

Estudio de maduración de queso Chanco bajo en grasa elaborado con leche homogeneizada

Carmen Brito C., Ximena Manríquez A., Luz Haydée Molina C. y Manuel Pinto C.

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile

RESUMEN. El presente estudio tuvo por objetivo evaluar la influencia del uso de homogeneización de diferentes proporciones de leche - que permite aumentar rendimientos en el proceso y probablemente mejorar la calidad sensorial del producto - sobre la maduración del queso Chanco bajo en grasa. Se estudiaron 5 tratamientos (3 repeticiones), dos de los cuales fueron testigos (uno de grasa normal y otro bajo en grasa), los otros 3 tratamientos fueron: bajos en grasa, con leche parcialmente homogeneizada en concentraciones de 12.5; 25 y 50%, del volumen total de leche. Por metodología estandarizada se estudió la evolución de la maduración en términos de humedad, materia grasa, proteína, índice de maduración (NS/NT%), lipólisis (ADV), pH, calidad sensorial y microestructura del producto. Los tratamientos de baja grasa con leche homogeneizada presentaron menores pérdidas de grasa en el suero, consecuentemente los rendimientos aumentaron. El estudio permitió conocer el perfil de maduración del queso Chanco bajo en grasa, así, se observó que los tratamientos de baja grasa con homogeneización mostraron mayor lipólisis que el testigo de baja grasa sin homogeneizar, aun cuando fue menor que el tratamiento testigo de grasa normal, pero no se evidenció diferencias respecto a la proteólisis. Los tratamientos de baja grasa con leche homogeneizada no mejoraron el sabor ni la firmeza de los quesos, probablemente debido al corto período de maduración normal de esta variedad (21 días), aunque el tratamiento 3 presentó ciertas ventajas que podrían potenciarse aplicando simultáneamente otras ayudas tecnológicas.

Palabras clave: Queso, Chanco, baja grasa, maduración.

SUMMARY. *Maturation study of low fat Chanco cheese made with homogenized milk.* The purpose of this study was to evaluate the influence the use of homogenization of different proportions of milk - which allow to increase the yield in the process and probably to improve sensorial characteristics of the cheese - has on the ripening of low fat Chanco cheese. Five treatments (three replicates each) were studied, two corresponded to control (normal fat and low fat) and the other three treatments were low fat using partially homogenized milk in the following percentages of the total volume of milk; 12.5, 25 and 50%. Standard methodology was used to monitor the evolution of ripening in terms of moisture, fat and total protein content, ripening index (NS/NT%), lipolysis (ADV), pH, sensorial quality and micro structure of the product. The low fat treatments with homogenized milk showed less fat losses in the whey and consequently increased yields. This study allowed us to know the low fat Chanco cheese maturation profile, low fat treatments with homogenisation showed a higher degree of lipolysis than the non - homogenized low-fat control although it was lower than normal fat control. No differences in terms of the development of proteolysis were observed. The low - fat homogenized treatments did not show improvement in the flavor neither in the cheese firmness probably due to the short ripening period (21 days) of this cheese variety, nevertheless T3 presented some advantages which could be improved applying simultaneously another technological helps.

Key words: Cheese, Chanco, low fat, ripening.

INTRODUCCION

El Chanco, típico de Chile, es un queso madurado que se elabora con leche bovina y cuya producción se remonta a los inicios del siglo XVI. Se define como un queso de consistencia semiblanda, cuerpo cremoso o mantecoso, con abundantes ojos pequeños e irregulares, masa blanca amarillenta, de corteza delgada y seca, con un peso de 8 a 10 kg y relativamente corta maduración 21 días (1-3). Actualmente se elabora bajo dos condiciones: a nivel rural, generalmente a partir de leche cruda o pasteurizada con toda su grasa; y a nivel industrial con leche pasteurizada entera o parcialmente descremada, con el procedimiento tecnológico indicado por Brito (3), que no incluye homogeneización de

la leche (1,2). Es un producto de consumo interno y se estima que constituye, junto con el "Gouda chileno", alrededor del 60% de la producción nacional de quesos madurados industriales (4), la cual en el año 2002 fue de 53 mil toneladas (5), lo que da una disponibilidad de 4,2 kg per cápita, incluyendo la producción rural.

