



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES**

**“EFECTO DEL NIVEL DE GRASA DE LA LECHE Y
DE DIFERENTES AGENTES COAGULANTES Y
SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE
RICOTTA”**

Ing. Leidy Carolina Ortiz Araque

Director: Elisa Cristina Miceli

Co-director: Dr. Ariel R. Vicente

Año 2014

El presente trabajo de Tesis para optar al título de Magíster en Tecnología e Higiene de los Alimentos de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata, fue realizado en Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales (LIPA), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP, UNLP bajo la dirección de la Ing. Elisa Miceli y Co-dirección del Dr. Ariel R. Vicente.

La Plata, Septiembre de 2014.

A mi familia por el apoyo para poder cumplir mis sueños, y al Dr. Ariel Vicente por sus enseñanzas, su ejemplo, por compartir sus experiencias y por la formación hacia la investigación.

Agradecimientos

-A mi directora Elisa Miceli, y a Ariel Vicente, quienes me aceptaron para pertenecer al grupo de trabajo, estuvieron pendientes a colaborar tanto en mi desarrollo profesional como personal. Por hacerme sentir en casa, especialmente Ariel por brindarme conocimientos académicos e investigativos, por esa gran dedicación y amor incondicional a la docencia, ambos fueron un apoyo y aliento en estos años.

-A todas las personas que trabajan en las Cátedras de Lechería y Agroindustrias de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales: Gabriela Bello, Laura Terminiello, Jorge Lara, Laura Lemoine, Gabriela Diosma, Eduardo Artiñano, quienes estaban pendientes y dispuestos a colaborar en cada uno de los ensayos; por compartir sus conocimientos y experiencias de vida, muy especialmente a Magalí Darré por toda la ayuda que me brindó y su compañerismo.

-A todas las personas que trabajan en el grupo de vegetales, la doctora Alicia Chaves y Analía Concellón, a María José Zaro, por compartir su conocimiento y apoyo, a Facundo Massolo, Joaquín Hasperué, Cristian Ortiz y Luis Rodoni quienes estaban dispuestos a colaborar conmigo en el CIDCA.

-A todos mis compañeros y amigos de Maestría: Gisell Pesantez, Angélica Ramos, Sara Restrepo, Camilo Reyes, Diego Rocha, Juan Alzate, Leidy Agudelo, Leydy Cristina, de quienes aprendí, compartí y por todo su apoyo incondicional al estar en la Argentina.

- A mis Padres Carmen y Luis, muy especialmente a mi madre que fue mi gran “Pilar” en cada una de mis etapas y enseñarme los valores adquiridos, por motivarme y darme una mano siempre, a mi hermana Andrea y sobrina quien

me han alentado a la distancia, para seguir con mis sueños y alcanzar mis logros..

- A Jamir Contreras por el apoyo, paciencia, comprensión y por el tiempo compartido en la parte final de esta etapa.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	13
ABSTRACT	15
1. INTRODUCCIÓN.	16
1.1. PRODUCCIÓN NACIONAL DE LECHE.	17
1.2. COMPOSICION QUÍMICA DE LA LECHE PRODUCIDA EN LA ARGENTINA.	19
1.3. PAGO Y CALIDAD DE LA LECHE.	20
1.3.1. Calidad composicional.	21
1.3.2. Calidad higiénica.	21
1.3.3. Calidad sanitaria.	22
1.4. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA LECHE.	22
1.4.1. Raza.	22
1.4.2. Individuo.	23
1.4.3. Fase de lactación.	23
1.4.4. Edad del animal y etapa de gestación.	24
1.4.5. Estado sanitario del animal.	24
1.4.6. Alimentación.	24
1.4.7. Ambiente.	24
1.4.8. Ordeño.	27
1.5. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN LÁCTEA.	27
1.6. QUESOS.	28
1.7. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LOS QUESOS	30
1.8. ASOCIACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE GRASA Y LA SALUD.	32
1.9. OBTENCIÓN DE QUESOS REDUCIDOS EN CALORÍAS.	33
1.10. ELABORACIÓN DE QUESOS.	35
1.10.1. Quesos de coagulación enzimática.	35
1.10.2. Quesos de coagulación ácida.	45
1.11. FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE RICOTTA: ALGUNOS INTERROGANTES.	53
2. OBJETIVOS E HIPOTESIS.	55
2.1 OBJETIVO GENERAL.	56
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	56
2.3. HIPÓTESIS.	56
3. MATERIALES Y MÉTODOS.	57
3.1. ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA.	58
3.2. ELABORACIÓN DE RICOTTA CON LECHE CON DIFERENTE CONTENIDO DE MATERIA GRASA: EVALUACIÓN DE SU INFLUENCIA SOBRE EL RENDIMIENTO, CALIDAD Y ESTABILIDAD DE RICOTTA.	58
3.3. ELABORACIÓN DE RICOTTA CON DIFERENTES.	

COAGULANTES: EVALUACIÓN DE SU INFLUENCIA SOBRE EL RENDIMIENTO, CALIDAD Y ESTABILIDAD EN EL ALMACENAMIENTO REFRIGERADO Y CONGELADO.	59
3.4. DETERMINACIONES ANALÍTICAS.	59
3.4.1. Rendimiento.	59
3.4.2. Humedad.	60
3.4.3. Materia grasa.	60
3.4.4. Proteína.	60
3.4.5. pH y acidez.	61
3.4.6. Cenizas.	61
3.4.7. Análisis sensorial.	61
3.4.8. Color.	62
3.4.9. Dureza.	62
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	62
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	63
4.1. EFECTO DEL CONTENIDO DE GRASA DE LA LECHE SOBRE EL RENDIMIENTO, CALIDAD Y ESTABILIDAD DE LA RICOTTA.	64
4.1.1. Composición de la leche.	64
4.1.2. Rendimiento, materia grasa, proteína y cenizas.	64
4.1.3. Análisis sensorial.	69
4.1.4. Humedad.	70
4.1.5. Color.	71
4.1.6. Dureza.	74
4.1.7. pH y acidez.	75
4.2. EFECTO DEL COAGULANTE UTILIZADO SOBRE EL RENDIMIENTO, CALIDAD, COMPOSICION Y ESTABILIDAD DE RICOTTA.	78
4.2.1. Composición de la materia prima.	78
4.2.2. Rendimiento y contenido de materia grasa, proteína, cenizas.	78
4.2.3. Análisis sensorial.	85
4.2.4. Propiedades físicas y químicas de la ricotta durante el almacenamiento.	86
5. CONCLUSIONES.	93
6. REFERENCIAS.	96

