

Estudio comparativo de distintas alternativas tecnológicas para la producción de quesos semiduros de pasta lavada bajos en grasa

Por M.C. Candiotti, S.M. Palma, N. Sabbag, M.C. Perotti, S.M. Bernal y C.A. Zalazar*

Programa de Lactología Industrial – Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santiago del Estero 2829, 03000 Santa Fe, Argentina.
Tel +54-342-4530302 Fax +54-342-4571162.
E-mail: azalazar@fiquis.unl.edu.ar.

RESUMEN

Estudio comparativo de distintas alternativas tecnológicas para la producción de quesos semiduros de pasta lavada bajos en grasa.

En el presente trabajo se analiza el efecto del agregado de un sustituto comercial de la materia grasa a base de proteínas de suero, solo o en combinaciones con un coagulante de cabrito en pasta y con una proteasa alimenticia, sobre la calidad de un queso semiduro argentino.

Se elaboraron seis tipos distintos de quesos, un testigo con leche entera (3.3% de materia grasa), y cinco experimentales con leche parcialmente descremada (1.8% de materia grasa), sin ningún agregado y con distintas combinaciones del sustituto de grasa, el coagulante de cabrito y la proteasa.

Los resultados de los controles analíticos realizados al principio y al final de la maduración, indicaron que el queso descremado sin ningún aditivo resultó ser el mejor de los experimentales ya que la inclusión del sustituto de la grasa, solo o en distintas combinaciones con el coagulante de cabrito o con la proteasa, afectó negativamente a los atributos sensoriales.

PALABRAS-CLAVE: Caracteres sensoriales – Lipólisis – Proteólisis - Quesos bajos en grasa.

SUMMARY

Analysis of different technological alternatives for low-fat, semi-hard, washed-curd cheeses production.

In the present paper the addition of a commercial fat substitute based on whey proteins, alone or in combination with goat rennet and with a food grade protease, is analyzed.

Six different cheeses were produced: a control with whole milk (3.3% of fat), and five experimental with partially skimmed milk (1.8% of fat) without additions and with different combinations of the fat substitute, the goat rennet and the food grade protease.

Results of analytical controls performed at the beginning and at the end of ripening show that low fat cheese without additions was the best of experimental. Addition of fat substitute, alone or in different combinations with goat rennet or with food grade protease, was negative for the sensory characteristics.

KEY-WORDS: Lipolysis - Low-fat cheeses – Proteolysis – Sensory characteristics.

1. INTRODUCCIÓN

La elaboración de quesos con bajo contenido de materia grasa normalmente da como productos que-

so de características organolépticas inferiores a las de aquellos elaborados con leche entera. Este inconveniente ha impulsado a numerosos investigadores a realizar estudios orientados a mejorar la calidad de estos productos. Nuestro grupo ha llevado a cabo diversos trabajos relacionados con esta temática. En el primero de ellos (Zalazar, 1998), se realizó un análisis de los problemas asociados a la producción de quesos bajos en grasa, como así también de sus distintas tecnologías de elaboración, ya sea implementadas a nivel industrial o en etapa de experimentación. En los restantes se presentaron los resultados obtenidos con el uso de sustitutos de la materia grasa y con elaboraciones con mayor nivel de humedad, en quesos blandos tipo Cremoso Argentino (Zalazar, 1999; Zalazar, 2001).

Existe abundante bibliografía sobre otros tipos de quesos blandos bajos en materia grasa, fundamentalmente Mozzarella, debido a su amplia utilización en la fabricación de pizzas. Asimismo, se han presentado numerosos trabajos sobre queso Cheddar bajo en grasa, en virtud del gran consumo de este tipo de queso en todo el mundo.

En lo que respecta a los quesos semiduros bajos en grasa, la información disponible no es tan numerosa, existiendo algunos trabajos sobre quesos semiduros con ojos (Ardö, 1993; Ardö, 1995). Esto se debe a que desde el punto de vista tecnológico, la posibilidad de obtener este tipo de queso, con buenas características sensoriales, resulta más difícil que en el caso de los quesos blandos, por cuanto el recurso de aumentar el nivel de humedad en el producto final no es tan aplicable, y por lo tanto es necesario implementar otras alternativas basadas en la adición de sustitutos de la materia grasa.

Actualmente en Argentina los quesos semiduros ocupan un importante lugar en el mercado. En efecto, de los 8028 millones de litros industrializados durante 1999, el 18% se destinó a la producción de quesos de pasta semidura (Centro de la Industria Lechera, 2000).