La demanda de alimentos bajos en grasas, particularmente grasas saturadas, está aumentando considerablemente en la mayoría de los países por razones de salud pública (6,7), por lo tanto, la elaboración de quesos de reducida grasa es una interesante alternativa de diversificación industrial en el mundo. En Chile, es aún incipiente la producción de este tipo de quesos y en particular no hay estudios sobre el Chanco bajo en grasa.

No obstante, es bien conocido que los quesos bajos en grasa, en general presentan una serie de defectos sensoriales como: excesiva firmeza y elasticidad, además de menor sabor. La reducción del contenido de grasa en queso Chanco en particular, caracterizado y preferido por su consistencia suave y mantecosa, podría afectar seriamente su calidad sensorial, sin embargo, aquello podría superarse aplicando algunas medidas tecnológicas (8-10). Consecuentemente, el presente estudio se planteó la siguiente hipótesis: *“El aumento del área superficial de los glóbulos grasos ocasionado por la operación de homogeneización de la leche, optimiza la lubricación otorgada por éstos dentro de la matriz proteica de la cuajada y, por ende, mejora la consistencia del queso bajo en grasa. Su gusto y olor se incrementan igualmente, por la mayor susceptibilidad de la materia grasa al proceso de lipólisis y de la proteína a una proteólisis más intensa”*.

El objetivo general de este estudio fue: evaluar la influencia de la homogeneización de diferentes proporciones de leche (conteniendo toda la grasa requerida en el producto), sobre la maduración de queso Chanco bajo en grasa.

MATERIAL Y METODO

Tratamientos

Se estudiaron 5 tratamientos con 3 repeticiones de cada uno, de los cuales dos fueron testigos:

T1: Testigo 1. Chanco de grasa normal, elaborado con leche de 3.2% de materia grasa (MG), sin uso de homogeneización.

T2: Testigo 2. Chanco de baja grasa, elaborado con leche de 1.6% MG, sin homogeneización.

T3: Tratamiento de bajo contenido de grasa, leche con 1.6% MG, de la cual 87.5% corresponde a leche descremada (LD) sin homogeneizar y 12.5% a leche homogeneizada (12.8% MG)

T4: Tratamiento de bajo contenido de grasa, leche con 1.6% MG, de la cual 75% corresponde a LD sin homogeneizar y 25% a leche homogeneizada (6.4% MG)

T5: Tratamiento de bajo contenido de grasa, leche con 1.6% MG, de la cual 50% corresponde a LD sin homogeneizar y 50% a leche homogeneizada (3.2% MG)

El contenido de grasa de la porción de leche homogeneizada corresponde al cálculo teórico para lograr un 1.6% de MG en la leche de los tratamientos T3, T4 y T5.

La operación de homogeneización de la leche se realizó en dos etapas: 175 y 35 kg/cm² y a una temperatura de 50°C, en un equipo de marca Rannie.

Protocolo de elaboración de los quesos

Los quesos se elaboraron en tinas de doble pared (160 L), donde la leche pasteurizada se llevó hasta 32°C, se agregó el cultivo láctico mesófilo aromático LD liofilizado DVS, de

nombre comercial “cultivo mesófilo mixto CHN-22” de Ch’Hansen Lab, compuesto por cepas de *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. biovar *diacetylactis* y *Leuconostoc cremoris*, a continuación la leche se mantiene en reposo por 20 min (maduración a 32°C) y luego se le añadió cuajo líquido de nombre comercial “Chymax”, de Pfizer Inc., en una dosis de 12 mL/100 L de leche. Después de la coagulación, la cuajada se cortó en cubos de 1cm³ y se dejó reposar, luego de una primera agitación y un desuerado parcial, se realizó la cocción de la cuajada a una temperatura de 38°C por 20 min; posterior al desuerado total la masa se aireó y se saló. Finalmente se llevó a moldes de acero inoxidable y se prensó en 3 etapas: 50 kg por 1 h, 100 kg por 1 h y 175 kg por 30 min. De cada tina se obtuvieron 2 quesos de forma rectangular (40 x 25 x 8 cm aproximadamente) y con un peso promedio de 7,3 kg cada uno, posteriormente al prensado se salaron por 12 h en baños de salmuera, para finalmente proceder a su maduración por 6 semanas, en cámara de 12°C a 75 - 80% de humedad relativa. Los quesos se voltearon diariamente durante la primera semana y 3 veces por semana posteriormente, según Brito (3).