INDICE DE TABLAS

	Pág.
<u>Tabla 1:</u> <i>Composición, acidez y pH de la leche producida en Argentina (Taverna et al, 2001).</i>	20
<u>Tabla 2:</u> <i>Composición de algunos alimentos (USDA, 2012).</i>	31
<u>Tabla 3:</u> <i>Composición de ricotta elaborada a partir de leche entera o semi-descremada (USDA, 2012).</i>	34
<u>Tabla 4:</u> <i>Materia grasa, acidez, pH de la leche utilizada para la elaboración de ricotta entera, parcialmente descremada y descremada. ND. No determinado.</i>	64
<u>Tabla 5:</u> <i>Materia grasa de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.</i>	67
<u>Tabla 6:</u> <i>Composición de leche utilizada para la elaboración. Se muestra las media \pm el desvío estándar.</i>	78

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1:</u> Principales cuencas lecheras (INTA, 2014).	Pág. 18
<u>Figura 2:</u> Destino de la leche orientada a elaboración de productos lácteos en la Argentina (CIL, 2012).	28
<u>Figura 3:</u> Esquema del proceso de elaboración de quesos de coagulación enzimática.	40
<u>Figura 4:</u> Esquema del proceso de elaboración de quesos de coagulación ácida.	47
<u>Figura 5:</u> Rendimiento de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.	65
<u>Figura 6:</u> Porcentaje de recuperación de sólidos de la leche en ricotta obtenida a partir de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.	66
<u>Figura 7:</u> Proteína de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.	67
<u>Figura 8:</u> Ceniza de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.	68
<u>Figura 9:</u> Aceptabilidad de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.	70
<u>Figura 10:</u> Humedad de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 días. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.	71
<u>Figura 11:</u> Color (b^*) de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 días. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel	72

de significancia de $p < 0,05$.

Figura 12: Apariencia de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 días. 72

Figura 13: Luminosidad (L^*) de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 días. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$. 73

Figura 14: Dureza de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 días. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$. 75

Figura 15: pH de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 días. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$. 76

Figura 16: Acidez de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 días. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$. 77

Figura 17: Rendimiento de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$. 79

Figura 18: Porcentaje de recuperación de sólidos de la leche en ricotta obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$. 80

Figura 19: Proteína total de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$. 82

Figura 20: Materia grasa de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$. 83

<u>Figura 21:</u> Relación proteína: grasa de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.	84
<u>Figura 22:</u> Cenizas de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.	85
<u>Figura 23:</u> Aceptabilidad de ricotta obtenida mediante diferentes agentes coagulantes. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.	86
<u>Figura 24:</u> Humedad de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 d o a -18 °C por 150 días. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.	87
<u>Figura 25:</u> Color (b^*) de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 d o a -18 °C por 150 días. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.	88
<u>Figura 26:</u> Apariencia de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 d o a -18 °C por 150 días.	89
<u>Figura 27:</u> Luminosidad (L^*) de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 d o a -18 °C por 150 días. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.	89
<u>Figura 28:</u> Dureza de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 d o a -18 °C por 150 días. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.	90

Figura 29: pH de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 d o a -18 °C por 150 días. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$. 91

Figura 30: Acidez de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 d o a -18 °C por 150 días. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$. 92

RESUMEN

La ricotta es un queso de muy alta humedad obtenido por coagulación en medio ácido y a alta temperatura de leche o suero. Existen diversos factores de la materia prima y del proceso de elaboración que pueden afectar su composición, calidad y estabilidad. En los últimos años se han realizado estudios tendientes a reducir el nivel de grasa, la carga calórica y el colesterol en quesos. La ricotta de suero suele presentar un contenido de grasa relativamente bajo, puesto que los lípidos de la leche son mayoritariamente retenidos en la cuajada durante la elaboración del queso primario. En el caso, de la ricotta obtenida a partir de leche, el contenido de materia grasa puede variar marcadamente dependiendo de la materia prima empleada. La influencia de la reducción de grasa en la calidad se ha estudiado en varios tipos de quesos. En términos generales se observa una pérdida de calidad textural y sabor y una menor aceptabilidad. Esto no ha sido analizado a la fecha en la ricotta. En una primera parte del presente trabajo se estudió la influencia del contenido de grasa de la leche sobre la calidad y estabilidad de ricotta refrigerada. Para ello se elaboró ricotta con leche entera, parcialmente descremada y totalmente descremada y se analizó el rendimiento, el contenido de grasa, proteína y cenizas. Asimismo, se determinó antes del almacenamiento y luego de 3, 7 ó 10 días a 4 °C, su color, luminosidad, pH, acidez, humedad, y dureza. El rendimiento varió entre 8 y 12% correspondiendo los valores más elevados a la ricotta elaborada a partir de leche entera. El contenido de grasa fue de 16, 8 y 0% para la ricotta entera, con nivel intermedio de grasa y magra respectivamente. La concentración de proteína varió en forma inversa al de materia grasa. Las ricottas no mostraron diferencias en el contenido de cenizas, pero se observó una tendencia a presentar niveles superiores en las muestras con mayor concentración de proteína. La ricotta entera presentó menos contenido de agua, color más amarillo y menor dureza. La acidez y el pH se ubicaron en 0,15% m/v y 5,8 respectivamente y fueron similares en los tres tipos de ricotta y durante el almacenamiento. Los consumidores prefirieron la ricotta entera respecto a la ricotta totalmente descremada, aunque no encontraron diferencias desde el punto de vista sensorial en términos de textura, sabor, color y aceptabilidad global entre la ricotta entera y la elaborada con leche parcialmente descremada. Esto sugiere que el nivel de grasa de la ricotta de leche entera puede reducirse en un 50% sin provocar cambios negativos en la calidad.

