



**Efecto del contenido de grasa de la
leche sobre la calidad y capacidad de
almacenamiento de ricota**

Magalí, Darré

Director: Dr. Ariel, Vicente

Co-director: Dra. María Laura, Lemoine

Lugar de Trabajo:



Este trabajo final de grado de la Carrera de Ingeniería Agronómica de La Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de La Universidad Nacional de La Plata, fue realizado en el Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales (LIPA).

Quiero agradecer a mi familia por todo el esfuerzo que hizo para que yo pueda estudiar la carrera que elegí, por ayudarme, apoyarme y darme fuerza en los momentos difíciles para seguir adelante con este sueño,

También quiero agradecer especialmente a Elisa Miceli, Ariel Vicente y todo el equipo de trabajo de Agroindustrias por su colaboración y cariño durante estos dos años de trabajo, es un orgullo para mi haber trabajado con ustedes me han recibido siempre con alegría y palabras de aliento.

Estoy agradecida a la Facultad por haberme puesto en el camino gente con una calidez humana y excelentes personas que voy a llevar siempre en el corazón.

INDICE GENERAL

	Página
1. INTRODUCCIÓN	
1.1. GRASAS Y ACEITES	10
1.2. LA GRASA DE LA LECHE	11
a. Composición química de la grasa láctea	11
b. Estructura fisicoquímica de la grasa de la leche	11
1.3. ASOCIACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE GRASA Y LA SALUD	12
1.4. PRODUCCIÓN LÁCTEA ARGENTINA	13
1.5. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LOS QUESOS	14
1.6. OBTENCIÓN DE QUESOS REDUCIDOS EN CALORÍAS	16
2. OBJETIVO E HIPÓTESIS	
3. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. ELABORACIÓN DE RICOTA CON DIFERENTES NIVELES DE GRASA, EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO, COMPOSICIÓN Y CALIDAD ORGANOLÉPTICA Y ACEPTABILIDAD	21
3.2. ELABORACIÓN DE RICOTA CON DIFERENTES NIVELES DE GRASA, EVALUACIÓN DE SU ESTABILIDAD DURANTE EL ALMACENAMIENTO REFRIGERADO	21
3.3. DETERMINACIONES ANALÍTICAS	
a. Rendimiento	22
b. Materia grasa	22
c. Proteína	22
d. Cenizas	23
e. Análisis sensorial	23

f. Humedad	23
g. Color	23
h. Dureza	23
i. Acidez y pH	24
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24
4. RESULTADOS	
4.1. COMPOSICIÓN DE MATERIA PRIMA	26
4.2. RENDIMIENTO, MATERIA GRASA, PROTEÍNA y CENIZAS	26
4.3 ANÁLISIS SENSORIAL	30
4.4. HUMEDAD	31
4.5. COLOR	32
4.6. DUREZA	35
4.7. ACIDEZ y pH	36
5. CONCLUSIONES	38
6. REFERENCIAS	40

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

I. TABLAS

Página

Tabla 1: *Composición de algunos alimentos (USDA, 2012).*

Tabla 2. *Materia grasa, acidez, pH y recuentos de bacterias aerobias mesófilas de leche utilizada para la elaboración de ricota entera, parcialmente descremada y descremada.*

Tabla 3. *Materia grasa de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).*

II. FIGURAS

Figura 1. *Rendimiento de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).*

Figura 2. *Proteína de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).*

Figura 3. *Ceniza de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).*

Figura 4. *Aceptabilidad de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).*

Figura 5. *Humedad de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).*

Figura 6. Color (b^*) de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

Figura 7. Apariencia de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

Figura 8. Luminosidad (L^*) de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

Figura 9. Dureza de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

Figura 10. pH de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

Figura 11. Acidez de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

RESUMEN

En los últimos años se están realizando estudios tendientes al reducir el nivel de grasa, la carga calórica y el colesterol de los alimentos. La disminución de los niveles lipídicos en los alimentos puede modificar sus propiedades físicas, químicas y funcionales. En el presente trabajo se estudió el efecto del contenido de grasa de la leche, sobre el rendimiento, la calidad organoléptica, la aceptabilidad y estabilidad de ricota. Se elaboró ricota con leche entera, parcialmente descremada y totalmente descremada y se analizó el rendimiento, el contenido de grasa, proteína y cenizas y la aceptabilidad por parte de un panel de consumidores. Asimismo se determinó antes del almacenamiento y luego de 3, 7 ó 10 d a 4 °C el color, la luminosidad, el pH, la acidez, la humedad, la dureza de las ricotas con diferente nivel de grasa. El rendimiento varió entre 8 y 12% correspondiendo los valores más elevados para la ricota elaborada a partir de leche entera. El contenido de grasa fue de 16, 8 y 0% para la ricota entera, con nivel intermedio de grasa y magra respectivamente. La concentración de proteína varió en forma inversa al de materia grasa. Las ricotas no mostraron diferencias en el contenido de cenizas, pero se observó una tendencia hacia niveles superiores en las muestras con mayor concentración de proteína. La ricota entera presentó menos contenido de agua, color más amarillo y menor dureza. La acidez y el pH se ubicaron en 0,15% y 5,8 respectivamente y no fueron afectados marcadamente ni entre ricotas ni por el tiempo de almacenamiento. Finalmente, los consumidores prefirieron la ricota entera respecto a la ricota totalmente descremada. De todos modos, no encontraron diferencias desde el punto de vista sensorial en términos de textura, sabor, color y aceptabilidad global entre la ricota entera y aquella elaborada con leche parcialmente descremada. Los resultados de este trabajo sugieren que el nivel de grasa y la carga calórica de la ricota de leche entera pueden reducirse en un 40% sin provocar cambios negativos en la calidad.

Palabras clave: quesos, ricota, lípidos, calidad, almacenamiento

1. INTRODUCCIÓN



1.1. GRASAS Y ACEITES

Las grasas y aceites son requeridos en la nutrición humana como fuente de energía y poseen además funciones metabólicas directas y estructurales (FAO, 1994). Clásicamente se han definido como un grupo de compuestos solubles en solventes orgánicos. A partir de esta definición se comprende que desde el punto de vista químico incluye compuestos muy diversos tales como ácidos grasos (AG), mono- di y triglicéridos, fosfolípidos, esteroides, carotenoides, vitamina A, D, E y K entre otros (Burlingame *et al.*, 2009). Los más comunes son los triglicéridos, formados por esterificación de tres ácidos grasos (AG) con el glicerol, acompañados por pequeñas cantidades de fosfolípidos mono y di-glicéridos y esteroides.

Los AG más comunes en la dieta se subdividen en saturados (ej. esteárico, palmítico), monoinsaturados (oleico) y poli-insaturados (linoleico, linolénico). En general, los AG comunes poseen un número par de átomos de carbono y presentan estructuras no ramificadas (FAO, 2008). Las dobles ligaduras de los AG insaturados de origen vegetal ocurren en forma más frecuente en la orientación *cis*, esto es, los átomos de hidrógeno asociados con las dobles ligaduras se encuentran del mismo lado respecto al eje principal de la molécula (Fennema, 1993). Los provenientes de animales poligástricos, contienen una pequeña proporción de isómeros *trans* (los átomos de hidrógeno asociados con las dobles ligaduras se encuentran en lados opuestos de la molécula) que son producidos por acción microbológica en el rumen (Manzur *et al.*, 2009). Esta cantidad usualmente no sobrepasa el 3-5% del total por lo que en la actualidad, la mayor fuente de isómeros *trans* en la dieta humana deriva de la hidrogenación industrial de aceites vegetales que propende al aumentar la saturación de ácidos grasos, a modificar su fluidez y estabilidad ante la oxidación (Fennema, 1993).