Métodos de análisis

Se realizó un estudio de la evolución de maduración en los quesos, mediante análisis físicos y químicos (en duplicado), a los 0, 2, 4 y 6 semanas de maduración. Los análisis realizados usaron principalmente métodos de la Federación Internacional de Lechería (FIL- IDF) y las normas del Instituto Nacional de Normalización de Chile (INN). Los análisis realizados fueron: determinación de humedad por diferencia con los sólidos totales (11), materia grasa (12), nitrógeno total (13), pH (14), nitrógeno soluble: obtención del extracto según Vakaleris y Price (15) y determinación del contenido de nitrógeno en éste (13), valor del índice de acidez (ADV) según Deeth y Fitzgerald (16). Para realizar estos análisis, excepto pH que se determinó directamente desde la masa del queso, se tomaron muestras con un sacabocado (70 g aproximadamente), que fueron ralladas para su análisis. Las muestras a las 0 y 2 semanas se tomaron de una unidad de queso y a las 4 y 6 semanas de la otra unidad.

La evaluación sensorial se realizó a las 2 y 6 semanas de maduración, por un grupo de 7 panelistas, quienes evaluaron los atributos de gusto, aroma y cuerpo, este último se determinó a través de los atributos de firmeza y adhesividad. Se aplicó una prueba descriptiva, con escala de 9 puntos (17).

La estructura de los quesos se estudió mediante microscopía de transmisión (estructural) a las 2, 4 y 6 semanas de maduración, en un microscopio electrónico modelo H-700H, japonés, año 1982. La preparación de la muestra se realizó de acuerdo a Hayat (18).

Análisis estadístico

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza multifactorial con un nivel de significancia del 5%, previo test de Cochran y Bartlett para validar el análisis, en caso de ser negativa la hipótesis de homogeneidad de las desviaciones estándar se usó prueba de Kruskal Wallis. Además, se realizó la prueba de comparación múltiple (LSD) o comparación en base a las medianas de los grupos (gráfica "Box & Whister Plot"), para determinar la significancia de las diferencias entre tratamientos. Los análisis señalados se realizaron mediante el software Statgraphics Plus versión 2.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características físicas y químicas de los quesos

Respecto a la humedad sobre queso Chanco desgrasado, existió diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos (Tabla 1). T2 presentó un contenido promedio de humedad sobre queso desgrasado inferior a todos los tratamientos, T1 no fue diferente a T3, y ambos resultaron superiores y estadísticamente diferentes a T2, T4 y T5, con un valor de humedad de 63,67%, dentro del marco señalado en NCh 2090 (1). Por lo tanto, los tratamientos con homogeneización de la leche lograron elevar la retención de humedad a valores por sobre el testigo de baja grasa (sin homogeneizar) y resultaron más cercanos al testigo con toda la grasa, especialmente T3, que resultó estadísticamente igual a este testigo ($P > 0,05$).

TABLA 1
Caracterización composicional de los quesos
a las 6 semanas de maduración (*), g/100g

Tratamiento	Humedad/ queso desgrasado	Materia grasa/ base seca	Proteína total
T1	63,67 ^a	50,45 ^a	24,05 ^c
T2	56,93 ^c	31,19 ^c	31,77 ^a
T3	62,57 ^a	36,35 ^b	28,28 ^b
T4	59,58 ^b	35,06 ^b	29,82 ^b
T5	59,70 ^b	35,24 ^b	29,45 ^b

(*)Promedio de 3 repeticiones y dos duplicados

(**)En cada columna letras distintas indican diferencias significativas, al 5% (LSD)

El testigo T1 a las 6 semanas de maduración, presentó un contenido de materia grasa sobre base seca (MGBS) dentro del 50-51%, especificación señalada en la literatura para esta variedad de queso (3) y cumplió también con NCh 2090 (1). Además, se detectó diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$), siendo T1 diferente de T2 y ambos diferentes del grupo de tratamientos T3 a T5, iguales entre

sí. El testigo de grasa normal presentó el mayor contenido de MGBS, entre los tratamientos de reducida grasa aquellos elaborados con uso de homogeneización presentaron los mayores valores. Algunos investigadores han encontrado similares resultados en queso Mozzarella, esto podría explicarse sobre la idea que la homogeneización de la leche disminuye las pérdidas de grasa en el suero debido probablemente a la formación de un complejo grasa - caseína en quesos elaborados con leche homogeneizada (9,10,19). Paralelamente, en el estudio del proceso realizado en la primera parte de esta investigación se determinó menor pérdida de grasa en los quesos elaborados con leche homogeneizada. (20)

El contenido de proteína total a las 6 semanas de maduración presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos, T1 fue diferente de T2 y ambos diferentes del grupo T3, T4, T5, iguales entre sí, siendo menor en T1 que en los tratamientos de reducida grasa, los tratamientos elaborados con uso de homogeneización presentaron contenidos de proteína inferiores al de T2.