Algunos estudios parciales han sugerido que el tipo de coagulante empleado en el proceso de elaboración podría afectar el rendimiento, la composición y las características sensoriales de la ricotta. No obstante, esto no se ha evaluado en forma conjunta para los principales acidificantes permitidos en el Código Alimentario Argentino. En una segunda parte de la presente tesis se estudió la influencia de distintos agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) sobre el rendimiento, las características físicas, químicas y sensoriales de ricotta de leche entera. Se elaboraron ricottas con cada uno de los coagulantes antes mencionados y se evaluó su influencia sobre el rendimiento, la humedad, el contenido de proteína y materia grasa, el pH, la acidez, la aceptabilidad global y preferencia de color, textura y sabor por parte de un panel de consumidores. Asimismo, se analizaron los cambios durante el almacenamiento refrigerado (4 °C, 0, 3, 7 y 10 d) y congelado (-18°C a 150 días).

La ricotta elaborada con cloruro de calcio mostró un rendimiento promedio de 19,2% superando a la obtenida con los demás coagulantes. El uso de CaCl_2 generó un producto con menor acidez y con pH (6,2) superior al de las obtenidas con ácidos cítrico y acético (5,6). El CaCl_2 produjo una ricotta más blanca. Contrariamente, la ricotta obtenida con ácido cítrico fue más amarilla (mayor b^*), presentó menos humedad y mayor porcentaje de grasa y proteína. Finalmente, el producto obtenido con CaCl_2 fue el que mostró mayor aceptabilidad global. Los cambios durante el almacenamiento refrigerado y congelado fueron menos acusados que los inducidos por el coagulante empleado en la elaboración. Esta información podría resultar de utilidad para la industria quesera.

Palabras clave: *ricotta, materia grasa, coagulante, calidad, almacenamiento.*

ABSTRACT

Ricotta is a high moisture cheese obtained by coagulation under hot acidic conditions of milk or whey. Different raw material and processing conditions can affect its composition, quality and stability. In the last years there have been a number of studies aiming to reduce fat content, energy and cholesterol in cheeses. Whey ricotta usually shows low fat content since most milk lipids remaining the primary cheese curd. Contrariwise, in milk ricotta the fat content can show large variations. The influence of fat reduction on quality has been evaluated in different cheeses. In general a flavor, textural and overall acceptability are negatively affected. This has not been studied to date in the case of ricotta. In the first part of this work we evaluated the influence of milk fat content on the quality and stability of refrigerated ricotta cheese. Ricotta was elaborated with whole, reduced-fat or fat free milk and we assessed yield, fat, protein and ash content. Moreover, we analyzed before storage and after 3, 7 or 10 d at 4 °C cheese color, lightness, pH acidity, moisture content and hardness. Ricotta yield ranged between 8 and 12%, with the highest value corresponding to the cheese elaborated from whole milk. Fat content was 16, 8 y 0% for the whole, low fat and fat free ricotta respectively. Protein concentration varied inversely to fat content. The ricottas evaluated did not show variation in ash content, though a tendency towards higher levels was found in samples having more protein. Whole ricotta presented lower water content, yellow color and lower hardness. The acidity, pH were 0,15% m/v and 5,8 respectively and showed no variations among ricotta types or during storage. Consumers preferred whole ricotta compared to fat free cheese, but did not find differences in terms of texture, taste color and global acceptability between whole and the low fat product. This suggests that the fat content of milk ricotta could be reduced by 50% without causing negative changes in quality attributes.

Some studies have suggested that the type of coagulant used in ricotta production could affect its yield, quality and sensory properties. However, this has not been evaluated jointly for major acidifying allowed in the Argentine Food Code. In the second part of this thesis we evaluated the influence of different coagulating agents (acetic acid, lactic acid, citric acid and calcium chloride) on the yield, physical, chemical and sensory properties of whole milk ricotta. We prepared ricotta with each of the aforementioned coagulants and their influence on yield, moisture, protein and fat content, pH, acidity was determined. We also assessed, cheese color, texture, flavor and overall acceptability in a consumer panel. We also analyzed the changes during refrigeration (4 °C, 0, 3, 7 and 10 days) and freezing (-18 °C for 150 days). The ricotta made with calcium chloride showed an average yield of 19.2% superseding other coagulants. The ricotta obtained with this coagulant showed the least acidity and highest pH (6.2). The ricotta produced by CaCl_2 had whiter color. In contrast the ricotta elaborated with citric acid had yellow color, lower moisture and higher fat and protein contents. Finally, CaCl_2 -ricotta showed the highest overall acceptability. Changes during refrigerated and frozen storage were less pronounced than those induced by the coagulants. This information could be useful for the cheese industry.

Keywords: *ricotta, fat content, coagulant, quality, storage.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PRODUCCIÓN NACIONAL DE LECHE.

La producción nacional de leche tuvo un crecimiento lento durante el siglo XX, pero fue a fines de los 90 cuando tuvo su mejor desempeño, pasando de producir 5.937 millones de litros en 1991 a 10.329 millones en 1999 (**CFI, 2012; CIL, 2012**). A partir del año 2000, como consecuencia de una severa crisis que afectó al conjunto de la cadena láctea, la producción cayó en forma marcada llegando en 2003 a 7.950 millones de litros. A partir de 2009 se observó un repunte en la actividad (**MinAgri, 2012; FAOSTAT, 2012**). En la actualidad con una producción cercana a los 11.500 millones de litros anuales, Argentina es el segundo productor de leche de América Latina (después de Brasil) y se ubica en el décimo primer lugar a nivel mundial en exportaciones globales (**INTA, 2014**).

Con respecto a su distribución regional, la producción láctea Argentina se concentra principalmente en las provincias de Santa Fe, Buenos Aires y Córdoba y en menor medida en Entre Ríos, La Pampa y Tucumán. Santa Fe (**MinAgri, 2012**), cuenta con dos cuencas: Santa Fe Centro y Santa Fe Sur que aportan el 90% y el 10% respectivamente de la producción total de la provincia (**Figura 1**). Los departamentos de Castellanos, Las Colonias, Capital, San Martín y San Cristóbal, constituyen la Cuenca lechera central santafesina concentrando más del 75% de los tambos y de las vacas de la provincia. Sólo los departamentos Castellanos y Las Colonias aportan más del 50% de la producción de Santa Fe (**Cursack y Travadelo, 1995**). Córdoba participa con cerca de un tercio de la producción nacional. Dentro de sus 3 cuencas con que cuenta la provincia, la de mayor importancia es la de Villa María que aporta el 50% de la producción. Buenos Aires es la tercera provincia en cuanto a la producción de leche cruda y su participación relativa en el total nacional se ha ido reduciendo en favor de Santa Fe. De las cuatro cuencas de la provincia, la del Oeste es la más importante con el 51% de los tambos y 54% de la producción. Le siguen Abasto Sur, Abasto Norte y en el último escalón se encuentra Mar y Sierras con el 9% de los tambos y el 11% del porcentaje de producción. Actualmente se observa una tendencia hacia la reducción en el número de tambos y al aumento de tamaño de los establecimientos (**Ordoqui et al, 2003**).