1.2. LA GRASA DE LA LECHE

a. Composición química de la grasa láctea

Los triglicéridos constituyen el 95-99% del total de los lípidos presentes en la leche. Los AG saturados representan cerca de los dos tercios del total, siendo los más abundantes los ácidos mirístico (C14), palmítico (C16) y esteárico (C18). Los AG saturados de pequeño peso molecular como el butírico (C4), caproico (C6), caprílico (C8) y cáprico (C10) ascienden a 8-9% y son característicos de la grasa de la leche. El ácido oleico es el AG insaturado más abundante en la leche (**Alais, 1985**). Asimismo, una pequeña proporción de la grasa incluye a los fosfolípidos y a otros lípidos complejos como los esfingolípidos. Finalmente, se encuentran algunas vitaminas (D, E y K), los esteroides y carotenoides. Los esteroides están representados fundamentalmente por colesterol que interviene no sólo en la constitución de la membrana de los glóbulos grasos sino también formando complejos con las proteínas en la fase no grasa de la leche (**Veisseyre 1988**). El carotenoide más abundante es el β - caroteno, precursor de la vitamina A y responsable de la coloración de la materia grasa.

b. Estructura fisicoquímica de la grasa de la leche

La grasa de la leche forma una emulsión de pequeños glóbulos esféricos u ovoides según la raza del animal. Los glóbulos poseen un tamaño variable de 5 a 20 micrones de diámetro (**Alais, 1985**). Están formados por una película protectora lipoproteica. Los fosfolípidos, cefalinas, el colesterol, algunos metales prooxidantes y enzimas de importancia tecnológica en la determinación de la eficacia de los tratamientos térmicos, como la fosfatasa alcalina, se encuentran asociados con la membrana de los glóbulos. Por otro lado en el interior de los glóbulos grasos se ubican los triglicéridos.

La estabilidad de la materia grasa de la leche depende del estado de los glóbulos: si su membrana se altera ya sea por microorganismos, acidificación, o

acciones violentas, se favorece por un lado la adhesión de los glóbulos grasos formando racimos que ascienden a la superficie de la leche y por otra parte la oxidación (Veisseyre, 1988).

1.3. ASOCIACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE GRASA Y LA SALUD

Existe clara evidencia de que el papel de las grasas en las dietas saludables es muy importante permitiendo lograr un apropiado balance energético y con ello el mantenimiento de un peso equilibrado y una incorporación óptima de nutrientes (Burlingame *et al.*, 2009). Un panel de expertos de la Organización Mundial de la Salud ha propuesto que para la mayor parte de los individuos, el 15% de la energía total en la dieta debe provenir de las grasas (20% para mujeres en edad reproductiva y adultos con índice de masa corporal menor a 18,5) (FAO, 2008). Asimismo, algunos lípidos como los AG omega-6 (ácido linoleico) y omega-3 (ácido α -linolénico) son considerados esenciales (no pueden ser sintetizados por el ser humano) y son importantes, ya sea en forma directa o bien como precursores de ácidos de cadena más larga (Manzur *et al.*, 2009). El consumo mínimo de AG esenciales para prevenir síntomas de deficiencia se estima en 2,5 y 0,5% de la energía total para el ácido linoleico y linolénico respectivamente (FAO, 1994).

Más allá de sus importantes funciones, el consumo de grasas tanto en calidad como en cantidad debe ser equilibrado. Los infartos y accidentes cerebro-vasculares son responsables de un tercio de las muertes en el mundo (cerca de 18 millones de vidas por año). Esto no es un problema ajeno y propio de países desarrollados, ya que en Latinoamérica el 31% de las muertes se originan en la actualidad por enfermedades cardiovasculares (Manzur *et al.*, 2009). En los últimos años, se ha observado un incremento en la frecuencia de esta patología junto con la obesidad y algunos tipos de diabetes. Esto probablemente se asocia con hábitos de vida más comunes en la actualidad como el tabaquismo, el sedentarismo y algunos desbalances nutricionales (Getz *et al.*, 2007). La alimentación inadecuada se considera como un

factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares así como de otros desórdenes metabólicos. Las dietas con excesivo nivel de grasa y calorías representan un problema creciente. Se ha establecido un máximo de consumo de grasas correspondiente a 30–35% de la energía total en la dieta para la mayor parte de los individuos (FAO, 2008). Asimismo, basándose en la literatura disponible se concluyó que existe convincente evidencia de que el remplazo de los ácidos grasos saturados (más comunes en grasas de origen animal) por poliinsaturados permite reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares. (Getz *et al.*, 2007). El reemplazo de AG saturados por monoinsaturados también posee un efecto beneficioso en la reducción del colesterol LDL (“colesterol malo”) y de la relación entre el colesterol total y el LDL, lo que resulta deseable desde el punto de vista de la salud (Manzur *et al.*, 2009). Por otra parte, los AG *trans*, se consideran responsables de provocar perfiles lipo-proteicos desfavorables aumentando el riesgo aterogénico respecto a los AG *cis* (Ascherio y Willett, 1997).

1.4. PRODUCCION LACTEA ARGENTINA

La producción anual de leche en Argentina es de 11.000 millones de litros. Esto ubica al país en el undécimo lugar como productor de leche con un volumen cercano a 2% del total mundial. Las principales provincias productoras son Buenos Aires (cuencas de Mar y Sierras, Oeste, Abasto Sur, Abasto Norte), Santa Fe (cuencas Sur, Central), Córdoba (cuencas Sur, Villa María, Noreste), Entre Ríos (cuencas A y B) y La Pampa. Santa Fé y Córdoba se destacan por su elevado aporte en volumen de leche (65% del total).

El consumo real de productos lácteos es cercano a 200 L/hab/año (equivalente leche), lo que ubica a nuestro país en niveles comparables con los de aquellos con más tradición a nivel mundial, como los del Norte Europeo, Estados Unidos y Nueva Zelanda.

Tradicionalmente Argentina fue un país que exportó solamente excedentes ya que la mayoría de los lácteos se consumían internamente. Pero luego de la crisis del 2001 y con el tipo de cambio competitivo, las exportaciones se incrementaron. Desde hace unos años, el volumen de ventas al exterior de productos lácteos se ha incrementado a un ritmo sostenido. Durante los últimos años, el destino de las exportaciones lácteas se diversificó, involucrando a alrededor de 100 países, donde los principales compradores son Argelia, Venezuela, México, Brasil y Chile. De todos modos, la mayor parte de la leche se utiliza para satisfacer la demanda interna. En el país, se encuentran más de un millar de industrias que procesan 8.500 millones de litros al año. El 17% del volumen de la producción láctea nacional se utiliza para la obtención de leche fluida (pasteurizada, esterilizada y chocolatada). La mayor proporción (67%) se destina a la elaboración de productos lácteos. El restante 7% constituye leche informal que no entra en ningún circuito de comercialización y elaboración formal de productos lácteos. La Argentina ocupa un lugar de privilegio en el ámbito internacional en lo que respecta a la producción de quesos, ubicándose hoy como el séptimo productor mundial de este producto (INTI, 2012). El 50% de la producción de leche industrializada se destina a la actividad quesera.

1.5. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LOS QUESOS

Las características nutricionales de los quesos por supuesto son muy variadas dependiendo del tipo considerado. De todos modos, en términos generales se trata de alimentos con alto contenido de proteínas, de elevado valor biológico y digestibilidad y bien provistos en calcio. En contraposición, suelen ser relativamente ricos en sodio y bajos en fibra. Su contenido de calorías es variable (150 a 400 Kcal cada 100 gramos) dependiendo fundamentalmente del nivel de agua y materia grasa. Como es esperable el contenido de colesterol depende también del nivel de grasa del producto.

Los quesos de muy alta humedad como la ricota poseen una densidad calórica no demasiado elevada en comparación con otros quesos. De todos modos, sus

niveles respecto a otros alimentos no son para nada despreciables. Como ejemplo, 100 g de ricota de leche entera poseen alrededor de 180 Kcal., contra menos de 100 en algunos alimentos que se suelen considerar inapropiados para dietas como papa o banana. En lo que hace al nivel de grasa, la ricota presenta un contenido aproximadamente cuatro veces mayor que en leche o yoghurt enteros y 10-15 veces por encima de frutas y hortalizas (**Tabla 1**). Lo mismo ocurre con el contenido de AG saturados y colesterol.

Tabla 1: Composición de algunos alimentos (USDA, 2012).

Componente	Ricota entera	Leche fluida	Yoghurt	Banana	Papa
Agua (%)	71,0	88,1	87,9	75,0	75,4
Energía (kcal)	180	60	61	89	93
Proteína (%)	11,30	3,15	3,45	1,09	1,96
Azúcares (%)	0,27	4,80	3,25	0,33	0,10
Fibra (%)	0	0	0	22,84	21,55
Lípidos (%)	14,0	3,25	4,66	2,6	1,5
Ca (mg/100g)	207	113	121	5	5
Na (mg/100g)	84	0,03	0,65	0,26	0,35
Ac. gras. sat. (%)	8,30	1,90	2,10	0,11	0,03
Ac. gras. monoins. (%)	3,60	0,80	0,90	0,03	0,00
Ac. Gras. poli-ins. (%)	0,40	0,20	0,10	0,07	0,04
Colesterol (mg/100g)	51	10	13	0	0

En resumen, si bien los quesos de alta humedad como la ricota presentan baja densidad calórica si se la compara con alimentos grasos, cárnicos o quesos de leche entera con menor contenido de agua, sus niveles son considerables respecto a muchos otros alimentos. La disponibilidad de alimentos hipercalóricos, ricos en sodio,

con grasas totales elevadas, AG *trans* y colesterol a precios relativamente bajos, facilita el consumo y contribuye al incremento de la incidencia de diabetes, obesidad, hipertensión y enfermedad vascular, en ciertos grupos poblacionales (**Manzur et al., 2009**).

