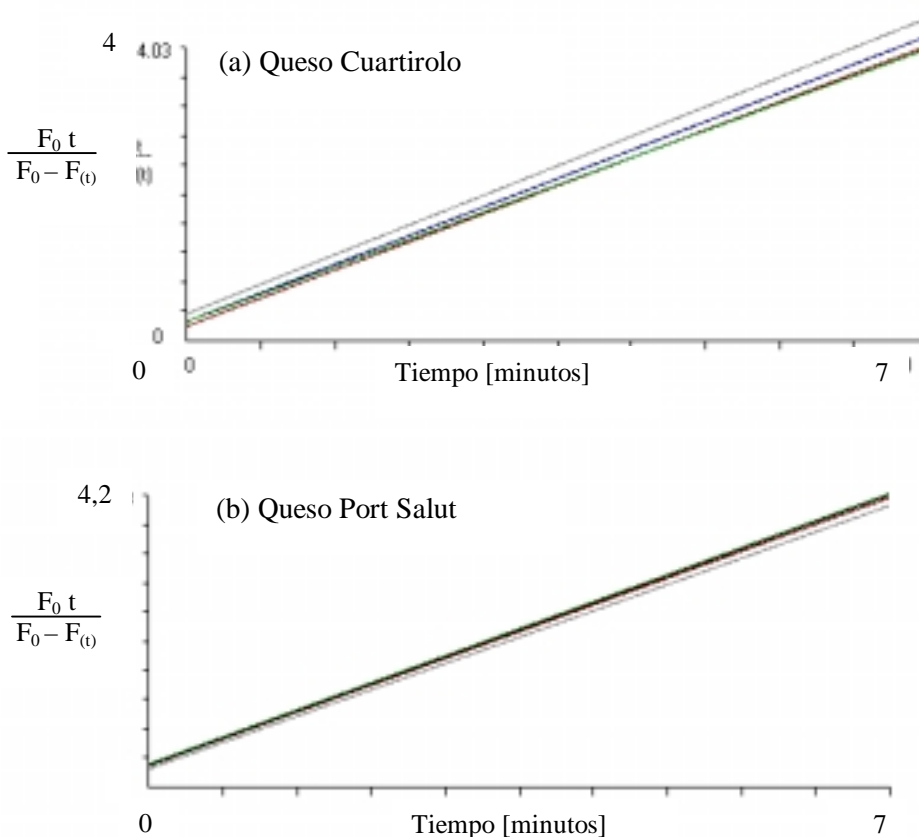


Figura 2- Linealización de las curvas de relajación de las muestras.

A través de la Fig. 2 puede observarse que ambos quesos presentan comportamientos análogos, siendo los valores de “a” similares particularmente en todos los quesos no madurados. Además, debido a que los valores de “a” son dependientes del porcentaje de deformación, deben ser analizados para un dado valor.

Tabla 4. Constantes de linealidad para las curvas de relajación normalizadas

Muestra	Parámetro de linealidad de la relajación	
	a	b
C-SC	0,68	1,12
C-SC-M30	0,57	1,09
C-C-20C/V-A15	0,57	1,10
C-C-20S/V-A30-M45	0,40	1,19
C-C-30C/V-A1	0,55 – 0,83	1,04 – 1,14
C-C-30C/V-A1-M15	0,53	1,06
C-C-30C/V-A15	0,57	1,09
C-C-30C/V-A30-M45	0,39	1,21
C-C-30C/V-A75	0,55	1,13
C-C-30S/V-A1	0,60	1,10
C-C-30S/V-A1-M30	0,53 – 0,71	1,09 – 1,08
C-C-30S/V-A75	0,62	1,10
PS-SC	0,55	1,13
PS-SC-M30	0,40 – 0,92	1,10 – 1,22
PS-C-20C/V-A15	0,82	1,18
PS-C-20S/V-A30-M45	0,48	1,19
PS-C-30C/V-A1	0,92	1,22
PS-C-30C/V-A1-M15	0,56 – 0,64	1,10 – 1,08
PS-C-30C/V-A15	0,55 – 0,74	1,13 – 1,15
PS-C-30C/V-A30-M45	0,52	1,17
PS-C-30C/V-A75	0,67	1,15
PS-C-30S/V-A1	0,56	1,13
PS-C-30S/V-A1-M30	0,46 – 0,74	1,10 – 1,16
PS-C-30S/V-A75	0,76	1,19

Por otra parte, a través de los ensayos de compresión puede observarse que los mayores cambios se dan en los primeros días de la maduración, produciéndose luego escasas variaciones en la tensión de compresión y en la fuerza final de relajación como puede apreciarse de los datos obtenidos para los quesos con distintos días de maduración C-SC y C-SC-M30 y PS-SC y PS-SC-M30 y para los C-SC-M30 y C-C-30S/V-A1-M30, y PS-SC-M30 y PS-C-30S/V-A1-M30 que sólo se diferencian porque los últimos tuvieron un proceso de congelación. Así, al tener mayor tiempo de maduración los quesos codificados como C-C-20S/V-A30-M45, C-C-30C/V-A30-M45, PS-C-20S/V-A30-M45 y PS-C-30C/V-A30-M45 muestran todos un comportamiento más parecido a una pasta (fluido), disminuyendo la fuerza necesaria para comprimirlos y la fuerza remanente al final de la relajación porque el material se desliza más fácilmente, y los parámetros de linealización de la curva de relajación que indican si cambia el tipo de material, se mantienen prácticamente iguales.