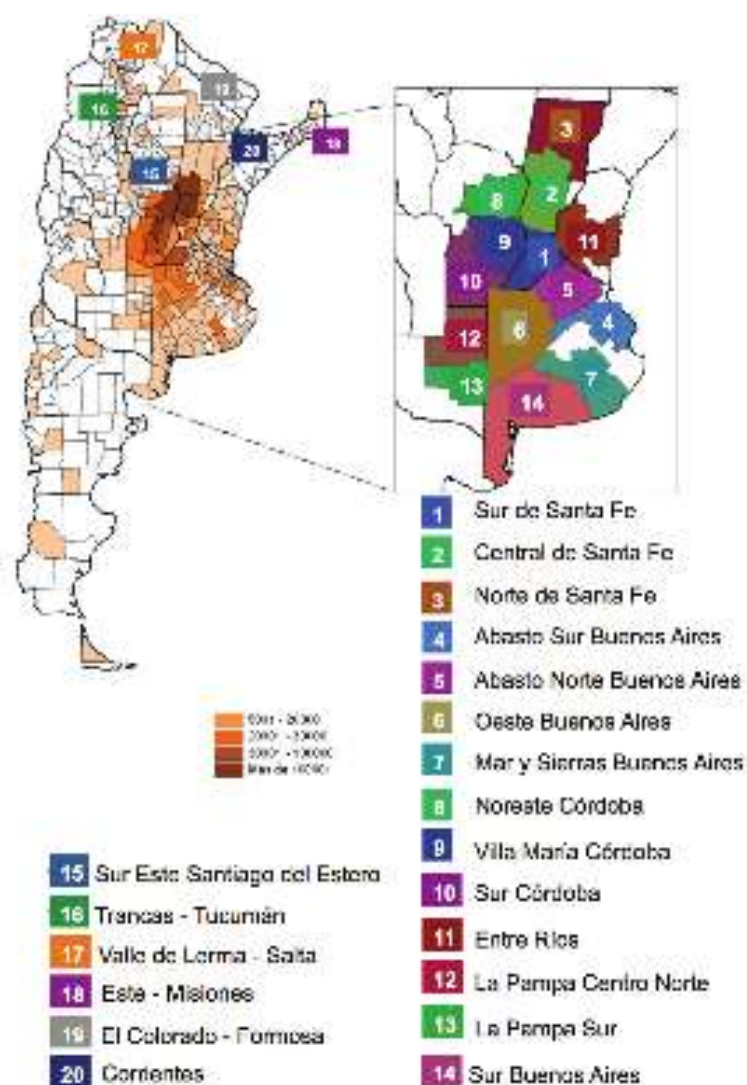


Figura 1: Principales cuencas lecheras (INTA, 2014).

La provincia de Entre Ríos ocupa el cuarto lugar como productora de leche en el país. Esta provincia muestra desde 1995 una retracción en la producción debido al cierre de una de las plantas industriales más importantes, lo que al aumentar los costos de transporte para la entrega de leche a las usinas lácteas, determinó que varios productores abandonen la actividad (Ordoqui et al, 2003). El quinto lugar es ocupado por la provincia de La Pampa que cuenta con una cuenca que a su vez puede ser dividida en 3 (Norte, centro y Sur), todas ubicadas en la franja oriental de la provincia. Tucumán cuenta con una cuenca de importancia relativa menor que el resto de las ya mencionadas.

1.2. COMPOSICION QUÍMICA DE LA LECHE PRODUCIDA EN LA ARGENTINA.

La leche de vaca presenta en promedio 12,5% de sólidos totales dentro de los que se destacan en orden decreciente según su abundancia los azúcares, la materia grasa, las proteínas, y los minerales (**Taverna y Coulon, 2000**). El carbohidrato de la leche por excelencia es la lactosa un disacárido compuesto por glucosa y galactosa asociada por enlaces β -1,4 y con propiedades reductoras. La lactosa posee gran importancia por ser el principal osmolito de la leche (**Walstra et al., 2001**). Desde el punto de vista tecnológico es el sustrato en los procesos fermentativos observados en la elaboración de leches fermentadas y quesos. Asimismo está involucrada en el proceso de acidificación que se observa en la leche fluida cuando la conservación no se realiza en forma apropiada y en la “arenosidad” desarrollada en el dulce de leche durante su almacenamiento prolongado. Se encuentra en valores promedio de 4,87% en los tambos argentinos (**Tabla 1**).

La materia grasa está constituida por una mezcla compleja de triglicéridos muy distintos según el tamaño molecular y el grado de instauración de sus ácidos grasos (AG). Contiene una proporción relativamente importante (15-20%mol) de AG de cadena corta, con 4-10 átomos de carbono (**Walstra et al., 2001**). La proporción de AG saturados es elevada (70% en moles), siendo el oleico el ácido graso mayoritario. La grasa láctea se presenta como una emulsión de grasa en agua ubicada en glóbulos de 5-25 micrones de diámetro. La mayor parte de los lípidos polares se encuentran en la membrana del glóbulo graso que es de naturaleza lipoproteica. La grasa es el componente más variable de la leche y en promedio se halla en un nivel de 3,68% en los tambos argentinos (**Tabla 1**).

El nivel promedio de proteína en los tambos argentinos se ubica en 3,33% (**Tabla 1**). En la leche se encuentran unas diez proteínas diferentes. Dentro de estas se destaca la caseína con un 80% del total, y que se encuentra en la leche en forma de micelas en las que también interviene el fosfato cálcico coloidal. Las

proteínas del suero representan la fracción restante. Las más común es la β -lactoglobulina y la α -lactoalbúmina con una estructura similar a la lisozima, pero sin efecto bactericida.

Por último, la leche contiene diferentes minerales dentro de los que se destacan el Ca y P (**Walstra et al., 2001**).

Tabla 1: Composición acidez y pH de la leche producida en Argentina. Se muestra la desviación estándar (**Taverna et al, 2001**).

Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Caseína (%)	NNP* (%)	pH	Acidez ¹ (°D)
3,7±0,4	3,3±0,2	4,9±0,1	2,46±0,22	0,04±0,01	6,7±0,1	14,7±1,1

*Nitrógeno no proteico

¹ Expresada en grados Dornic (1°D equivale a 0,01% de ácido láctico).

1.3. PAGO Y CALIDAD DE LECHE.

El mercado actual de productos lácteos se presenta cada vez más influenciado por las exigencias del consumidor, en determinados aspectos como los de nutrición, calidad organoléptica, beneficios para la salud y respeto por la conservación del medio ambiente (**INTI, 2012**). El pago de la leche en Argentina cuenta con un sistema de incentivos como mecanismo que propende a lograr el abastecimiento adecuado (**MinAgri, 2012**). Se utilizan escalas que premian el mayor volumen de producción entregada por cada unidad productiva. Asimismo, como premio a la permanencia en el sistema, se establecen valores para diferenciar la leche remitida por aquellos productores que demuestran un mayor sentido de pertenencia.

La calidad de la leche es de gran importancia porque define tanto la aptitud como el rendimiento durante el procesamiento (**Veisseyre, 1988**). Por tal motivo, es primordial determinarla en forma permanente. Los productores, más allá de

obtener mayores beneficios por la venta de un volumen de leche más elevado, reciben una bonificación que depende de una serie de parámetros que definen la calidad de la materia prima. Esos parámetros pueden dividirse en términos generales en aspectos composicionales, higiénicos y sanitarios.

1.3.1. Calidad composicional.

La grasa butirosa y la proteína bruta determinan el rendimiento industrial. Por tal motivo, se encuentran dentro de los parámetros más importante a la hora de definir el precio de la leche. Los niveles de grasa y proteína pueden ser afectados por múltiples factores (**Alais, 1985**). El pH y la acidez pueden dar cuenta de alguna alteración importante en la leche, resultado de contaminación con ácidos o bases utilizados en la limpieza o bien la presencia de leches mastíticas (menor acidez) o que no han sido obtenidas y/o conservadas en forma apropiada favoreciendo la acción de las bacterias lácticas (leches ácidas) (**Veisseyre, 1988**).

1.3.2. Calidad higiénica.

Esta se define básicamente a través de los recuentos de unidades formadoras de colonias de bacterias aerobias mesófilas totales (UFC). Si bien la materia prima sufrirá en la industria tratamientos térmicos que reducirán la carga bacteriana, es deseable que la flora presente al momento de entrega en la usina láctea sea baja. Esto minimiza alteraciones que pudieran sufrir los macrocomponentes (proteína, grasa y lactosa) como consecuencia de procesos fermentativos (**Taverna et al, 2001**). Bajos recuentos de bacterias (unidades formadoras de colonias) indican una leche limpia (**Veisseyre, 1988**). Igualmente niveles demasiado bajos debieran controlarse de modo de descartar la posible presencia de antibióticos. La leche no debe superar el máximo de 200.000 UFC por mililitro (**CAA, 1969**). Más allá de este valor límite existen empresas que propenden a niveles de UFC muy inferiores.

1.3.3. Calidad sanitaria.

Resulta fundamental contar con leche originada en rodeos libres de brucelosis y tuberculosis ya que estas enfermedades pueden transmitirse a los humanos. La aftosa es otra enfermedad que puede afectar la producción animal y principalmente la comercialización de carne (**Revelli et al, 2011**). Por tal motivo se desarrolla un programa nacional que permite a la mayor parte de nuestro territorio como zona libre con vacunación. Un problema sanitario importante en los rodeos es la mastitis. Esta provoca alteraciones en la composición de la leche y puede ocasionar una reducción en la producción y una alteración de la composición (menor proteína, mayor contenido salino). Las leches provenientes de animales mastíticos suelen presentar un elevado recuento de células somáticas. El contenido de células somáticas máximo no debería superar los 400.000 por mililitro (**CAA, 1969**). En forma menos frecuente se realizan determinaciones de inhibidores y punto crioscópico, para detectar la presencia de antibióticos y el aguado respectivamente.

1.4. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA LECHE.

Diversos factores afectan la calidad de la leche (**Taverna et al, 2001**). Estos incluyen la raza, el rodeo (genética) y el individuo, la edad del animal, la etapa de lactancia (factores fisiológicos), el estado sanitario del animal, la alimentación, el clima, el sistema de ordeño (factores ambientales y de manejo) (**Alais, 1985**). Otros factores externos que pueden alterar la leche incluyen a la contaminación con pesticidas, antibióticos u otras sustancias indeseables (**Walstra et al., 2001**).

1.4.1. Raza.

La raza que predomina marcadamente en nuestro país es la Holando Argentino o conocida por su sinonimia como Holstein, que ha logrado en muchos años de mejoramiento y cruza con otras razas generar la Holando Argentino hoy reconocida como raza (**Bavera, 2011**). Existen también algunos rodeos de ganado Jersey y Pardo Suizo, aunque en un número muy inferior; la raza Jersey presenta la característica de producir leche con mayor contenido de grasa y extracto seco

total aunque un menor volumen (**Bavera, 2011**). Por otro lado, dentro de una misma raza se observan marcadas diferencias dependiendo de la selección y genética de los distintos rodeos. Los primeros Holando fueron importados en 1880 en forma particular por el entonces Presidente de la Nación Gral. Julio Argentino Roca y su Ministro del Interior Dr. Felipe Yofré. Fueron criados en pureza y en cruza. En el sur de Santa Fe se cruzaron con Friburgo (raza suiza doble propósito overa negra) a los que absorbió. Se efectuaron sucesivas importaciones de Holanda, EE.UU. y Alemania. Además se han importado de Gran Bretaña, Canadá, Nueva Zelanda, Uruguay y Chile (**Bavera, 2011**). Con todos estos orígenes, se formó la raza Holando Argentino, nombre adoptado a partir de 1925, y que en la actualidad ha evolucionado hacia el tipo especializado únicamente en producción de leche (**Bavera, 2011**). Los principales rodeos se encuentran en la Prov. de Bs.As., Santa Fe y Córdoba y en las cercanías de toda ciudad importante. Produce el 95% de la leche en la Argentina (**Bavera, 2011**).