1.6. OBTENCION DE QUESOS REDUCIDOS EN CALORIAS

El concepto de la elaboración de quesos con bajo contenido de grasa no es nuevo, pero la demanda por quesos magros continúa creciendo. Esto se relaciona con los intentos de control del consumo calórico por parte de los consumidores (**Bellisle et al., 1994**). En el año 2000 estos quesos representaban un 20% del total en Estados Unidos y el potencial de penetración de quesos con bajo nivel de grasa parece aún significativo (**Mistry, 2001**). Muchas personas que pretenden reducir el consumo de grasa en sus dietas, eligen consumir queso en forma menos frecuente y en porciones más pequeñas o sustituirlo por otros alimentos.

Mientras que los aspectos vinculados con la alimentación saludable son importantes, muchos consumidores aún no están dispuestos a renunciar a algunas cualidades organolépticas de los quesos. La grasa no es sólo importante en estos productos desde el punto de vista nutricional, sino que también contribuye a las propiedades funcionales (**Delahunty et al., 1996**). La textura incluye un amplio rango de percepciones sensoriales que relacionan la percepción de las manos y boca y el comportamiento del alimento durante la masticación. Estas características suelen ser muy importantes en la aceptabilidad de los alimentos. Los quesos de mediana y baja humedad reducidos en grasa son comúnmente muy elásticos. (**Olson y Johnson, 1990**). Sabores y aromas que son atípicos, también se han descrito en este tipo de quesos, respecto a los obtenidos con leche entera. En muchos casos se los describe como productos con mal sabor y aroma y con gusto amargo (**Kosikowski y Mistry, 1997**). Las propiedades funcionales de muchos quesos reducidos en grasa tampoco suelen ser buenas. De todos modos, los quesos no madurados con mayores niveles

de agua son los que presentan mayor aceptabilidad comercial. Los quesos de alta humedad se preparan en las diferentes regiones del mundo y en función de la producción predominante, en cada caso, a partir de leche o suero de diversas especies de rumiantes, incluyendo vaca, oveja, cabra y búfala (**Contarini et al., 2002**). Algunos quesos de muy alta humedad pueden prepararse tanto a partir de leche ya sea entera o parcialmente descremada como se mencionó anteriormente o de suero proveniente de la elaboración de otros productos lácteos (**Pizzillo et al., 2005**; **Monsalve y González, 2005**). La ricota se obtiene por precipitación mediante el calor y acidificación por agregado de ácidos orgánicos o algunas sales permitidas a ese fin, de las sustancias proteicas de la leche (entera, parcial o totalmente descremada) o del suero de quesos (**CAA, 1969**).

La elaboración de ricota de suero o bien de leche reducida en grasa es una forma sencilla de obtener un producto con menor contenido calórico. La influencia de la reducción del contenido de materia grasa sobre la calidad y estabilidad se ha estudiado en numerosos quesos (**Mistry, 2001**). En los de muy alta humedad los estudios son menos frecuentes. Esto probablemente se asocia con su inferior tenor calórico respecto a otros tipos de queso. De todos modos, desde el punto de vista de su uso recomendado para dietas, resultaría importante evaluar qué influencia posee la reducción del contenido de grasa y colesterol en este tipo de quesos. En tal sentido, en el presente proyecto se analizó la influencia del contenido de grasa de la leche sobre el rendimiento, la composición, la calidad organoléptica y la aceptabilidad de ricota. Otra característica de este tipo de quesos, es su alta perecibilidad debido a la elevada actividad acuosa (A_w) y a su buena disponibilidad de nutrientes para el desarrollo microbiano (**Acciaoli et al., 2009**; **Hough et al., 1999**; **Muchetti et al., 2002**). La estabilidad de los productos obtenidos con nivel de grasa variable podría mostrar diferencias. En tal sentido, se plantea en una segunda parte del proyecto analizar la influencia del contenido de materia grasa sobre la estabilidad del producto durante el almacenamiento refrigerado.

2. OBJETIVO E HIPÓTESIS



OBJETIVO

-Conocer el efecto del contenido de materia grasa sobre las propiedades nutricionales, el rendimiento, la calidad organoléptica y la aceptabilidad y estabilidad de ricota de leche.

HIPOTESIS

-La obtención de ricota a partir de leche con diferente nivel de materia grasa afecta las propiedades físicas y químicas, la calidad organoléptica, la aceptabilidad y la estabilidad de la ricota.

3. MATERIALES Y MÉTODOS



3.1. ELABORACIÓN DE RICOTA CON DIFERENTES NIVELES DE GRASA, EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO, COMPOSICIÓN Y CALIDAD ORGANOLÉPTICA Y ACEPTABILIDAD

Se realizaron elaboraciones de ricota a partir de i) 25 L de leche entera ii) 25 L de leche 0% de grasa y iii) 30 L de mezcla (1:1) de los 2 tipos de leche antes mencionados. Para determinar las características generales de la materia prima se determinó el contenido de grasa por el método de Gerber, la acidez por titulación con NaOH hasta pH 8,2, el pH en forma potenciométrica (AOAC, 1980) y recuento de bacterias aerobias mesófilas (IDF-FIL, 1991).

La coagulación de la leche para la elaboración de la ricota se realizó utilizando ácido acético al 25% p/v luego de calentar la leche a 75 °C. El precipitante se adicionó hasta la separación de los coágulos y la obtención de un suero amarillento y límpido. Se subió la temperatura hasta 85 °C en un período de 3 minutos y se cerró la fuente de calor. Se extrajo el coágulo y se analizó el rendimiento, la materia grasa, el contenido de proteína, las cenizas y la aceptabilidad global en términos de color, textura y sabor como se describe en la sección 3.3. Se realizaron dos elaboraciones para cada nivel de materia grasa.

3.2. ELABORACIÓN DE RICOTA CON DIFERENTES NIVELES DE GRASA, EVALUACIÓN DE SU ESTABILIDAD DURANTE EL ALMACENAMIENTO REFRIGERADO

Una fracción de la ricota elaborada según se describió en la sección 3.1 se envasó en recipientes de 200 g de capacidad y se almacenó a 4 °C por 0, 3, 7 y 10 días. Durante el almacenamiento se determinó la humedad, el color, la dureza, el pH y la acidez. Se realizaron dos elaboraciones independientes para cada nivel de grasa.

3.3. DETERMINACIONES ANALÍTICAS

a. Rendimiento

Se pesó la cantidad de producto obtenido para cada uno de los niveles de grasa. Se calculó el rendimiento para cada una de las elaboraciones (n=2).

b. Materia grasa

Se pesaron 2,5 g de muestra y se colocaron en un butirómetro Gerber para quesos. Se añadió ácido sulfúrico (δ 1,525) hasta cubrir la muestra, se agitó hasta su disgregación y se agregó 1 mL de alcohol amílico. Las muestras se llevaron a un baño de agua a 65 °C por 5 min y luego se centrifugaron por 5 min. Los butirómetros se colocaron nuevamente 5 min en un baño de agua a 65 °C y se realizó la lectura en la escala graduada. Se hicieron 2 determinaciones por tratamiento y elaboración (n=4).

c. Proteína

El contenido de proteína se determinó por el método de Kjeldahl. Se realizó la digestión de cada muestra colocado en balones 25 mL de ácido sulfúrico concentrado, 3 g. de catalizador (sulfato de cobre y sulfato de zinc) en una relación 1:10 m/m y 0,5 g de muestra. El balón se colocó en el digestor hasta que la muestra se tornó límpida. Se adicionó hidróxido de sodio 6 N para favorecer el desprendimiento del NH_3 formado y se colocó la muestra en el destilador. Se destiló la muestra recogiendo en una solución conteniendo 50 mL de ácido clorhídrico 0,1 N y 3-4 gotas de reactivo de Mortimer. Finalmente se tituló el destilado con hidróxido de sodio 0,1 N y se calculó el porcentaje de proteína ($N \times 6,38$). Para cada nivel de grasa se realizaron 2 determinaciones y en cada una de las dos elaboraciones (n=4).