Evolución del pH

El pH inicial de los quesos varió entre 5,15 y 5,27; lo que es muy cercano al 5,2 señalado por Brito *et al.* (2) para la variedad queso Chanco, luego durante la maduración la evolución del pH muestra un aumento en todos los tratamientos (Figura 1). En este período, el pH del queso se eleva debido a la liberación de algunos aminoácidos básicos, NH_3 y por descomposición del lactato la sal del ácido láctico, con lo cual en quesos semiduros el pH puede subir desde 5,2 hasta 5,7 (21). Un estudio realizado sobre queso Chanco de Campo, en etapa de comercialización, señala un pH promedio de $5,42 \pm 0,21$ (25) y NCh 2090 (1) indica valores de 5,2-5,4. En el presente estudio se evidenció diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los 5 tratamientos respecto del pH (promedio de las 4 etapas), donde T1 presentó un pH inferior al de los tratamientos de reducida grasa, sin embargo en todos ellos el pH se incrementó a medida que avanzaba el tiempo de maduración, presentando valores entre 5.15 y 5.27 a inicios de maduración y entre 5.31 y 5.61 a término de la misma.

Caracterización de las degradaciones bioquímicas en la maduración de queso Chanco

Evolución de la lipólisis

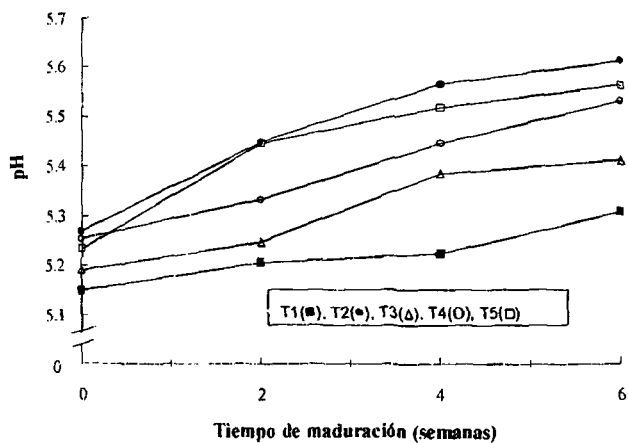
En Tabla 2 y Figura 2, se visualiza la evolución del ADV para los tratamientos, en esta se observa un aumento sostenido de éste en todos los casos, lo que evidencia la liberación de ácidos grasos durante el curso de la maduración de los quesos.

Debido al corto tiempo de maduración y al tipo de cultivo que se usa en el queso Chanco, la variedad de grasa total

generalmente no presenta una gran extensión de la lipólisis, además no existen valores de referencia para el ADV específico en Chanco. De acuerdo a Deeth y Fitzgerald (16), en queso Cheddar de buena calidad el ADV va entre 1,2 y 1,8; en tanto que se detectan sabores rancios o butíricos con valores de ADV sobre 3,0; sin embargo, se debe considerar que por su larga maduración (aproximadamente 1 año), en forma normal en esa variedad de queso se desarrolla una mayor lipólisis que en el Chanco; en el presente estudio los valores obtenidos para 0 y 6 semanas, en todos los tratamientos, fueron bastante inferiores al valor 3 de ADV señalado como riesgoso en la calidad de queso Cheddar.

FIGURA 1

Evolución del pH durante la maduración de queso Chanco



Los promedios del ADV presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$), aquellos elaborados con leche homogeneizada mostraron valores promedio mayores que ambos testigos, los cuales no presentaron diferencia entre sí en el valor promedio de los cuatro tiempos evaluados. No obstante, el incremento de ADV (Tabla 2) presentó diferencias significativas entre el testigo bajo en grasa (sin homogeneizar) y los tratamientos con homogeneización, los cuales resultaron estadísticamente iguales al testigo con toda su grasa. Lo anterior indicaría que la homogeneización parcial de la leche aumenta en forma significativa la lipólisis desarrollada durante la maduración del queso Chanco de baja grasa, esto concuerda con los resultados obtenidos en queso Cheddar de baja grasa y quesos Azul, Domiati y Cheddar de contenido graso normal (9,10). Además, se ha señalado que la homogeneización de la leche ocasiona una muy fuerte activación de la lipólisis, debido a que la nueva membrana de los glóbulos grasos es menos estructurada y más permeable que la natural, lo que la hace más vulnerable a los procesos degradativos (9).