En el análisis microscópico de la estructura de las muestras se observan glóbulos de proteínas y pequeños espacios ocupados por grasa eliminada en la preparación, agua y aire. Al

inicio de la maduración se observa micrografías similares a la mostrada en la Fig. 3, que presenta glóbulos de proteínas de distintos tamaños con bordes uniformes.

A su vez, de las micrografías obtenidas de las observaciones con el microscopio electrónico para los quesos con un período de maduración, no pueden observarse variaciones con la congelación (Fig. 4 y 5). Tanto en la Fig. 4 como en la Fig. 5 se observa una mayor uniformidad y menor tamaño de los glóbulos de proteínas, notándose la masa compacta con menores cambios en la distribución y/o proporción.

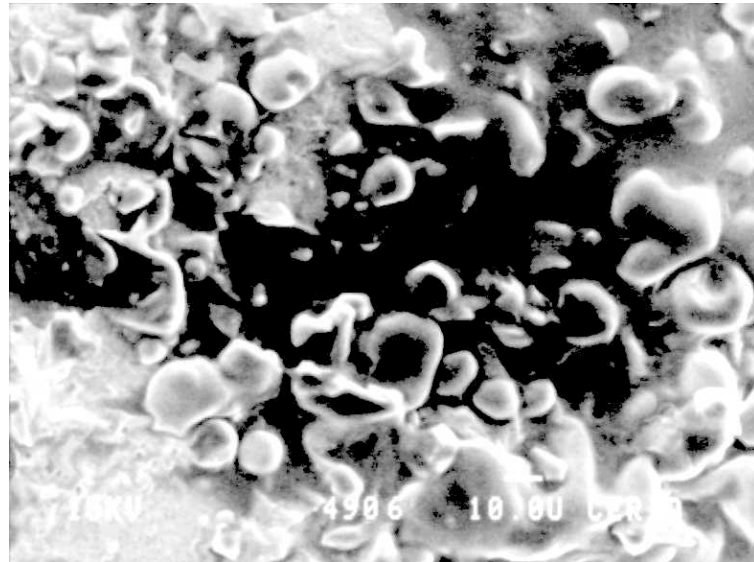


Figura 3- Micrografía de la muestra C-SC a 400 x.

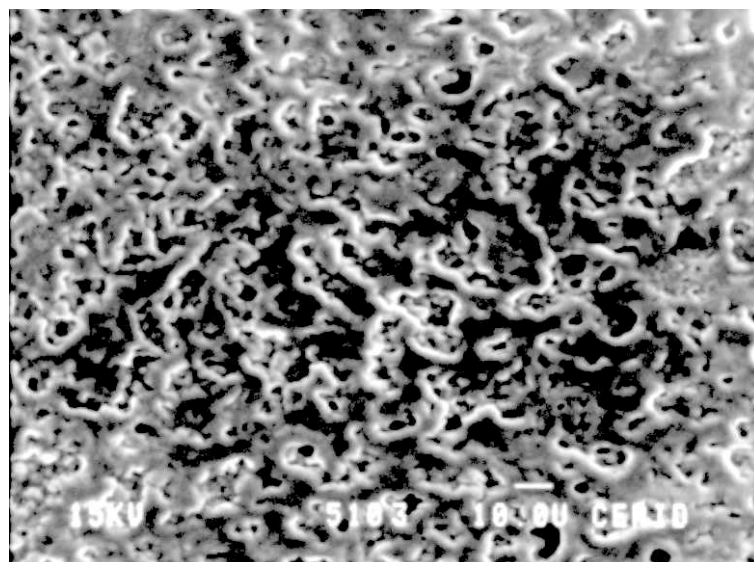


Figura 4- Micrografía de la muestra C-SC-M30 a 400 x.

Por último, realizando un análisis visual macroscópico de la masa inmediatamente descongelado cuando se produce la ruptura del queso, se observa que mientras se produce el descongelamiento ésta es más abrupta y la masa se fractura en mayor grado que el queso no congelado, pero rápidamente se modifica esta diferencia y al poco tiempo los quesos

congelados-descongelados muestran la misma uniformidad y comportamiento que los quesos sin congelar.