d. Cenizas

Se pesaron 10 g de ricota en crisoles de porcelana y se las secó a 105 °C. Posteriormente la muestra se llevó a mufla a 550 °C hasta formación de cenizas blancas. Las cenizas se colocaron en un desecador hasta que llegaron a temperatura ambiente y se pesaron. Se calculó el contenido de cenizas. Se realizó 1 determinación por tratamiento y elaboración (n=2).

e. Análisis sensorial

La calidad sensorial de los quesos se analizó mediante un ensayo con una escala hedónica de 9 puntos evaluándose el color, el sabor, la textura y la aceptabilidad general. El panel contó con 36 consumidores no entrenados.

f. Humedad

Se pesaron aproximadamente 3 g de muestra en una cápsula conteniendo arena calcinada y una varilla previamente taradas. Con la muestra, la arena y con ayuda de la varilla se formó una pasta para minimizar la formación de costras durante el secado. Se llevó la cápsula a estufa a 105 °C hasta peso constante (**AOAC, 1980**). Los resultados se expresaron como porcentaje de humedad. Se realizaron 2 determinaciones por tratamiento y elaboración (n=4).

g. Color

Se determinó utilizando un colorímetro Minolta CR-400. Se analizaron los parámetros L* y b*. Se realizaron 10 medidas por tratamiento y elaboración (n=20).

h. Dureza

Se realizó un ensayo de compresión utilizando una sonda plana de 3 mm. Se comprimió la muestra a una distancia de 5 mm a una velocidad de 0,5 mm s⁻¹. Se

determinó la fuerza máxima durante el ensayo. Se realizaron 24 determinaciones para cada nivel de grasa y elaboración (n=48).

i. Acidez y pH

El pH se determinó con un electrodo de sólidos. Se realizaron dos determinaciones para cada una de las elaboraciones (n=4). Para la determinación de acidez se pesaron aproximadamente 3 g de muestra. Se adicionaron 30 mL de agua que se calentó a 40 °C. Las muestras se centrifugaron y se tituló el sobrenadante con hidróxido de sodio de normalidad conocida hasta pH 8,2 (AOAC, 1980). Los resultados se expresaron como g de ácido láctico cada 100 g de producto fresco. Se realizaron 2 determinaciones para cada nivel de grasa y en cada una de las dos elaboraciones (n=4).

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los experimentos se realizaron de acuerdo a un diseño factorial. Los datos se analizaron por medio de ANOVA y las medias se compararon con un test de Fisher a un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



4.1. COMPOSICIÓN DE LA MATERIA PRIMA

El contenido de materia grasa de la leche entera fue de 3,1% mientras que las leches parcial y totalmente descremada mostraron valores de 1,5 y 0,1% respectivamente (**Tabla 2**). La acidez se ubicó entre 13 y 14 °D y el pH de 6,7. Todos estos valores son normales para leche de vaca (**Alais, 1985**), encontrándose en el rango establecido para cada tipo de leche por el Código Alimentario Argentino (**CAA, 1969**). Por último, los recuentos de bacterias aerobias mesófilas se ubicaron en 3,6 y 4,1 x10⁴ UFC/mL para la leche entera y descremada respectivamente.

Tabla 2. *Materia grasa, acidez, pH y recuentos de bacterias aerobias mesófilas de leche utilizada para la elaboración de ricota entera, parcialmente descremada y descremada. ND. No determinado*

Muestra	Grasa (%)	Acidez (°D)	pH	Densidad (g/mL)	Bacterias (UFC/ mL)
Leche entera	3,10	14	6,73	1,032	36.075
Leche parc. descremada	1,55	13	6,74	1,031	ND
Leche descremada	0,1	13	6,75	1,031	41.725

4.2. RENDIMIENTO, MATERIA GRASA, PROTEÍNA y CENIZAS

El rendimiento de las diferentes ricotas varió entre 8 y 13% (**Figura 1**). En la medida que el nivel de materia grasa en la materia prima fue menor, el rendimiento se redujo. El valor más elevado fue el de la ricota entera con un rendimiento de 13%, siendo el de la ricota de leche descremada cercana a 8%. El rendimiento de ricota obtenida con leche parcialmente descremada fue intermedio respecto a las dos anteriormente mencionadas. Estos resultados son esperables, dado el mayor extracto seco de la leche en la que no se redujo el nivel de materia grasa.

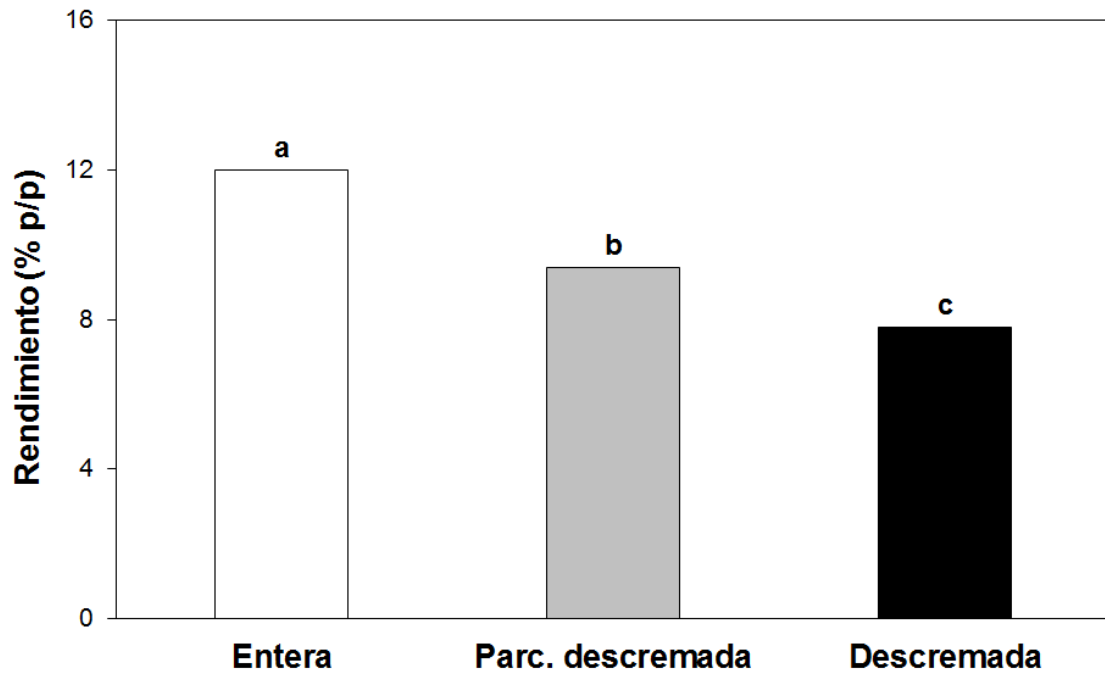


Figura 1. Rendimiento de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

Como sería esperable, el nivel de grasa de la ricota se asoció directamente con el contenido de este componente en la materia prima. Así los valores fueron de 16,4; 8,5 y 0% para la ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada respectivamente (**Tabla 3**).

Tabla 3. *Materia grasa de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).*

Muestra	Materia grasa
Ricota de leche entera	16,4 a
Ricota de leche parcialmente descremada	8,5 b
Ricota de leche descremada	0,0 c

Por su parte, el contenido de proteína en la ricota descremada presentó valores cercanos a 45% mientras que la ricota de leche parcialmente descremada mostró un contenido proteico de 37%. Los menores niveles fueron hallados en ricota de leche entera (32%) (**Figura 2**).