El presente trabajo plantea como objetivo el estudio de la influencia de diversas alternativas tecnoló-

gicas sobre la calidad de quesos semiduros bajos en grasa. Se investigan los efectos producidos por la adición de proteínas de suero modificadas, que han sido utilizadas como sustitutos texturales de la materia grasa (Drake et al., 1996; McMahon et al., 1996). Estas proteínas se emplean solas o en distintas combinaciones con un coagulante de cabrito en pasta y con una proteasa comercial, debido a la potencial capacidad que poseen estas enzimas para aumentar la producción de compuestos que pueden influir sobre el aroma y el sabor a partir de la materia grasa y de la caseína respectivamente.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Tipos de quesos elaborados y diseño experimental

Los quesos elaborados en el presente estudio fueron de los siguientes tipos:

- Queso testigo (T): elaborado con leche estandarizada al $3,30 \pm 0,05\%$ de materia grasa, sin ningún agregado y utilizando para la coagulación coagulante de bovino adulto (Chymogen, Chr. Hansen Argentina S.A), compuesto por 85% de pepsina y 15% de renina bovinas, a razón de 58 mL por cada 100 L de leche.
- Queso experimental 1 (E1): elaborado con leche parcialmente descremada ($1,80\% \pm 0,05$ de materia grasa), sin ningún agregado y empleando el mismo coagulante que el testigo.
- Queso experimental 2 (E2): elaborado con leche parcialmente descremada y con el agregado del 2% del sustituto comercial de materia grasa Simplese (The Nutrasweet-Kelco Company, USA), que contiene 35% de proteínas de suero modificadas y el resto lactosa, humedad y sales minerales. La coagulación se produjo en idénticas condiciones que los anteriores.
- Queso experimental 3 (E3): elaborado con leche parcialmente descremada, con la adición de Simplese, y utilizando para la coagulación una mezcla de 35 mL de coagulante de bovino adulto con 58 g de coagulante de cabrito en pasta (Caglificio Clerici spa, Cadorago, Italia).
- Queso experimental 4 (E4): elaborado con leche parcialmente descremada, con la adición de Simplese y de una proteasa ácida en polvo de uso alimenticio de *Aspergillus oryzae* (Miles Laboratories Inc. Elkhart Ind. USA). Esta última, en base los resultados obtenidos en trabajos anteriores (Zalazar, 1994), se agregó a razón de 5,8 g por cada 100 L de leche.
- Queso experimental 5 (E5): ídem E4, pero utilizando para la coagulación la mezcla de coagulantes indicada en E3.

El diseño experimental fue el de un modelo completamente aleatorizado. Se realizaron 3 réplicas de

cada tipo de queso, lo que demandó 18 experiencias. Por cada día de elaboración se produjeron 2 quesos de distinto tipo, en un orden establecido al azar mediante una tabla de números aleatorios.

2.2. Elaboración de quesos

Las elaboraciones se hicieron en escala piloto, utilizando dos tinas en las que se trabajó con 60 L de leche en cada una, obteniéndose dos quesos por experiencia.

En todos los casos se empleó la tecnología del Queso Tybo Argentino (De la Canal y Asociados, 1999).

La leche se pasteurizó en sistema discontinuo a 65°C durante 30 minutos. Una vez enfriada a 36°C , se agregó 0,02% de cloruro de calcio, y a continuación un fermento comercial de adición directa a tina, compuesto por cepas de *Streptococcus thermophilus* (STAR-IDC, Centro Sperimentale del Latte, Milano, Italia), a razón de 0,8 g por cada 100 litros de leche. Posteriormente se adicionó el coagulante de acuerdo al tipo de queso elaborado. Una vez que la cuajada alcanzó el grado de consistencia deseado, fue cortada con una lira hasta el tamaño de grano de maíz. Para realizar el lavado y la cocción de la cuajada se extrajo un tercio del volumen de suero, el que se reemplazó por igual volumen de agua a 47°C . La mezcla resultante, a aproximadamente 40°C , fue calentada mediante camisa de calefacción hasta 45°C , siempre bajo agitación, manteniéndose en esas condiciones hasta lograr el grado de secado necesario para este tipo de queso. Completada esta operación, se dejó asentar la cuajada en el fondo y se extrajo el suero sobrenadante por medio de bomba centrífuga. Finalmente, la cuajada fue llevada a moldes cilíndricos de 25 cm de diámetro y 13 cm de altura, en los que permaneció, bajo un ligero prensado de 0,2 a $0,3 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, durante 24 horas, posteriormente fueron desmoldados y salados por inmersión en salmuera saturada a 15°C , durante 48 horas. La maduración se realizó en cámara a 15°C , con 80% de humedad, durante 30 días.