TABLA 2

Valor del Índice de Acidez (ADV) y su incremento durante el período de maduración

Tratamiento	ADV (*)	Incremento ADV (**)
T1	1,114 ^c	0,730 ^a
T2	1,094 ^c	0,465 ^b
T3	2,191 ^a	0,816 ^a
T4	2,004 ^{ab}	0,723 ^a
T5	1,892 ^b	0,722 ^a

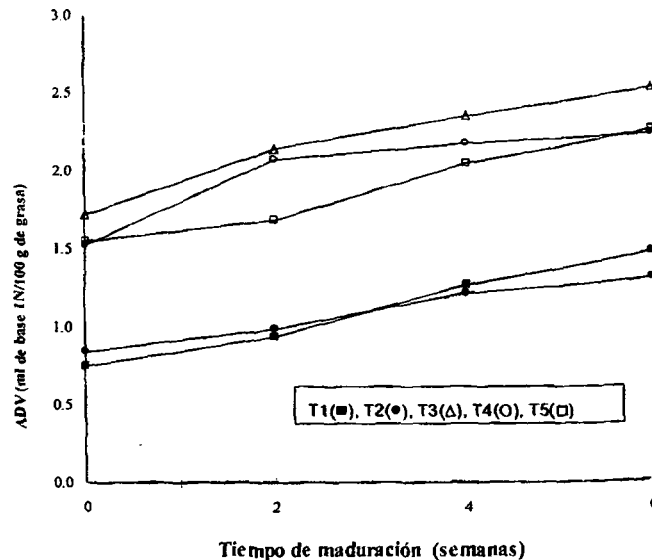
(*) Promedio de los cuatro tiempos evaluados (3 repeticiones por tratamiento)

(**) Promedio de tres repeticiones

^{a, b, c} En cada columna letras distintas indican diferencias significativas, al 5% (LSD)

FIGURA 2

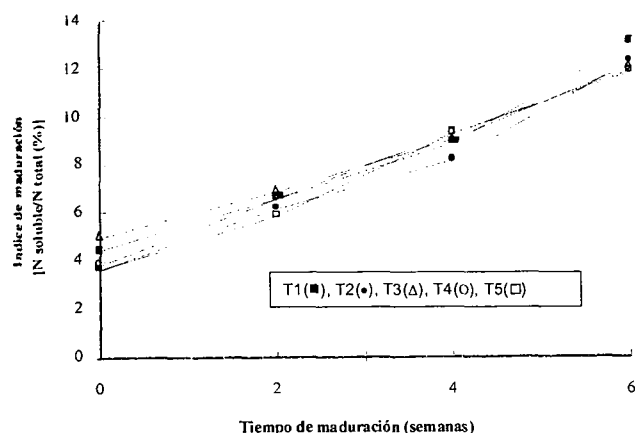
Evolución del valor del índice de acidez (ADV), expresado en ml de NaOH 1N/100 g de grasa



Evolución de la proteólisis

En la Figura 3, se observa la evolución del índice de maduración (NS/NT %) en los 5 tratamientos durante el período estudiado, en ellos se visualiza un marcado aumento de esta variable durante la maduración, lo que se debe a la liberación de compuestos nitrogenados típicos de la proteólisis (22).

FIGURA 3
Evolución del índice de maduración
[Nitrógeno soluble/Nitrógeno total (%)]



El índice de maduración no presentó diferencias significativas entre los 5 tratamientos ($P < 0,05$) en ningún momento de maduración y los valores fueron cercanos a los informados por Brito *et al.* (2). Similares resultados obtuvieron Metzger y Mistry (9), quienes al evaluar el contenido de proteína soluble en ácido durante la maduración de queso Cheddar de baja grasa elaborado con crema con y sin homogeneizar, no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna etapa de maduración (1, 13 y 26 semanas).