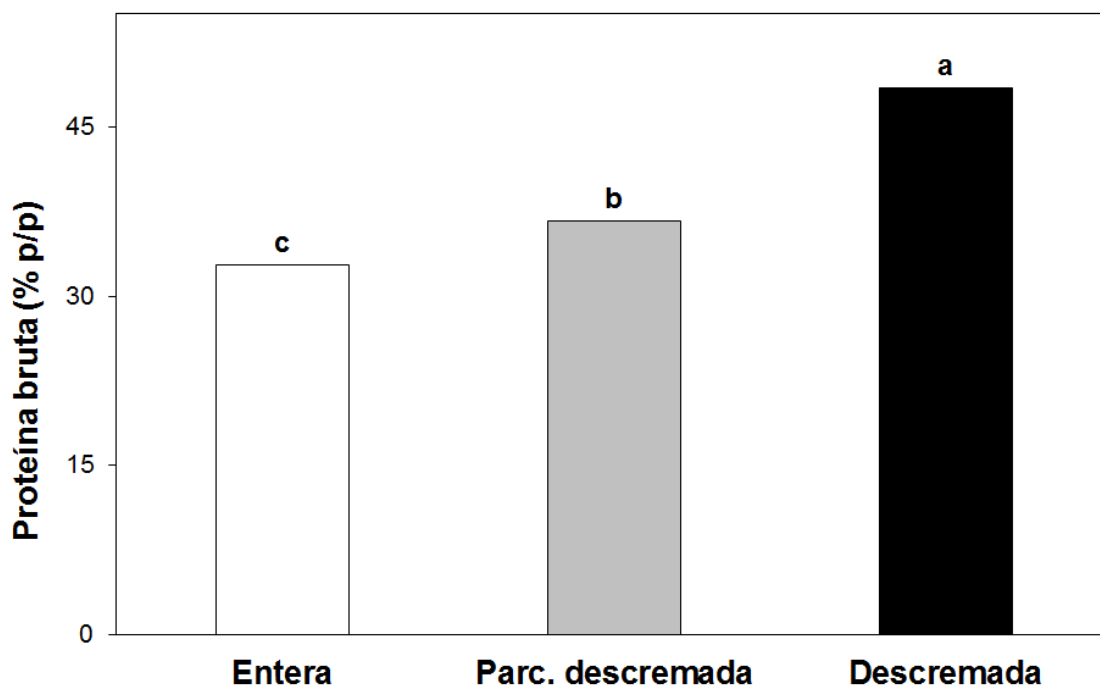


Figura 2. *Proteína de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).*

El nivel de cenizas varió entre 2 y 2,5% (**Figura 3**). En trabajos previos se observó que quesos de mediana humedad con bajo nivel de grasa muestran un contenido más elevado de minerales (**Sameen et al., 2008**). En el presente estudio, no se encontraron diferencias significativas en el nivel de cenizas entre las ricotas analizadas. De todos modos, se observó una leve tendencia a presentar un contenido más alto en la medida que se redujo el nivel lipídico. El mineral más abundante en la leche es el calcio (**Alais, 1985**). Si bien cuando se elabora la ricota es esperable que por el descenso de pH la micela se descalcifique (**Veisseyre, 1988**), los resultados sugieren que el calcio aún permanece al menos en parte asociado con la proteína, aunque en menor medida que en la de la leche fluida y que en quesos de coagulación enzimática.

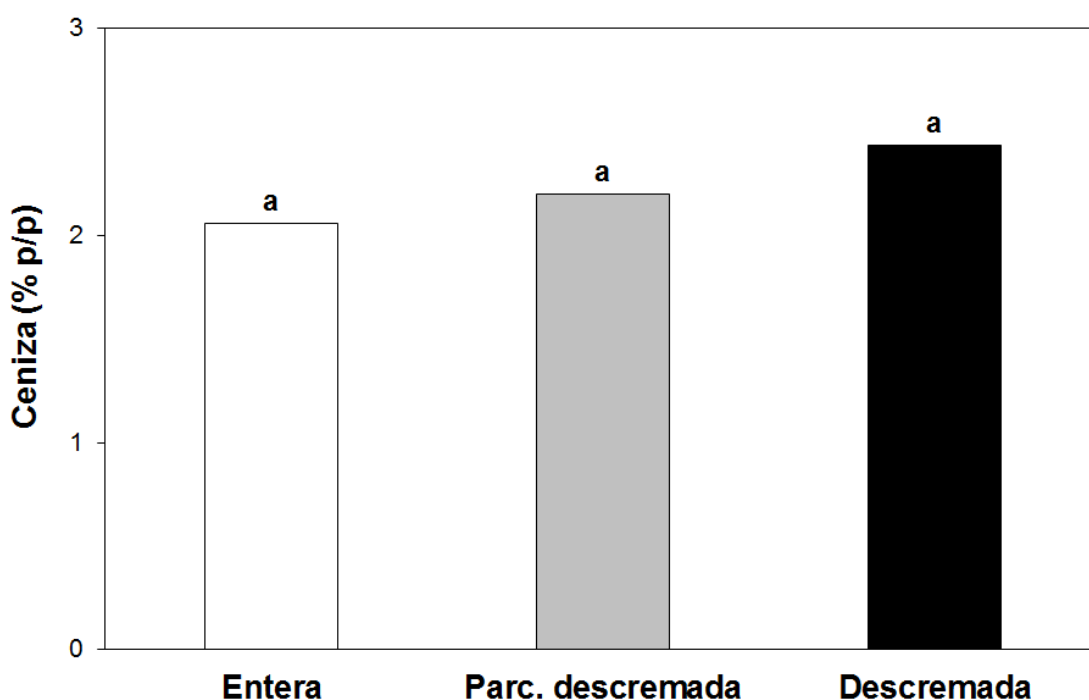


Figura 3. Ceniza de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

4.3. ANALISIS SENSORIAL

La ricota que mostró mayor aceptabilidad fue la de leche entera (**Figura 4**). Esto se observó tanto en términos de textura como de sabor, color y aceptabilidad global del producto. Trabajos previos mostraron que la reducción del contenido de grasa en otros quesos disminuye el sabor y afecta negativamente las propiedades texturales (**Bryant et al., 1995; Banks et al., 1989**). Los puntajes asignados a quesos de leche entera fueron muy superiores a los de quesos magros (**Bryant et al., 1995**). La reducción del contenido de grasa resultó siendo un producto con menor aceptabilidad global. El presente trabajo muestra que esto es también válido para la ricota. En el caso de quesos de mediana humedad con bajo nivel de grasa el aumento del contenido de agua mejoró la aceptabilidad. Esto probablemente se asocia con el efecto plastificante del agua que puede en cierta medida cumplir parcialmente la función de la materia grasa. De todos modos, este estudio muestra que en la ricota a pesar de su elevada humedad, la eliminación total del contenido lipídico se traduce en una merma en la calidad sensorial. Es importante destacar que la ricota con nivel intermedio de grasa no mostró diferencias con respecto a la de leche entera. En ese sentido, resulta posible una reducción calórica significativa (40%) sin provocar cambios en la aceptabilidad y calidad sensorial. A pesar de que no se determinó, en el presente estudio es esperable que la ricota de leche parcialmente descremada presente además, un menor nivel de colesterol (**Alais, 1985**).

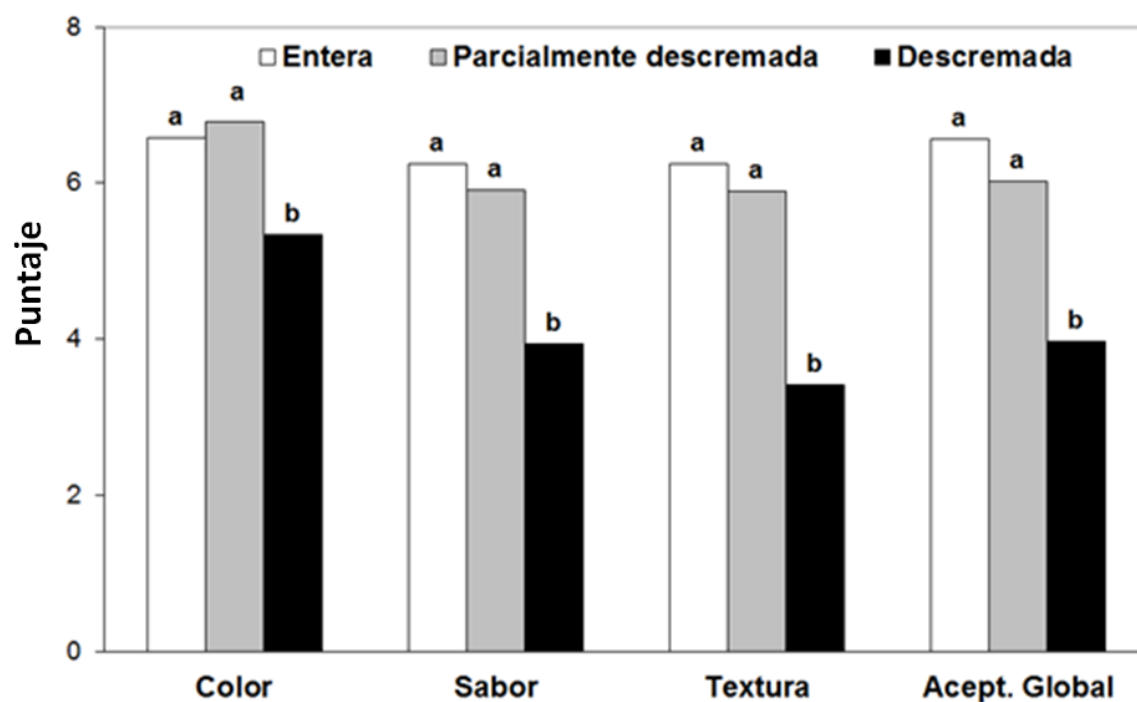


Figura 4. Aceptabilidad de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

4.4. HUMEDAD

La humedad osciló entre 52 y 58%. El contenido de agua se incrementó en la medida que se redujo el de grasa (**Figura 5**). **Bryant et al. (1995)** también hallaron resultados similares en el caso de queso Cheddar. Durante al almacenamiento, no se observaron cambios en el contenido de agua, por lo que aún luego de 10 días, la ricota descremada mantuvo una humedad superior que la de leche parcialmente descremada y entera.