Para los quesos experimentales, se descremó aproximadamente el 50% de la leche de elaboración mediante una centrífuga de platos (Alfa Laval Separator Co, Tumba, Sweeden), operada a 40°C . La leche obtenida, con menos de 0,1% de materia grasa, fue mezclada con leche entera hasta lograr el nivel de grasa del $1,8 \pm 0,05\%$ y pasteurizada posteriormente. Para los quesos adicionados de Simplese (E2, E3, E4 y E5), de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, este producto fue disuelto previamente en un 20% del volumen total de leche a emplear, calentándose luego la mezcla hasta 80°C durante 10 minutos. Luego de enfriado, se agregó el resto de la leche, obteniendo una concentración final de Simplese del 2% sobre la leche de elaboración.

2.3. Determinaciones químicas

- Análisis de la materia prima: En la leche se determinaron los contenidos de: materia grasa, sólidos totales y proteínas totales, mediante métodos FIL (Associazione Italiana Tecnici del Latte, 1985, 1995).
- Análisis de los quesos:
 - a. Composición global: En los quesos al final de la maduración, se evaluó el contenido de materia grasa, humedad y proteínas totales, según FIL.
 - b. Hidrólisis de las proteínas: El estudio de la proteólisis se realizó determinando las fracciones nitrogenadas correspondientes a nitrógeno soluble a pH 4,6, en ácido tricloroacético 12% y en ácido fosfotúngstico 2,5% en cuajadas (0 día) y en quesos al final de la maduración (30 días), de acuerdo a FIL (International Dairy Federation, 1999). El grado de maduración se calculó como la relación entre nitrógeno soluble a pH 4,6 y nitrógeno total. Los residuos insolubles a pH 4,6, tanto de las cuajadas como de los quesos al final de la maduración, fueron analizados por electroforesis en gel de poliacrilamida, en presencia de urea (UREA-PAGE), según el método de A.T. Andrews (Andrews, 1983). Para ello se empleó una cuba electroforética modelo Mini Protean II (Bio-Rad Laboratories California E.E.U.U.), para geles en placa, provista de una fuente de poder Model 1000/500 de la misma firma. Se empleó el sistema de gel discontinuo, con una concentración de acrilamida de 12% para el gel separador, y 4% para el gel de apilamiento. Se trabajó con geles de 7 cm de largo por 8 de ancho y 1,5 mm de espesor. La electroforesis se desarrolló en medio alcalino, usando buffer Tris-Glicina a pH 8,3, a un voltaje constante de 150 Volt y una intensidad de corriente máxima de 45 mAmpere.
 - c. Hidrólisis de la materia grasa: La acidez libre total de la materia grasa y el perfil de ácidos grasos libres (AGL), fueron evaluados conforme a la metodología propuesta por S. Bernal (Bernal et al., 1998). Se realizó una extracción en caliente con hexano a pH menor de 2 de una muestra de queso conteniendo como estándar interno los ácidos grasos C7:0 y C17:0, mediante un equipo continuo. El extracto etéreo fue valorado con NaOH 0,1 N, en dos fases constituidas por isopropanol/agua y hexano, obteniendo así la acidez libre total. A continuación, mediante una ampolla de decantación, se extrajo la fase inferior que contenía las sales de los AGL, se filtró y se secó en estufa a 100°C. Las sales se esterificaron con una mezcla de etanol y ácido sulfúrico al 10%,

a 70°C, durante una hora y los ésteres etílicos fueron extraídos con n-hexano, y se analizaron por cromatografía, en un cromatógrafo de gases PERKIN ELMER Serie 9000, Auto System XL, con detector FID e inyector split-splitless, provisto de una columna capilar de polietileno glicol PE-Wax (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm). El programa de temperatura adoptado consistió en: 50°C - 5 min; 150°C - 3 min y 230°C - 5 min, con velocidades de calentamiento de 10°C min⁻¹. Las temperaturas del inyector y del detector fueron 220°C y 275°C respectivamente. El volumen de inyección fue 1 µl en split, y se usó nitrógeno como gas transportador.