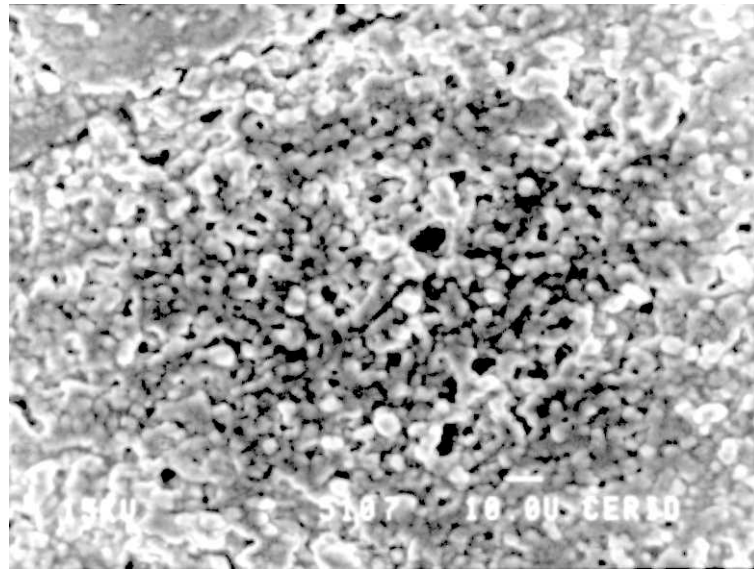


Figura 5- Micrografía de la muestra C-C-30S/V-A1-M30 a 400 x.

4. CONCLUSIONES

Del análisis de las curvas de relajación puede observarse que durante el proceso de congelación y almacenamiento a -18°C se detiene casi totalmente el proceso de maduración en los quesos. A su vez, cualesquiera sean las condiciones de la cámara utilizadas durante el proceso, no se modifica sustancialmente la estructura de los quesos y no se detectan cambios importantes en las características reológicas del producto antes y después de permanecer congelado.

Hasta los 75 días de almacenamiento congelado no se detectaron modificaciones apreciables en los quesos estudiados.

Luego de la descongelación se reinicia el proceso de maduración continuando su evolución casi de la misma forma que el producto original cuando está refrigerado a 4°C . Al descongelarse a 4°C el aspecto general macroscópico del producto es muy similar al del producto original. Por tal motivo puede considerarse que las texturas del producto original y la del sometido al proceso de congelamiento-almacenamiento-descongelamiento son prácticamente iguales, pudiéndose utilizar el proceso de congelamiento para conservar las características viscoelásticas de quesos blandos y retardar el proceso de maduración.

REFERENCIAS

- Calzada, J. & Peleg, M., 1978, Mechanical interpretation of stress-strain relationships in solid foods, *J. Food Sci.*, vol. 43, pp. 1087-1092.
- Delgado, A. & Rubiolo, A., 1994, Preparación de muestras para la observación en el microscopio electrónico de barrido SEM, *Proceedings del IV Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, Abril 4-13, Buenos Aires, Tomo II, pp. 101-104.
- Kuchroo, C. & Fox, P., 1982, Soluble nitrogen in Cheddar cheese: Comparison of extraction procedures, *Milchwissenschaft*, vol. 37, n. 6, pp. 331-335.

- Mickley, H., Sherwood, T. and Reed, C., 1957, Applied Mathematics in Chemical Engineering, McGraw-Hill Book Co., New York.
- Peleg, M. & Calzada, J., 1976, Stress relaxation of deformed fruits and vegetables, J. Food Sci., vol. 41, pp. 1325-1332.
- Rosenau, J., Calzada, J. and Peleg, M., 1978, Some rheological properties of cheese-like products prepared by direct acidification, J. Food Sci., vol. 43, pp. 948-952.
- Zorrilla, S. & Rubiolo, A., 1991, Average NaCl concentration in cheese for different volume ratios of brine and solid during salting, J. Food Sci., vol 56, n. 6, pp. 1548-1551.

THE EFFECT OF THE FREEZING AND TAWING PROCESS ON RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ARGENTINEAN SOFT CHEESES

***Abstract.** The freezing of Cuartirolo and Port Salut cheeses was studied to control the ripening process. Cheese units are frozen until the center temperature was -18°C in a chamber with or without air circulation at -20°C or -30°C . Frozen cheeses were stored at -18°C for periods of 1, 15, 30 and 75 days and were thawed in a chamber at 4°C without circulation of air. At this temperature, the relaxation test after uniaxial compression of samples were carry out, and results were compared with the behavior of regular samples tested at different times of ripening. Results showed that during the freezing process and storage at -18°C , the ripening process was almost totally interrupted in the cheeses, recovering immediately after being thawed. The cheese structure showed substantially the same rheologic characteristic, before and after freezing at different chamber conditions, having in all the cases the viscoelastic behaviour of soft cheeses.*

Word-keys: Cheese, Freezing, Ripening, Rheology, Compression-Relaxation