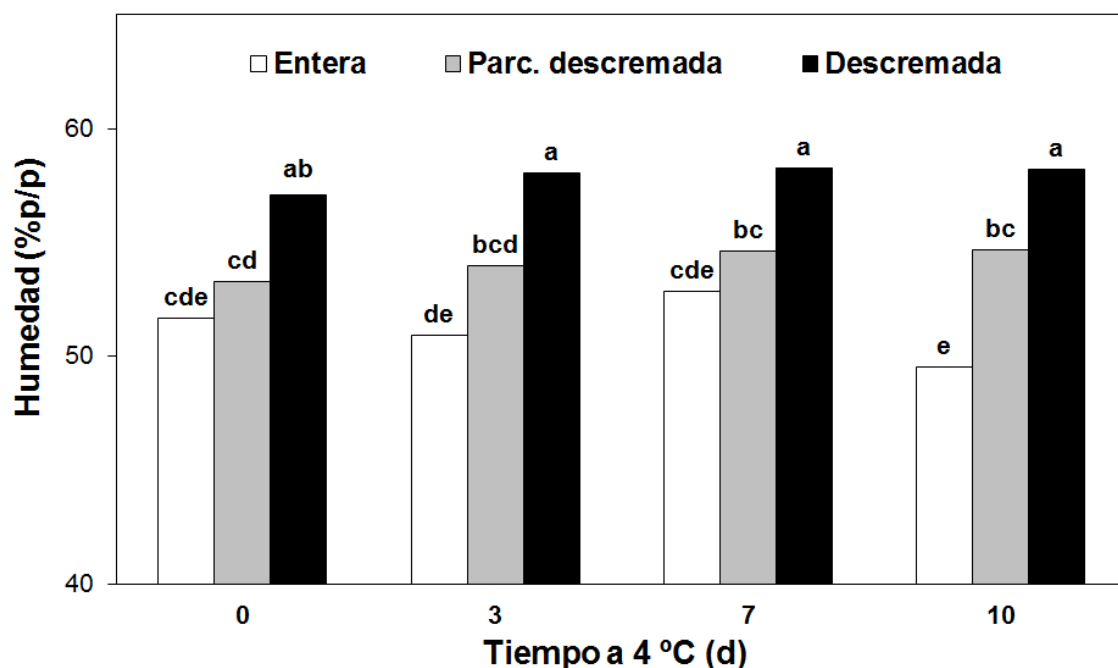


Figura 5. Humedad de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

4.5. COLOR

El contenido de grasa de la leche tuvo una marcada influencia sobre el color de la ricota. A mayor concentración de grasa el producto mostró un valor de b^* más elevado indicando un color más amarillo (**Figura 6**). Las diferencias podían detectarse más allá de la forma instrumental, por observación directa (**Figura 7**). Durante el almacenamiento las diferencias se mantuvieron. El color de los quesos está asociado, al menos en parte, con el nivel de materia grasa. Esta presenta color amarillo claro debido a la presencia de carotenos (**Veisseyre, 1988**). Por lo tanto, el color más amarillo de la ricota entera estaría relacionado con una mayor presencia de este pigmento liposoluble (**Alais, 1985**).

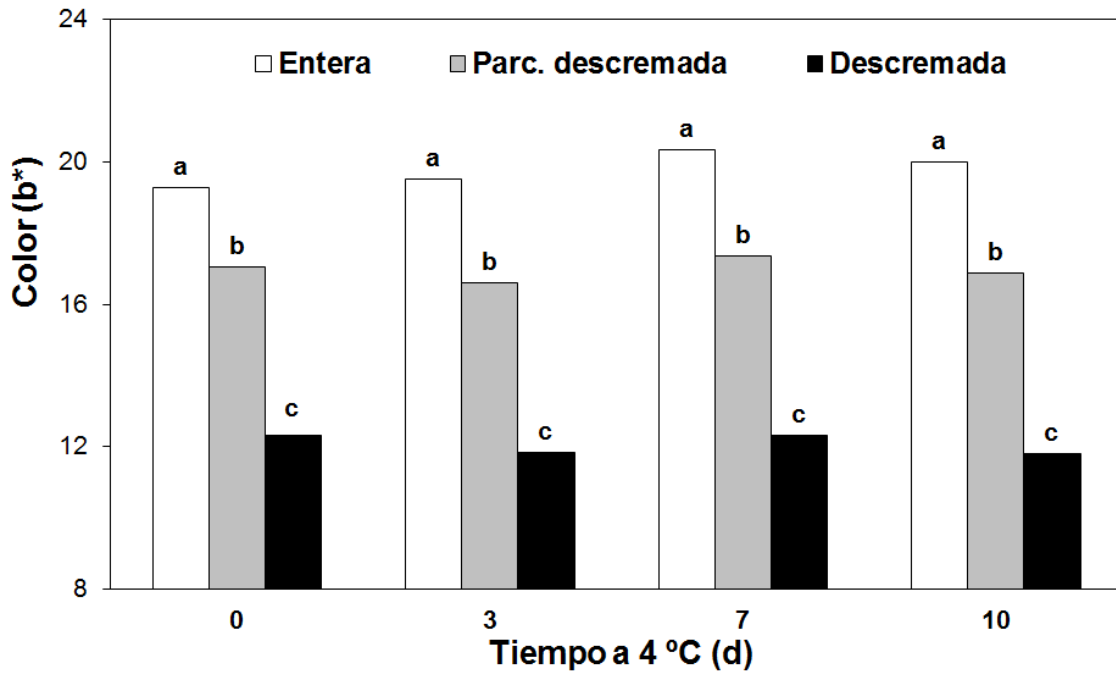


Figura 6. Color (b^*) de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).



Figura 7. Apariencia de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

Con respecto a la luminosidad, inmediatamente finalizada la elaboración no se detectaron diferencias marcadas entre las diferentes ricotas (**Figura 8**). En el almacenamiento, la ricota de leche entera mostró un incremento del valor de L^* indicando que el color se fue tornando más claro. Por el contrario, la reducción de la luminosidad en la ricota de leche descremada indica un desplazamiento hacia colores más oscuros.

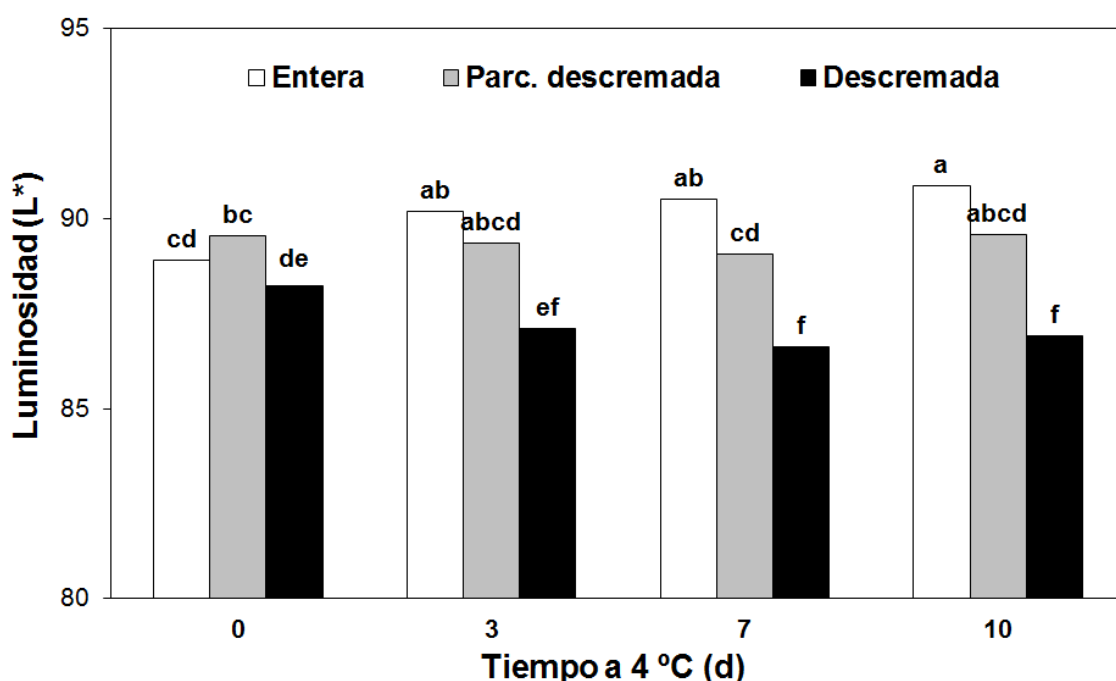


Figura 8. Luminosidad (L^*) de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