2.4. Evaluaciones sensoriales

Al final de la maduración, se analizó sensorialmente una réplica de cada tipo de queso elaborado. Para ello, en una sala ambientada, con cuatro cabinas individuales e iluminación adecuada, un panel compuesto por siete jueces entrenados evaluó por duplicado las muestras, que identificadas por números aleatorios, fueron presentadas en dos secuencias. El panel acordó los atributos más representativos de la calidad sensorial y el manejo de las escalas.

La evaluación se realizó comparando los quesos experimentales (E), con el testigo (T). Se trabajó con escalas no estructuradas de 10 cm, ancladas en los extremos. Los atributos adoptados fueron aroma, sabor, color, aspecto de la masa, firmeza, elasticidad, plasticidad, flavor genuino, gusto salado y off flavor residual. Los valores asignados a los mismos por cada uno de los siete jueces, fueron promediados, realizándose las comparaciones entre las medias por medio de test de ANOVA.

2.5. Tratamiento estadístico de los resultados

Los resultados de los análisis químicos de las tres réplicas realizadas para cada tipo de queso estudiado, fueron promediados, calculándose las respectivas desviaciones estándar. Las comparaciones entre medias se llevaron a cabo por medio del test de ANOVA de una vía, detectándose las diferencias por medio del test de Duncan.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Composición global

En la Tabla I se presentan los datos de las determinaciones químicas efectuadas en los quesos al final de la maduración (30 días). Se puede observar que el contenido de materia grasa promedio para los quesos testigo, elaborados con leche entera, fue 30,4%, mientras que para los quesos experimentales, con leche descremada, este valor osciló entre

Tabla I
**Composición química de los quesos al final de la maduración (30 días).
 Valores medios y desviaciones estándar para tres elaboraciones**

	T	E1	E2	E3	E4	E5
Materia grasa (%)	30,40 ± 1,23	20,43 ± 0,56	15,18 ± 0,70	14,49 ± 2,26	14,18 ± 2,55	13,52 ± 1,45
Proteínas totales (%)	21,50 ± 1,30	27,80 ± 2,20	26,50 ± 1,80	25,70 ± 1,30	26,90 ± 0,90	27,50 ± 1,60
Humedad (%)	41,70 ± 1,90	43,90 ± 1,90	50,50 ± 1,50	50,50 ± 1,30	52,10 ± 3,20	50,70 ± 2,20

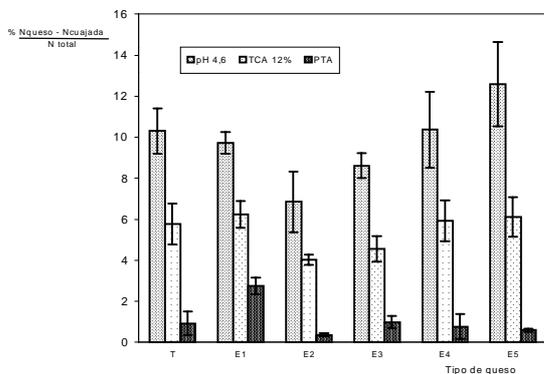
T: queso testigo - E1: queso experimental 1 - E2: queso experimental 2 - E3: queso experimental 3 - E4: queso experimental 4 - E5: queso experimental 5. Para detalles ver texto

13,52 y 20,43%. Esta variación está de acuerdo con el contenido de humedad de estos productos el cual resultó superior, sobre todo para aquellos adicionados con Simplese (E2, E3, E4, E5), debido a la capacidad de absorción de agua de este aditivo. Con respecto al contenido de proteínas totales, se puede apreciar que como consecuencia de la reducción en la materia grasa, los quesos experimentales arrojaron valores superiores a los testigos. La adición de Simplese no conduce a mayores niveles de proteína, dado que con esta práctica paralelamente se incrementa la humedad final.