Respecto al diferencial del índice de maduración, analizado con el fin de evaluar el efecto de la homogeneización sobre la velocidad de la proteólisis, tampoco hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre 0 y 6 semanas, lo que indica que la velocidad de producción de compuestos nitrogenados solubles fue similar en todos los tratamientos estudiados, es decir, no hubo influencia de la homogeneización sobre los procesos bioquímicos degradativos de las proteínas, lo que no coincide con quienes señalan que en variedades como Roquefort, Cheddar, Azul y Domiati la homogeneización aceleró marcada o levemente el proceso proteolítico. En el presente estudio probablemente no se manifestó una mayor proteólisis en los tratamientos con homogeneización, por el corto período de maduración típico del queso Chanco (3, 19).

Evaluación sensorial

En la primera fecha de evaluación de los quesos (2 semanas de maduración), se presentaron 2 bloques en relación al atributo "gusto-aroma", T3 resultó similar al testigo T1 y T4 similar a T2, T5 fue diferente de ambos testigos. Sin embargo, a las 6 semanas de maduración los tratamientos

elaborados con leche homogeneizada (T2 a T5), presentaron menor desarrollo de gusto y aroma que el testigo T1, pero T5 resultó diferente e inferior a todos. Esto indicaría que en la mayoría de los tratamientos con homogeneización (T4 y T5), ésta no mejoró sustancialmente el sabor de los quesos de baja grasa; esto resultó similar a lo encontrado en una investigación en queso Cheddar de bajo contenido de grasa elaborado con crema homogeneizada y leche descremada (9).

La firmeza resultó claramente inferior y adecuada en T1 (consistencia mantecosa), frente a todos los tratamientos de baja grasa, los tratamientos que usaron homogeneización no presentaron diferencias ($P > 0,05$) con el testigo de baja grasa sin homogeneizar para 2 y 6 semanas de maduración, lo que no coincide con Jana y Upadhyay (10) quienes han informado que la homogeneización produce un efecto positivo al disminuir la firmeza de los quesos por interferencia mecánica en la formación de la cuajada, lo que asumen se debería al incremento del número de glóbulos grasos y a la absorción de proteínas en la nueva membrana de éstos, causando una disminución de la cantidad de partículas de caseína libres disponibles para formar una red de fibras más fuerte. Sin embargo esto no se manifestó en el presente estudio, lo que podría deberse a las condiciones particulares usadas en el proceso de homogeneización y al corto período de maduración de este queso.

La adhesividad es un factor fundamental en el queso Chanco, porque se relaciona con la característica de "mantecosidad", que es típica de esta variedad. En la Tabla 3, se presentan los promedios de adhesividad para los 5 tratamientos a las 2 y 6 semanas de maduración, observándose diferencias entre los tratamientos ($P < 0,05$), en ambas fechas estudiadas. T1 presentó una adhesividad normal y mayor que la de los tratamientos de baja grasa, los que entre sí fueron similares. De estos resultados se deduce que la homogeneización no mejoró la característica de adhesividad del queso Chanco de baja grasa, Berrino 1998 (23), obtuvo similares resultados al determinar en forma instrumental la adhesividad de queso Edam de reducida grasa, no detectando diferencias entre los quesos de bajo contenido de grasa con y sin uso de homogeneización en la leche utilizada.

Microestructura

El cuerpo o consistencia de un queso, es un reflejo de su microestructura, debido a que corresponde a una compleja matriz de proteína, grasa, minerales, y otros componentes incluyendo el agua, acorde con la variedad del queso en específico, debido a que su composición y sus características de procesamiento influyen en la distribución de los componentes, lo que a su vez determina sus características estructurales (24).

TABLA 3
Calificaciones asignadas para sabor, firmeza y adhesividad, a 2 y 6 semanas de maduración (*)

Tratamientos	Atributos sensoriales					
	Gusto-aroma (1)	Firmeza (2)	Adhesividad (3)	Gusto-aroma (1)	Firmeza (2)	Adhesividad (3)
2 semanas	6 semanas					
T1	5,18 ^a	4,63 ^b	3,98 ^a	5,71 ^a	3,88 ^b	5,85 ^a
T2	4,26 ^{ab}	6,99 ^a	2,28 ^b	5,13 ^{ab}	6,83 ^a	2,88 ^b
T3	4,47 ^a	7,18 ^a	2,32 ^b	4,72 ^{bc}	5,76 ^a	4,08 ^b
T4	4,16 ^{ab}	6,49 ^a	2,66 ^b	4,44 ^{bc}	6,97 ^a	2,90 ^b
T5	3,22 ^b	7,42 ^a	2,22 ^b	4,18 ^c	6,72 ^a	2,90 ^b