Si bien el color de los quesos depende como se mencionó anteriormente de la presencia de carotenos asociados con la grasa, otros factores pueden tener marcada influencia (**Alais, 1985**). Así por ejemplo, el agua asociada con la caseína afecta la dispersión de la luz y por lo tanto, al color. En tal sentido, se observa que quesos recién elaborados presentan color claro y que en la medida que progresa el proceso de maduración y con la pérdida de humedad la masa se torna amarilla y oscura. El desplazamiento de la ricota de leche descremada hacia colores más oscuros en el

almacenamiento mostró una correlación positiva con la pérdida de agua que fue superior que en las otras muestras.

4.6. DUREZA

La dureza de la ricota fue significativamente afectada por el contenido de materia grasa. Así en la medida que se redujo el contenido de este componente el producto resultó más duro (**Figura 9**). Finalizada la elaboración y antes del almacenamiento, la ricota de leche descremada presentó una dureza 150% mayor que la de leche entera. Los quesos reducidos en grasa suelen ser duros y elásticos (**Nelson y Barbano, 2003**). En la medida que se almacenó la ricota, las diferencias se redujeron, aunque continuaron siendo significativas aún luego de 10 días a 4 °C. En otros quesos, se ha descrito que quesos reducidos en grasa mejoran su textura en el almacenaje. En el caso de la mozzarella **Tunick et al., 1993** hallaron que las propiedades texturales en quesos enteros y reducidos en grasa eran similar, si el producto magro presentaba suficiente humedad y se almacenaba en refrigeración por suficiente tiempo. A pesar de que en la ricota la maduración es muy limitada, la reducción de diferencias en textura en el almacenamiento entre productos con diferente nivel de grasa podría relacionarse con cierto nivel de degradación proteica en la matriz más rica en estos componentes.

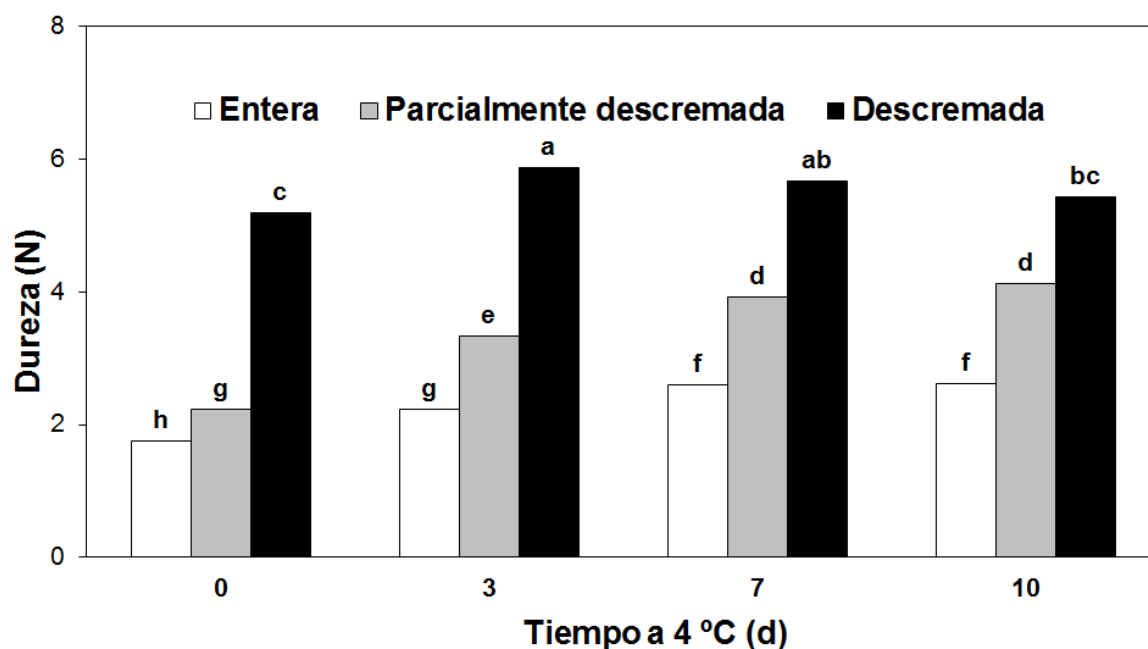


Figura 9. Dureza de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

4.7. ACIDEZ Y pH

El pH de la ricota se ubicó en un valor cercano a 5,8 (**Figura 10**), mientras que la acidez fue de 0,15% de ácido láctico independientemente del nivel de grasa del producto (**Figura 11**). Durante el almacenamiento no se observaron cambios marcados en estos atributos.