3.2. Hidrólisis de la proteína

En la Figura 1 se muestran los incrementos de las distintas fracciones nitrogenadas durante la maduración, referidas al contenido de nitrógeno total. La producción de las distintas fracciones nitrogenadas no resultan significativamente diferentes (*P* < 0,05) entre el queso descremado sin ningún tipo de aditivo (E1) y el queso testigo (T). La adición de Simplese, sin embargo, provoca situaciones diversas según se

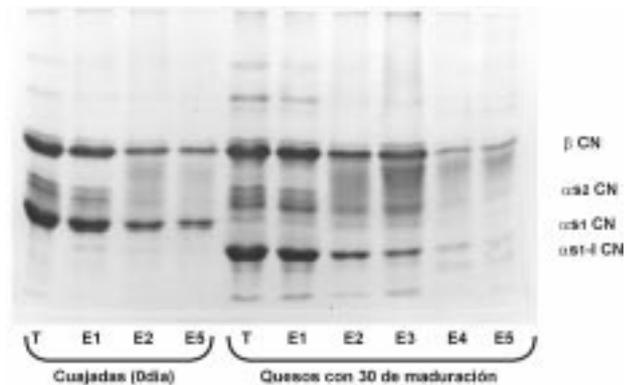
lo acompañe o no con otros agregados. En el caso de los quesos experimentales E2, en los que se adicionó solamente Simplese, la producción de fracciones nitrogenadas resulta la más baja. Este hecho, posiblemente se debe a que el aporte proteico realizado por este sustituto de la grasa, consiste en proteínas de suero, las cuales presentan una particular resistencia a ser hidrolizadas por los equipos enzimáticos naturalmente presentes en los quesos (Candioti, 2001). La combinación de Simplese con coagulante de cabrito (E3), produce un aumento en la producción de fracciones nitrogenadas con respecto a E2, muy probablemente debido a las proteasas que acompañan a este coagulante. La combinación de Simplese y proteasa Miles (E4) da lugar a un notable incremento en las fracciones nitrogenadas, fundamentalmente por la fuerte acción hidrolítica ejercida por esta enzima, verificada en experiencias anteriores (Zalazara, 1994). Análogamente, la combinación de Simplese con coagulante de cabrito y proteasa (E5), también arrojó elevados valores de proteólisis. Estos resultados no deben sin embargo, ser considerados en forma aislada, ya que



T: queso testigo - E1: queso experimental 1 - E2: queso experimental 2 - E3: queso experimental 3 - E4: queso experimental 4 - E5: queso experimental 5. Para detalles ver texto

Figura 1

Incremento relativo al contenido de nitrógeno total de las distintas fracciones nitrogenadas entre el queso al final de la maduración (30 días) y la cuajada (0 día).

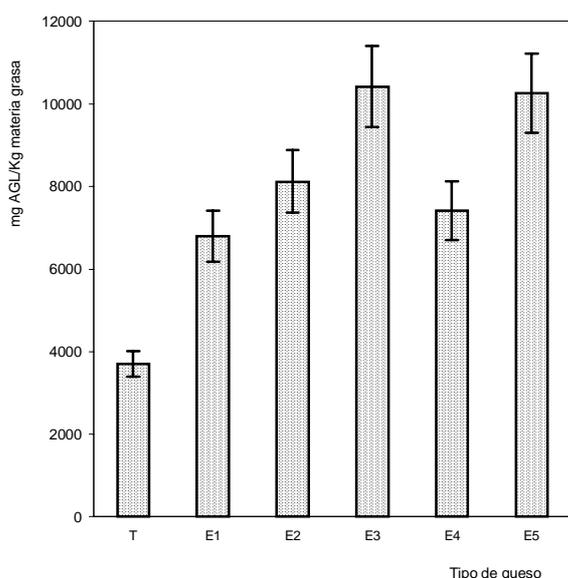


T: queso testigo - E1: queso experimental 1 - E2: queso experimental 2 - E3: queso experimental 3 - E4: queso experimental 4 - E5: queso experimental 5. Para detalles ver texto

Figura 2

Electroforesis por UREA-PAGE de las fracciones nitrogenadas insolubles a pH 4.6

un mayor nivel de proteólisis no indica necesariamente una mejor calidad organoléptica. El perfil macroscópico de la proteólisis se puede apreciar en la Figura 2, en la cual se muestran los trazados electroforéticos de los distintos quesos elaborados al principio (0 día) y al final de la maduración (30 días). En la misma, se observa que las muestras provenientes de quesos elaborados con adición de Simplese (E2, E3, E4 y E5), presentan una zona difusa entre la β y α s1 caseínas que corresponde a las proteínas de suero. En efecto, se ha encontrado que la separación electroforética de estas proteínas en presencia de urea, conduce a la obtención de geles manchados que dificultan su resolución (Van Hekken, 1992). Sin embargo, la inclusión de urea como agente disociante, es necesaria para producir una eficaz separación de la caseínas (Peterson, 1963, Thompson, 1970). Con respecto a la proteólisis de las caseínas, se puede ver que durante la maduración, en todos los quesos se produjo una intensa degradación de las α s1 CN y α s1-I CN. En los quesos adicionados de la proteasa comercial (E4 y E5), se verificó una fuerte hidrólisis tanto de las caseínas como de las proteínas del suero. Indudablemente, este resultado es atribuible a la acción de esta enzima, dado que se ha encontrado que la β CN al igual que las proteínas del suero, son resistentes a la acción proteolítica del coagulante y de las proteasas de origen microbiano (Zalazar, 1995, Candiotti, 2001).