1.4.2. Individuo.

Las variaciones que se producen entre los individuos de un mismo rodeo pueden ser considerables. Asimismo para cada animal los cuartos posteriores producen más leche que los anteriores. Otras diferencias entre cuartos pueden deberse a problemas sanitarios localizados (mastitis) o bien a la existencia alteraciones anatómicas o funcionales (**Bavera, 2011**).

1.4.3. Fase de lactación.

La lactancia se presenta como la variable productiva principal. La producción láctea, una vez secretado el calostro, comienza a aumentar hasta llegar a su pico máximo a los dos meses después del parto. En términos generales, a partir de este momento de mayor producción, la cantidad total de leche en cada mes es aproximadamente igual a un 90% de la del mes anterior (**Bavera, 2011**). Por otro lado la materia grasa muestra una evolución opuesta a la observada para el volumen de producción total de leche. Cuanto más alto sea el

pico de producción en el primer tercio de lactancia, mayor será la producción total del animal, ya que tardara mayor tiempo en descender.

1.4.4. Edad del animal y etapa de gestación.

Animales más jóvenes tienen en promedio lactancias más productivas que los animales de mayor edad (tercera a la quinta lactancia en adelante), influye de manera directa la intensidad del sistema sobre la vida útil del animal. La etapa de la gestación no influye tanto en la composición de la leche, sino que repercute sobre el volumen de producción.

1.4.5. Estado sanitario del animal.

El estado sanitario del animal puede afectar la calidad de la leche y el volumen de producción. Diversos problemas sanitarios afectan el consumo, la movilidad de los animales o su fisiología reduciendo la producción secundaria. Una de las patologías mamarias más comunes y relevantes es la mastitis, clínica y sub-clínica (**Rearte, 1993**). Es una severa inflamación de las ubres que se produce como consecuencia de la infección por bacterias patógenas, que origina la disminución de la producción, un cambio en la composición de la leche y un notable incremento en su contenido de células somáticas. La mastitis sub-clínica produce una importante modificación en la composición de la leche, que se aproxima al suero sanguíneo, produciendo grandes pérdidas para el productor. (**Rearte, 1993**).

1.4.6. Alimentación.

La alimentación es sin dudas uno de los factores más importantes en la producción láctea (**Miller, 1989**). Los carbohidratos contenidos en los alimentos son la principal fuente de energía en la dieta de vacunos, entre el 50 y 80% de la materia seca de los forrajes y de los granos son carbohidratos; su suministro en la dieta afecta el volumen de leche entregada por el animal (**Gagliostro, 1986**). Cuando el contenido de energía utilizable de los alimentos es bajo, las vacas de alto rendimiento no pueden cubrir los requerimientos (**Van Vuuren, 1986**). Las

necesidades proteicas de los vacunos se dividen, en (1) proteínas para mantenimiento, (2) para ganancia de peso, (3) para reproducción y (4) para lactación (**Gallardo, 1988**). Desde el punto de vista práctico, el 16% de proteína en la materia seca de la ración, es suficiente para la mayoría de las vacas en lactancia que consumen adecuadas cantidades de energía. Déficits moderados de proteína en la dieta determinan disminución de la producción de leche, y dietas muy ricas en proteína pueden generar aumentos en el nitrógeno no proteico, produciendo una disminución en la eficiencia de la utilización de la energía, ya que ésta debe ser usada para eliminar el excedente de nitrógeno en el organismo (urea en orina) (**Miller, 1989**). En nuestros sistemas de producción de leche, la base alimentaria es por cosecha directa de forraje en pie. Cambios en la composición nutricional de la dieta afectan la composición de la leche (**Rearte, 1993**). La suplementación con granos afectará la composición de la leche, principalmente en su tenor graso. El aporte en exceso de alimentos concentrados energéticos, (>40%) disminuye la relación forraje/concentrado, afectándose la fermentación ruminal, pudiéndose generar una disminución del pH (**Rearte, 1993**), y finalmente de la producción (**Walstra et al., 2001**). En sistemas donde la suplementación no supera el 30% de la dieta, los concentrados no afectan mayormente la concentración grasa de la leche. Los efectos en este caso serán sobre el volumen de leche; y cada vez que éste se vea incrementado, el % de grasa tenderá a disminuir por efecto de dilución, no así en producción neta (**Santini, 1985**). La reducción de aportes energéticos puede traducirse en una disminución de la cantidad de leche y una removilización de reservas corporales lipídicas, lo que resultaría en un aumento de los contenidos grasos relativos de la leche (**Tornadijo, 1998**).

Superando el 40% de suplementación en la dieta diaria, sí se afecta la concentración grasa como lo demuestran los trabajos de (**Visser, 1984**) y de (**Danelon et al. 1985**), ya que se modifica el tipo de fermentación ruminal (menor producción de AG lipogénicos). La proteína de la leche, también puede modificarse, aunque en menor medida; en nuestros sistemas productivos en términos proteicos de la leche, ésta variara según cantidad y calidad de la pastura

disponible (**Rearte, 1993**). Habrá respuesta a la suplementación proteica según el contenido y la degradabilidad de la proteína del forraje ofrecido en pie, de la cantidad de suplemento entregado y del porcentaje y degradabilidad de la proteína de ese concentrado (**Castle, et al. 1979; Rearte, et al., 1989**). Una pastura de bajos contenidos proteicos suplementada con alimento balanceado (16 % PB) produjo una mejora en la producción de leche y en su contenido proteico al ser comparada con la suplementación con grano de maíz (**Baker 1982 y Rearte, 1989**).

Los efectos del heno sobre la producción y composición de la leche dependen de la calidad y cantidad del mismo, y de la cantidad y calidad del alimento base (pastura, verdeo). Baja calidad de heno, provee baja cantidad de energía total provocando disminución en la producción y en el contenido proteico de la leche; esto último suele ir acompañado de aumentos en el porcentaje de GB. Es así que la fibra efectiva (tamaño de fibra que favorece la rumia) es necesaria para una adecuada actividad ruminal, pasaje de alimento, salivación y regulación de pH (**Castillo et al., 1990**); y tiene efecto mejorador sobre la síntesis de grasa butirosa.

Por último, si no existen situaciones de subnutrición extrema, se considera que los cambios nutricionales no tienen un efecto significativo sobre los compuestos de la fase acuosa de la leche; es decir lactosa, potasio, sodio y cloro. (**Walstra et al., 2001**).