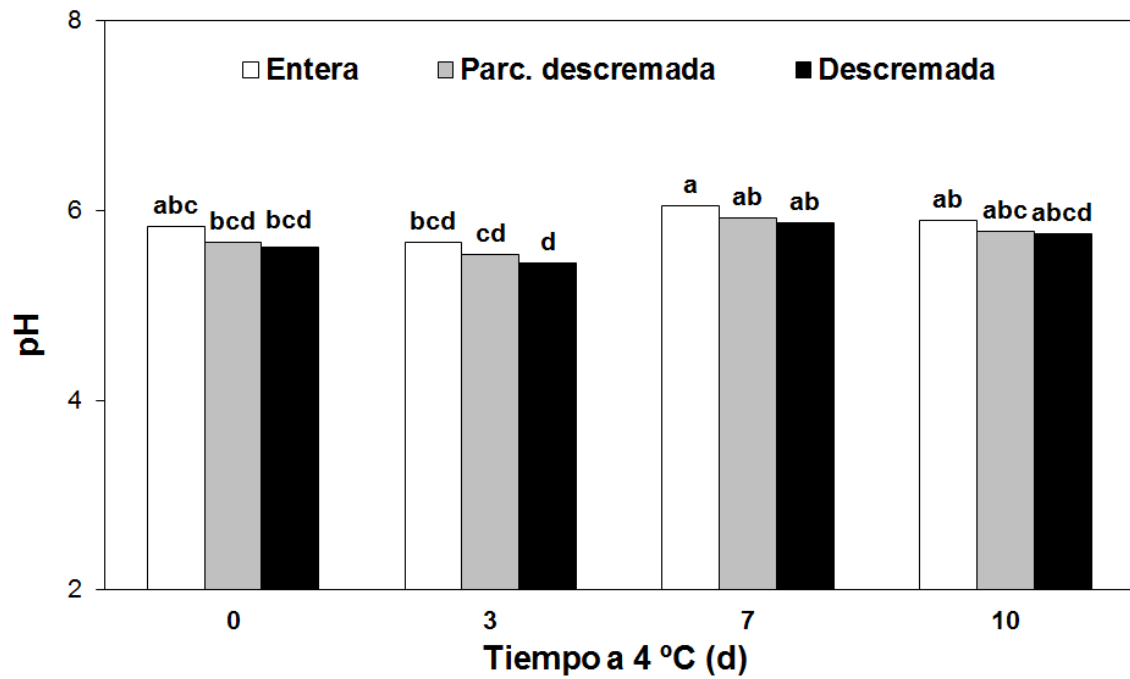


Figura 10. pH de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

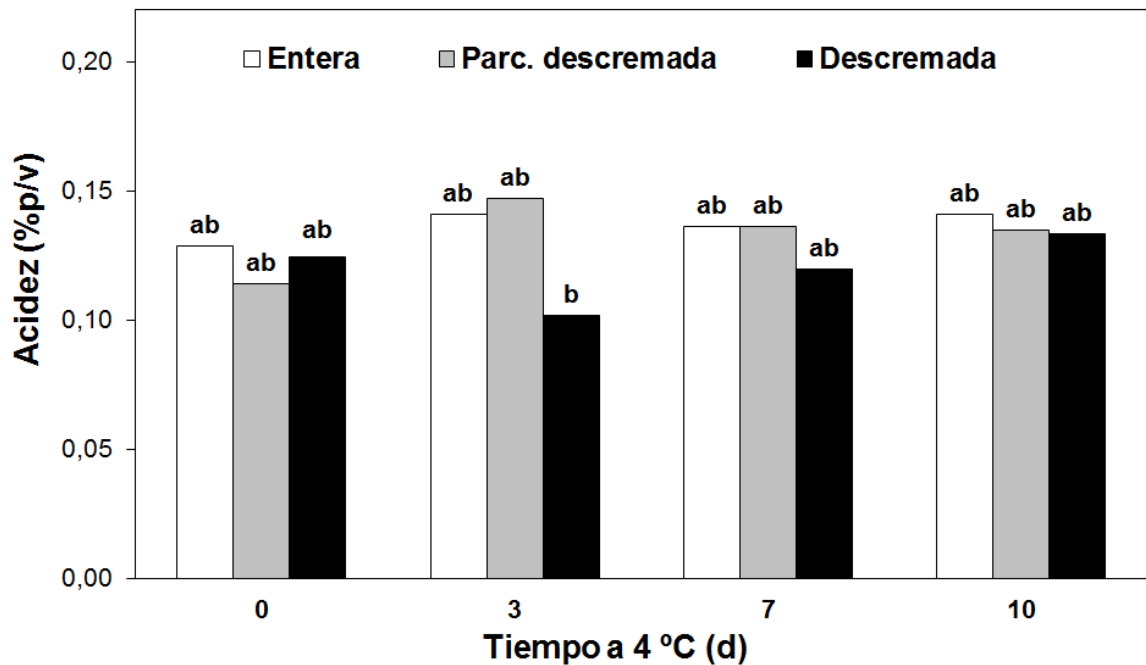


Figura 11. Acidez de ricota de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de ($P < 0,05$).

5. CONCLUSIONES



Los resultados de este trabajo muestran que el contenido de grasa de la leche afecta marcadamente las propiedades físicas y químicas, la calidad organoléptica y la aceptabilidad de la ricota.

El rendimiento y contenido lipídico es superior en el producto obtenido de leche entera mientras que el nivel de proteína varía en forma inversa al de materia grasa.

Las ricotas no mostraron diferencias en el contenido de cenizas, pero se observó una tendencia hacia niveles superiores en aquellas muestras con mayor contenido proteico.

La ricota de leche entera presentó menos contenido de agua, color más amarillo y una menor dureza.

La acidez y el pH no fueron afectados marcadamente ni por el contenido de grasa ni por el tiempo de almacenamiento.

Durante el almacenamiento no se observan cambios marcados en la composición o características del producto.

Finalmente, los consumidores prefirieron la ricota entera en términos de textura, sabor, color y aceptabilidad global respecto a la ricota totalmente descremada. De todos modos, no detectaron diferencias desde el punto de vista sensorial entre la ricota entera y aquella elaborada con leche parcialmente descremada.

Los resultados de este trabajo sugieren que el nivel de grasa y la carga calórica de la ricota entera puede reducirse en un 40% sin provocar cambios negativos en la calidad.

6. REFERENCIAS

- Acciaioli, A, Giustini, L, Malvezzi, R, Bonelli, A, Franci, O. 2009. Seasonal effect on the technological and chemical traits of sheep "ricota Pistoiese" cheese. *Ital. J. Anim. Sci.*, 8, 375-377.
- Alais, C. 1985. *Ciencia de la leche*. Cuarta edición. Reverte. España. 884 pp.
- AOAC. 1980. *Official Methods of Analysis*, 13th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.
- Ascherio, A, Willett, WC. 1997. Health effects of trans fatty acids. *Am. J. Clin. Nutr.*, 66, 1006-1010.
- Banks, JM, Brechany, EY, Christie, WW. 1989. The production of low fat Cheddar-type cheese. *J. Soc. Dairy Technol.*, 42, 6–9.
- Bellisle, F, Rolland-Cachera, MF, Deheeger M, Preziosi P, Hercberg, S. 1994. Intake of low-fat foods in a representative sample of the Paris area: Anthropometric, nutritional and sociodemographic correlates. *J. Hum. Nutr. & Diet.*, 7, 335–346.
- Bryant, A, Ustunol, Z, Steffe, J. 1995. Texture of Cheddar cheese as influenced by fat reduction. *J. Food Sci.* 60, 1216–1219.
- Burlingame, B, Nishida, C, Uauy, R, Weisell, R. 2009. Fats and fatty acids in human nutrition; joint FAO/WHO Expert Consultation. *Ann. Nutr. Metab.*, 55, 1-3.
- CAA. 1969. *Codigo Alimentario Argentino*. Ley 123284. Capítulo VIII. En: www.anmat.gov.ar
- Contarini, G, Avalli, A, Povo, M. 2002. Studio dei costituenti della frazione lipidica delle ricotte di bufala, capra, pecora e vacca. *Sci. Tecn. Latt. Cas.* 53, 339– 356.

- Delahunty, CM, Piggot JR, Conner JM, Paterson, A. 1996. Comparison of dynamic flavor release from hard cheeses and analysis of headspace volatiles from mouth and flavor perception during consumption. *J. Sci. Food Agric.*, 71, 273–281.
- FAO. 2008. Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper 91. FAO Rome.
- FAO. 1994. Fats and oils in human nutrition; Report of a joint FAO/WHO expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper 57, FAO. Rome.
- Fennema, OR. 1993. *Food Chemistry*, 2nd Edition. Marcel Dekker, Inc. NY.
- Getz, GS, Reardon, CA. 2007. Nutrition and cardiovascular disease. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Bio.*, 27, 2499-2506.
- Hough, G, Puglieso, ML, Sanchez, R, Da Silva, OM. 1999. Sensory and microbiological shelf-life of a commercial Ricota cheese. *J. Dairy Sci.*, 82, 454-459.
- IDF-FIL 1991. Milk and milk products. Enumeration of microorganisms. Colony count at 30°C. (100B:1991) 3pp.
- INTI. 2012. Quesos Argentinos. En: www.quesosargentinos.gov.ar/ Visitado Jun 2012.
- Kosikowski, FV, Mistry, VV. 1997. Cheese and fermented milk foods. Vol 1. Origins and principles. Westport, CT: F.V.Kosikowski L.L.C.
- Manzur, F, Alvear, C, Alayón, A. 2009. Consumo de ácidos grasos trans y riesgo cardiovascular *Revista Colombiana de Cardiología.*, 16, 103-109
- Mistry, VV. 2001. Low fat cheese technology. *Int. Dairy J.* 11, 413–422.
- Monsalve, J, González, D. 2005. Elaboration of a ricota type cheese from whey and flowing milk. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 6, 543-550.
- Mucchetti, G, Carminati, D, Pirisi, A. 2002. Ricota fresca vaccina ed ovina: osservazioni sulle tecniche di produzione e sul prodotto. *Il Latte*, 27, 154–166.
- Nelson, BK., Barbano, DM. 2003. Reduced-fat cheddar cheese manufactured using a novel fat removal process *J. Dairy Sci.*, 87, 841–853.

- Olson, NF, Johnson, ME. 1990. Light cheese products: Characteristics and economics. *Food Technol.*, 44, 93–96.
- Pizzillo M., Claps S., Cifuni G.F, Fedele V., Rubino R. 2005. Effect of goat breed on the sensory, chemical and nutritional characteristics of ricotta cheese *Livestock Production Science* 94, 33–40.
- Sameen, A, Anjum, FM, Huma, N, Kousar, R, Nawaz, H. 2008. Impact of fat levels in milk on the composition, sensory attributes and functionality of buffalo mozzarella cheese *Pak. J. Agri. Sci.*, 45, 120-124.
- Tunick, MH., Mackey, KL, Shieh, JJ, Smith, PW, Cooke P, Malin EI. 1993. Rheology and microstructure of low-fat mozzarella cheese *Int. Dairy J.* 3, 649-662.
- USDA. 2012. USDA nutrient database for standard reference. En: www.ndb.nal.usda.gov/ Visitado. Julio 2012.
- Veisseyre, R. 1988. *Lactología técnica*. Segunda edición. Editorial Acribia. España. 714 pp.