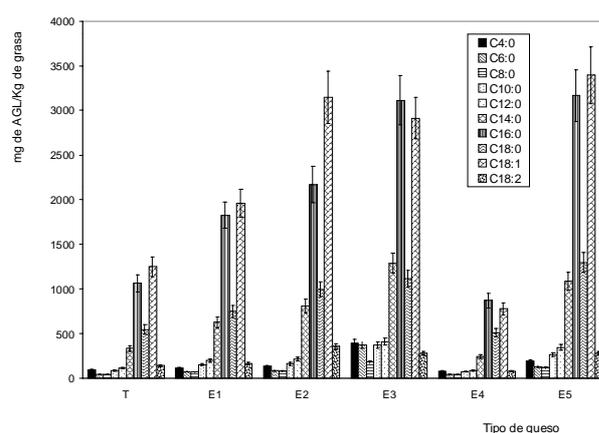
T: queso testigo - E1: queso experimental 1 - E2: queso experimental 2
- E3: queso experimental 3 - E4: queso experimental 4 -
E5: queso experimental 5.
Para detalles ver texto

Figura 3

Incremento relativo de acidez libre total entre el queso al final de la maduración (30 días) y la cuajada (0 día).

3.3. Hidrólisis de la materia grasa

En la Figura 3 se presentan los incrementos relativos de acidez libre total de la materia grasa entre el queso al final de la maduración (30 días) y la cuajada (0 día), expresados en mg de ácidos grasos libres totales por kg de materia grasa (mg AGL/kg de grasa). Se observa que los quesos experimentales arrojaron valores superiores a los correspondientes a los quesos testigo. Este resultado podría atribuirse a las mejores condiciones para el desarrollo de reacciones enzimáticas que presentaron los primeros, en virtud de su mayor contenido de humedad y consecuentemente una actividad acuosa más elevada (Marcos, 1993). En el caso particular de los quesos elaborados con coagulante de cabrito (E3 y E5), este efecto se ve potenciado por la presencia de la lipasa pregástrica (Fox, 1996). En la Figura 4 se observa el perfil de ácidos grasos libres, al final de la maduración, para los distintos tipos de quesos elaborados. Como puede apreciarse, los ácidos grasos liberados en mayor cantidad, para todos los tipos de quesos, son los correspondientes a C16:0 y C18:1, lo cual está de acuerdo con la elevada proporción en que ellos se encuentran en la leche, constituyendo el 26,3 y 29,8% en peso de los AG totales respectivamente (Christie, 1995). Asimismo, es importante destacar la mayor proporción de AGL de bajo peso molecular que se observa en los quesos E3 y E5, lo que indudablemente es debido a la presencia del coagulante de cabrito, cuya lipasa libera preferentemente los ácidos grasos de bajo peso molecular (Batistoti, 1993).



T: queso testigo - E1: queso experimental 1 - E2: queso experimental 2
- E3: queso experimental 3 - E4: queso experimental 4 -
E5: queso experimental 5.
Para detalles ver texto

Figura 4

Perfil de ácidos grasos libres al final de la maduración para los distintos quesos elaborados.