(*) promedio de las tres repeticiones

(1) Escala: 1=no desarrollados; 9= muy intensos. Puntaje normal: 4-6 ptos

(2) Escala: 1=muy blando; 9= muy firme. Puntaje normal: 4-6 ptos

(3) Escala: 1=no adhesivo; 9=muy adhesivo. Puntaje normal: 4-6 ptos

a, b, c Letras distintas, en cada columna indican diferencia entre tratamientos, al 5%

Las Figuras 4a) y 4b) muestran la microestructura de los tratamientos de baja grasa, testigo sin homogeneización (T2) y del queso T3, con homogeneización, respectivamente, en esta última se observa el menor tamaño de los glóbulos grasos con respecto a la Figura 4a), lo que muestra que la homogeneización cumplió el objetivo de disminuir el diámetro de los glóbulos grasos.

FIGURA 4a)

Microestructura del queso testigo de baja grasa. (T2), a los 42 días de maduración (5200x)

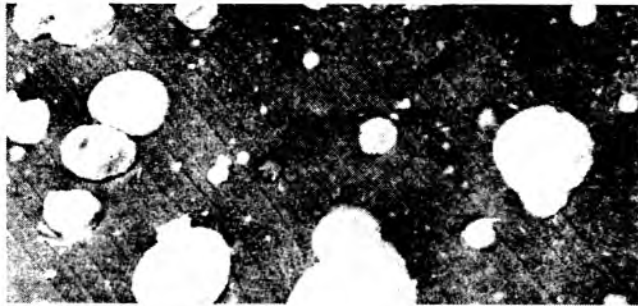
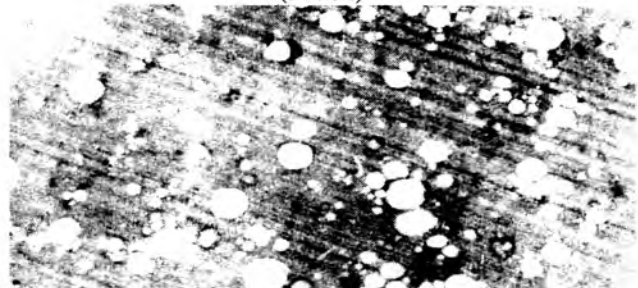


FIGURA 4b)

Microestructura del queso de baja grasa con homogeneización (T3), a los 42 días de maduración (9770x)



Al comparar la microestructura de T2 (Figura 4a), con la de los tratamientos elaborados con leche homogeneizada, como se visualiza por ejemplo en T3 (Figura 4b); se observa que en la primera, la red de caseína es más continua debido al menor número de glóbulos grasos que contiene, en cambio en los quesos elaborados con leche homogeneizada el menor tamaño de éstos permite que la matriz proteica no se aprecie tan densa como en T2. En queso Cheddar de baja grasa elaborado con crema homogeneizada, se encontró que la matriz proteica estaba dispersa con una gran cantidad de pequeños glóbulos grasos, lo cual favoreció un cuerpo suave, uniforme y cremoso (25). En el presente estudio, pese a haberse observado un cambio en la microestructura de los quesos elaborados con leche homogeneizada en comparación al testigo bajo en grasa sin homogeneizar (T2), el grupo de jueces que evaluó sensorialmente los productos, no evidenció mejoras significativas de la consistencia de los quesos elaborados con leche homogeneizada.

Como conclusión cabe señalar que, bajo las condiciones de proceso usadas en este estudio, la homogeneización por sí sola parece no ser un método suficientemente adecuado para mejorar las características sensoriales de los quesos de baja grasa de relativamente corta maduración como es el Chanco. Sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos en uno de los tratamientos estudiados (T3) se evidenció algunas ventajas (% de humedad, alto nivel de lipólisis, gusto similar al testigo de grasa total a las 2 semanas de maduración) que podrían potenciarse si se le aplica conjuntamente alguna otra ayuda tecnológica como por ejemplo adición de aceleradores de maduración tales como cultivo adjunto, entre otros.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigación de la Universidad Austral de Chile, por el financiamiento del estudio (Proyecto S-200273).