1.4.7. Ambiente.

El clima ejerce su efecto tanto en la composición de la leche como en el volumen producido. En ciertas zonas de producción de nuestro país puede resultar problemático el estrés por altas temperaturas en el período estival. Los animales en fase de producción son sensibles a la elevada temperatura, provocando lo que se denomina estrés calórico y como consecuencia una merma en la producción de leche. El animal no presenta estrés entre los 15 °C y los 27,5 °C con una humedad relativa menor a 65%, a medida que la temperatura y humedad relativa se

incrementan los niveles de estrés son cada vez mayor hasta el punto de ser fatales (**Martinez, 2006**).

1.4.8. Ordeño.

Es sumamente importante que se respeten los tiempos de descanso entre ordeños, para que haya una recuperación de la ubre (**Navarro et al., 2006**). El manejo del rodeo, la higiene de la sala y el equipo (pezoneras, cañerías, equipos de frío), el trato que reciben los animales, los estímulos previos a la entrada al tambo, y la forma de realización de la rutina de ordeño son aspectos de vital importancia. Estos aspectos pueden afectar la bajada de la leche, la extracción, y el volumen producido por día (**Veisseyre, 1988**).

1.5. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN LÁCTEA.

El sector industrial dentro de la actividad lechera está formado por un amplio número de empresas que se definen por su capacidad de procesamiento diario (**CFI, 2012**). Dentro del mismo se observa:

- Un grupo de unas 10-12 empresas con una recepción mayor a 250.000 litros diarios de leche, diversificadas en sus líneas de producción, en su mayoría con presencia exportadora, y que procesan el 50-55% de la producción nacional (dos de ellas superan los dos millones de litros diarios procesados).

- Un grupo de unas 90-100 empresas con una recepción de entre 20.000 y 250.000 litros diarios, con una alta participación del rubro quesos, con una actividad exportadora prácticamente inexistente, que procesan el 25% de la producción nacional.

- Más de 1.000 empresas y tambos-fábrica, con menos de 20.000 litros diarios de recepción, que se dedican casi exclusivamente a quesos, y que procesan el 20- 25% de la producción nacional.

La industria láctea argentina tiene una fuerte concentración en el rubro quesos, que absorbe casi el 65% de la producción total. Le siguen en orden de importancia la leche en polvo, con el 21% y otros (Manteca, yogurts, dulce de leche) con el 16%. Las tres provincias productoras más importantes poseen grandes plantas de procesamiento (**Figura 2**).

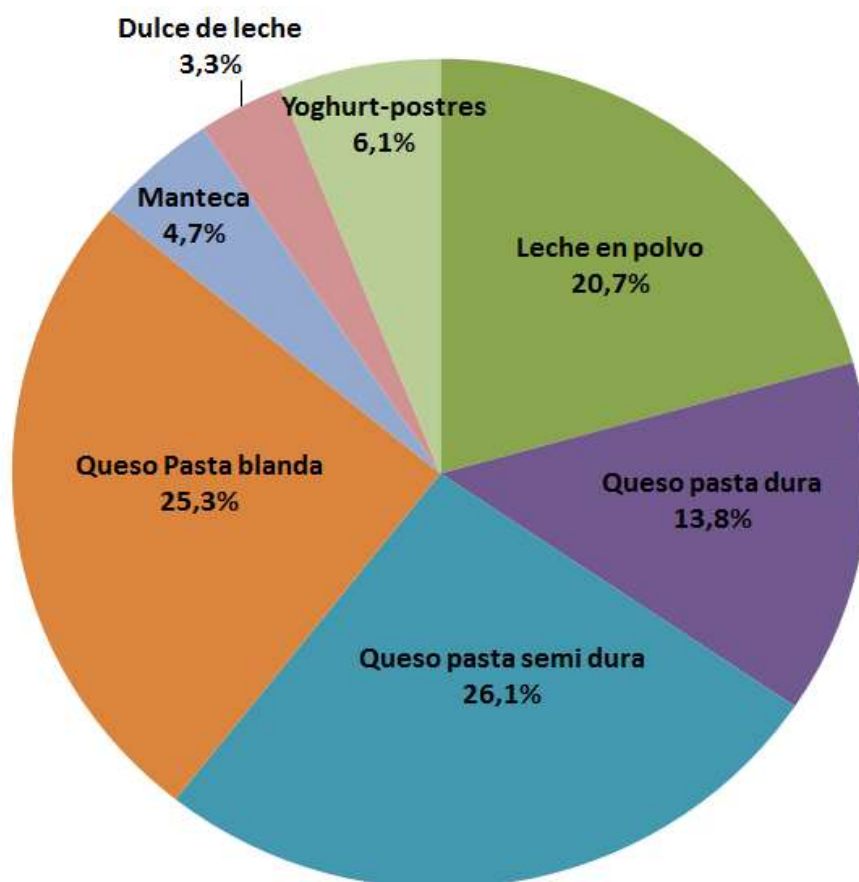


Figura 2: Destino de la leche orientada a elaboración de productos lácteos en la Argentina (CIL, 2012).

1.6. QUESOS.

El queso es el producto fresco o madurado que se obtiene por separación parcial del suero de la leche (entera, parcial o totalmente descremada), o de sueros lácteos, coagulados por la acción física, del cuajo, bacterias específicas, de ácidos orgánicos, solos o combinados, con o sin el agregado de sustancias

alimenticias y/o especias, aditivos aromatizantes y colorantes (**CAA, 1969**). Los quesos pueden clasificarse de diferentes formas:

a. Materia grasa del extracto seco:

- *Extra graso o doble crema*: cuando contengan no menos del 60% de grasa en el extracto seco.
- *Grasos*: cuando contengan entre 45,0 y 59,9% de grasa en el extracto seco.
- *Semi-grasos*: cuando contengan entre 25,0 y 44,9% de grasa en el extracto seco.
- *Magros*: cuando contengan entre 10,0 y 24,9% de grasa en el extracto seco.
- *Descremados*: cuando contengan menos de 10,0% de grasa en el extracto seco.

b. Humedad:

- *Baja humedad* (<36% de H₂O). Ejemplo: Reggiano, Parmesano, Sardo.
- *Mediana humedad* (36-46% de H₂O). Ejemplo: Fontina, Pategrás.
- *Alta humedad* (46-55% de H₂O). Ejemplo: Cuartirolo, Cremoso.
- *Muy alta humedad* (>55% de H₂O). Ejemplo: ricotta.