3.4. Análisis sensorial

En una sesión previa a la evaluación definitiva, el queso testigo (T) fue cotejado con dos muestras de mercado, calificadas como referencias por los expertos, y se encontró que no había diferencias significativas entre ellas, para todos los atributos evaluados. En el paso siguiente, el queso (T), fue presentado a los evaluadores como testigo en cada una de las sesiones siguientes. En la Tabla II se presentan los valores medios de los atributos evaluados y las comparaciones por ANOVA de una vía realizadas entre ellos. El análisis de ésta, indica que no hay diferencias significativas para todos los atributos entre el queso T y el experimental E1, presentando ambos más aroma, más color, mejor aspecto de la masa, mayor firmeza y elasticidad, mayor intensidad de flavor genuino y menor intensidad de gusto salado y off flavor residual que el resto de los productos experimentales. Las características sensoriales del queso E1 resultaron prácticamente iguales a las del testigo T, aún cuando el contenido graso fue del alrededor de un 30% menor. En contraposición, la muestra E2 presentó las características más deficientes ya que el agregado de Simplese incidió en forma negativa fundamentalmente en la firmeza, elasticidad, flavor genuino y off flavor residual. La incorporación de coagulante de cabrito mejoró algunas características, tal como puede apreciarse para los resultados de los quesos E3 y E5. Este resultado está de acuerdo con la mayor proporción de AGL hallada en estos quesos (Urbach, 1993). Sin embargo, el agregado de la proteasa comercial en el queso E5 incidió negativamente sobre el flavor genuino, posiblemente debido a la producción de una mayor cantidad de compuestos nitrogenados solubles que aportarían aromas y sabores no genuinos.

4. CONCLUSIONES

La inclusión de proteínas de suero modificadas, solas o en combinaciones con coagulante de cabrito en pasta y proteasas comerciales, no evidenció un efecto positivo sobre la calidad de los quesos semiduros bajos en grasa, afectando en forma negativa principalmente la elasticidad y firmeza de los mismos.

El empleo del coagulante de cabrito y la proteasa comercial mejoró algunos atributos, pero el queso perdió características de genuinidad por la excesiva producción de fracciones nitrogenadas posiblemente ajenas a una correcta maduración.

Los quesos semiduros bajos en grasa sin ningún agregado exhibieron similares niveles de producción de fracciones nitrogenadas solubles y características organolépticas comparables a los quesos testigo.

Es probable que la incorporación de otros tipos de proteasas que produzcan efectos más identificados con una maduración correcta, el uso de coagulante de cabrito y la exclusión de Simplese, conduzcan a quesos bajos en grasa con características aún superiores a las que se encontraron en el presente trabajo para el queso descremado sin ningún tipo de aditivos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional del Litoral (CAI+D) 12/H15) y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (PICT 4806) por el apoyo financiero brindado al presente trabajo.

Los autores agradecen además la colaboración de la Sta. Silvia Costa en los análisis sensoriales, del Sr. Agustín E. Ceresoli en las elaboraciones casearias y del Sr. Rubén A. Pantanali en el procesamiento fotográfico de las electroforesis.

Tabla II
Valores medios de los atributos sensoriales de los quesos al final de la maduración

Queso	Atributo								
	Aroma	Color	Aspecto de la masa	Firmeza	Elasticidad	Plasticidad	Flavor genuino	Gusto salado	Off flavor residual
T	8,70c	7,07b	7,48c	8,34c	8,16c	8,33a	7,70b	4,20a	1,82a
E1	8,56c	7,18b	7,33c	8,35c	8,27c	7,97a	7,45b	4,37a	1,73a
E2	4,64a	2,86a	4,58a	2,82a	2,76a	8,15a	1,63a	7,29d	7,45c
E3	5,23ab	6,14b	5,68ab	2,56a	3,32a	7,84a	2,14a	5,62bc	5,69b
E5	6,36b	6,13b	6,87bc	5,68b	4,75b	7,88a	2,08a	6,10c	7,47c

Las letras iguales para un mismo atributo, indican diferencias no significativas al nivel 0,01.

T: queso testigo - E1: queso experimental 1 - E2: queso experimental 2 - E3: queso experimental 3 - E4: queso experimental 4 - E5: queso experimental 5. Para detalles ver texto