REFERENCIAS

1. Chile. Instituto Nacional de Normalización. INN. Productos lácteos - Queso Chanco. Requisitos. NCh2090. 6p.1999.
2. Brito C, Morales O, Molina LH, Pessot R y Pinto M. Evolución de la maduración de queso Chanco tipo campo almacenado a altas temperaturas. Parte I. Parámetros Fisicoquímicos y pérdida de peso. *Agro Sur*. 1995;23(2):95-106.
3. Brito C. Guía de Práctico queso Chanco. ITCL 326. Tecnología de Productos Lácteos: Magíster en Ciencias y Tecnología de la Leche. Universidad Austral de Chile. 6p.1996.
4. Brito C, Niklitschek L, Molina LH y Molina I. Evaluation of mathematical equations to predict the theoretical yield of Chilean Gouda cheese. *International J Dairy Tech*. 2002;55(1):32-39.
5. Chile Ministerio de Agricultura. ODEPA 2003. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Boletín de la leche, año 2002. 51p.
6. Vio F y Castillo C. Diagnóstico de la situación nutricional en Chile. In: Castillo, C.; R. Vavy y E. Atalaha (Editors) . Guías para la población chilena. Diario La Nación. Santiago. 164p. 1997.
7. Giese J. Fats, oils and fat replacers. *Food Tech*. 1996;50 (4): 77-83.
8. Drake MA and Swanson BG. Reduced and low-fat cheese technology: A review. *Trends in Food Science & Tech*. 1995;6 (11):366-369.
9. Metzger LE and Mistry VV. A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat Cheddar cheese. 1. Manufacture, composition, and yield. *J Dairy Sci*. 1994;77(12):3506-3515.
10. Jana AH and Upadhyay KG. A comparative study of the quality of Mozzarella cheese obtained from unhomogenized and homogenized buffalo milks. *Cultured Dairy Products J*. 1993;28(1):16,18,20-22,26.
11. IDF/FIL, International Dairy Federation. Cheese and processed cheese. Determination of the total solids content (reference method). I.S.IDF-FIL 4-A:1982. 2p.
12. IDF/FIL, International Dairy Federation. Cheese and processed cheese products. Determination of fat content gravimetric method (reference method). IDF – FIL 5 – B: 1986. 7p.
13. IDF/FIL, International Dairy Federation. Milk. Determination of nitrogen content. IDF-FIL 1993;20 B.12p.
14. Chile. Instituto Nacional de Normalización. INN. Leche y productos lácteos. Determinación de pH. NCh 1979;1671.
15. Vakaleris DG and Price WV. A rapid spectrophotometric method for measuring cheese ripening. *J Dairy Sci*. 1959;42: 264-276.
16. Deeth HC and Fitzgerald CH. Lipolysis in Dairy Products: A review. *Aust J Dairy Tech*. 1976;31(2):53-64.
17. Hort J, LE Greys G and Woodman J. Changes in the perceived textural properties of Cheddar cheese during maturation. *J Sensory Studies*. 1997;12(4):255-266.
18. Hayat MA. Principles and Techniques of Electron Microscopy. Biological Applications. 4th Edition. Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom.543 p.2000.
19. Jana AH and Upadhyay KG. Homogenization of milk for cheesemaking – A review. *Aust J Dairy Techn*. 1992;47(1): 72-79.
20. Brito C, Mendez P, Molina LH y Pinto M. Desarrollo de queso Chanco de reducido tenor graso utilizando proceso de homogeneización en la leche. *AGROSUR*. 2000;30(1):68-79.
21. Alais CH. Ciencia de la leche. Principios de la Técnica Lechera. 2da Ed. Barcelona. Reverté. 873 p. 1985.
22. Brito C, Astete MA, Pinto M y Molina LH. Maribo cheese manufactured with concentrated milk: characteristics, maturation and yield. *International J of Dairy Tech*. 2000;53 (1):6-12.
23. Berrino G.A. Desarrollo de una variedad de queso tipo Edam de reducido tenor graso. Tesis Magíster en Ciencias Agropecuarias. Mención: Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. Chile. 72p.1998.
24. Mistry VV and Anderson DL. Composition and microstructure of commercial full-fat and low-fat cheeses. *Food Structure*. 1993;12: 259-266.
25. Metzger LE. and Mistry VV. A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat Cheddar cheese. 2. Microstructure, fat globule distribution, and free oil. *J Dairy Sci*. 1995;78(9):1883-1895.

Recibido:28-01-2002

Aceptado:23-06-2003