BIBLIOGRAFÍA

1. Andrews, A. T. (1983). Proteinases in normal bovine milk and their action on caseins. *Journal of Dairy Research* **50**, 45-55.
2. Ardö, Y. (1993). Characterizing ripening in low-fat, sem-hard roun-eyed cheese made with undefined mesophilic DL-starter *International Dairy Journal*, **3**, 343-357.
3. Ardö, Y.; Gripon, J.C. (1995). Comparative study of peptidolysis in some semi-hard roun-eyed cheese varieties with different fat contents. *Journal of Dairy Research*, **62**, 543-547.
4. Associazione Italiana Tecnici del Latte (1985). Norme FIL-IDF, Parte III, pp 166-180, Reggio Emilia, Italia.
5. Associazione Italiana Tecnici del Latte.(1995). Norme FIL-IDF, Parte IV,pp 109-112, 74-82. Reggio Emilia, Italia.
6. Batistoti, B. and Corradini, C. in P.F. Fox (Ed.) Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 2, Chapter 7 Italian cheeses pp 234-240, Chapman & Hall, London, 1993.
7. Bernal, S.M.; Perotti, M.C.; Zalazar, C.S.; Cardell, D.; Zalazar, C.A. (1998). Evaluación de ácidos grasos libres en quesos argentinos. *Revista Argentina de Lactología*, N° 17, 35-48.
8. Candioti, M.C., Zalazar, C.A., Meinardi, C.A., Hynes, E. (2001). Susceptibility of whey proteins to the action of commercial proteases used in food processing. *The Australian Journal of Dairy Technology* **56**, 35-37.
9. Centro de la Industria Lechera. Reseña estadística de la lechería argentina y mundial. (2000). *Industria Lechera*, **81**, N° 725.
10. Christie, W. W. in P.F. Fox (Ed.). Advanced Dairy Chemistry, Volume 2, Chapter 1 Composition and structure of milk lipids, pp 13, Chapman & Hall, London, 1995.
11. De la Canal y Asociados (1999). Código Alimentario Argentino, artículo 633. Buenos Aires.
12. Drake, M. A.; Boylston, T. D. and Swanson, B. G. (1996). Fat Mimetics in Low-Fat Cheddar Cheese. *Journal of Food Science* **61** (6): 1267-1270.
13. Fox, P.F.; Wallace, J.M.; Lynch, C.M.; Niland, E.J. and Tobin, J. (1996). Acceleration of cheese ripening. *Antonie van Leeuwenhoek*, **70**, 271-297.
14. International Dairy Federation, (1999). Bulletin N°137/1999, Chemical Methods for Evaluating Proteolysis in Cheese Maturation (Part 2).
15. Marcos, A. (1993). in P.F. Fox (Ed.) Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 1, Chapter11, Water activity in cheese in relation to composition, stability and safety, pp 439-466. Chapman & Hall, London, 1993.
16. Mc Mahon, D. J.; Alleyne, M. C.; Fife, R. L. and Oberg, C. J. (1996). Use of Fat Replacers in Low Fat Mozzarella Cheese. *Journal of Dairy Science* **79**: 1911-1921.
17. Peterson, R.F. (1963). High resolution of milk proteins obtained by gel electrophoresis. *Journal of Dairy Science* **46**: 1136-1139.
18. Thompson, M.P. (1970). Phenotyping milk proteins: a review. *Journal of Dairy Science* **53**: 1341-1348.
19. Urbach, G. (1993). Relation between cheese flavour and chemical composition. *International Dairy Journal* **3**, 389-422.
20. Van Hekken, D. L. and Thompson, M. P. (1992). Application of PhastSystem® to the Resolution of Bovine Milk Proteins on Urea-Polyacrylamide Gel Electrophoresis. *Journal of Dairy Science* **75**: 1204-1210.
21. Zalazar, C. A.; Meinardi, C. A.; Candioti, M. C.; Bernal, S. M. e Hynes, E. R. (1995). La maduración del queso Cremoso Argentino. *Revista Argentina de Lactología* **7** (11) 59-72.
22. Zalazar, C. Meinardi, C., Candioti, M. (1994). The effect of microbial proteases on pategras cheese ripening. *Microbiologie-Aliments-Nutrition*, **12**, 295-301.
23. Zalazar, C.S., Bernal, S., Zalazar, C. (1998). Quesos reducidos en materia grasa: revisión del estado actual de conocimientos y tecnologías. *Microbiologie-Aliments-Nutrition*, **16**, 135-142.
24. Zalazar, C.S., Meinardi, C., Bernal, S., Zalazar, C. (1999). Effect of moisture level and use of fat replacers on quality of low fat Argentinean soft cheeses *Microbiologie-Aliments-Nutrition*, **17**, 71-78.
25. Zalazar, C.A., Zalazar, C.S., Bernal, S.M., Bértola, N., Bevilacqua, A., Zaritzky, N. (2002). Effect of moisture level and fat replacer on physicochemical, rheological and sensory properties of low fat cheeses. *International Dairy Journal* **12**, 45-50.

Recibido: Agosto 2001
Aceptado: Abril 2002