c. Maduración:

- *Frescos*. Ejemplo: ricotta, blanco.
- *Madurados*. Ejemplo: Fontina, Pategrás, Reggiano, Parmesano.

d. Tipo de coagulación:

La coagulación resulta en una floculación de las micelas de caseína de la leche que arrastra parte de los glóbulos grasos. La unión de éstas permite formar un gel compacto que contiene en su interior el líquido de dispersión que constituye el suero. La floculación se puede producir, en quesería, mediante la adición de una sustancia acidificante (*coagulación ácida*) y/o por adición del cuajo (*coagulación enzimática*). En algunos quesos como la ricotta puede realizarse una coagulación puramente ácida, aunque en la mayor parte de los quesos la floculación es mixta (combinación de acción acidificante y enzimática). De todos modos, en algunos quesos predomina la acción enzimática del cuajo, en otros la acción del cuajo es limitada y el agente principal de la floculación es el acidificante (**Veisseyre, 1988**). La naturaleza del gel formado al coagularse tiene gran influencia sobre las elaboración del queso (separación de suero, maduración) así como en su estabilidad (**Veisseyre, 1988; Alais, 1985**).

1.7. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LOS QUESOS.

Las características nutricionales de los quesos 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, alta 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 ricotta 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 ricotta de leche entera poseen alrededor de 180 Kcal., contra menos de 100 en algunos alimentos que se suelen considerar inapropiados para dietas para reducción de peso como la papa o la banana. En lo que hace al nivel de grasa, la ricotta presenta un contenido aproximadamente cuatro veces mayor que en leche o yogurt enteros y 10-15 veces por encima de frutas y hortalizas (**Tabla 2**). Lo mismo ocurre con el contenido de ácidos grasos saturados y colesterol.

Tabla 2: Composición de algunos alimentos (USDA, 2012).

Componente	Ricotta 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

1.8. ASOCIACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE GRASA Y LA SALUD.

Existe clara evidencia 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 cerebrovasculares 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 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

convinciente evidencia de que el reemplazo 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 mono-insaturados 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).

1.9. OBTENCIÓN DE QUESOS REDUCIDOS EN CALORÍAS.

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 (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.

La (Tabla 3) muestra la composición de ricotta elaborada a partir de leche entera y parcialmente descremada. La ricotta se ubica dentro de los quesos de muy alta humedad. Esto determina que en comparación con muchos otros quesos, la ricotta, aún de leche entera posea una densidad calórica no demasiado elevada (150-180 Kcal/100 g). El 70-80% de los sólidos están constituidos por grasas y proteínas siendo la proporción de las mismas dependiente del uso de leche entera o descremada. Los lípidos son del mismo modo que en la leche, principalmente triglicéridos, siendo los ácidos grasos más abundantes el oleico, esteárico y palmítico con niveles de ácidos grasos de cadena corta superiores a los hallados en alimentos con grasas de origen vegetal (Walstra, 2001).

Tabla 3: Composición de ricotta elaborada a partir de leche entera o semi-descremada (USDA, 2012).

	ricotta entera	ricotta semi-descremada
Agua (%)	71,7	74,4
Energía (Kcal)	174	138
Proteína (%)	11,26	11,39
Lípidos totales (%)	12,98	7,91
Carbohidratos (%)	3,04	5,14
Fibra (%)	0	0
Azúcares (%)	0,27	0,31
Calcio (mg/100g)	207	272
Hierro (mg/100g)	0,38	0,44
Sodio (mg/100g)	84	125
Vitamina C (mg/100g)	0	0
Tiamina (mg/100g)	0,13	0,021
Riboflavina (mg/100g)	0,195	0,185
Niacina (mg/100g)	0,104	0,078
Vit B6 (mg/100g)	0,043	0,02
Vit B12 (µg/100g)	0,34	0,29
Folato (µg/100g)	12	13
Vit A (µg/100g)	0,11	0,107
Vit D (mg/100g)	0,2	0,1
Vit K (µg/100g)	1,1	0,7
Vit E (µg/100g)	0,11	0,07
Colesterol (mg/100g)	51	31

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 físicas y 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, 1987**). Las propiedades funcionales de muchos quesos reducidos en grasa tampoco suelen ser buenas. De todos modos, los quesos magros no madurados y mayores niveles de agua son los que presentan mayor aceptabilidad comercial.

1.10. ELABORACIÓN DE QUESOS.

1.10.1. Quesos de coagulación enzimática.

El proceso de elaboración de quesos se lleva a cabo en tinas con formas diversas (circulares, rectangulares, ovaladas u holandesas) y con capacidad variable. Estas tinas son de acero inoxidable con doble pared por donde circula el vapor y permite regular la temperatura de trabajo y se encuentran equipadas con dispositivos para el tratamiento de la cuajada (liras, agitadores) y de un sistema de evacuación de suero.

La elaboración de quesos de coagulación enzimática comprende las siguientes etapas para la mayoría de los quesos (**Figura 3**):



a) Análisis de la materia prima



b) Acondicionamiento de la leche





c) Maduración de la leche



d) Coagulación



e) Tratamiento de la cuajada (corte, agitación, cocción)



f) Moldeado





g) Prensado



h) Salazón





i) Maduración y acondicionamiento comercial

Figura 3: *Esquema del proceso de elaboración de quesos de coagulación enzimática.*

a. Análisis de la materia prima.

La calidad de la leche es un factor muy importante a tener en cuenta, ya que el éxito de la producción de quesos depende en gran medida de la materia prima utilizada. Para el análisis de la calidad de la leche se debe evaluar:

- **Composición química:**

Dentro de los componentes químicos de la leche se encuentran las proteínas, los lípidos, la lactosa, los minerales y las vitaminas. De todos estos componentes hay que prestar fundamental atención al contenido de proteínas y lípidos, ya que son los que mayor influencia tienen en el proceso. En aquellos quesos que posean períodos largos de maduración, es conveniente partir de un bajo contenido de materia grasa (2,5-2,7%), debido a que con un alto contenido lipídico se corre el riesgo de obtener sabores muy fuertes e incluso de rancidez. En aquellos quesos que no poseen un período prolongado de madurez, esta característica no tiene tanta importancia. El contenido de proteínas es muy importante, ya que es el sustrato (κ -caseína) sobre el cual va actuar la enzima encargada de producir la coagulación influyendo marcadamente en el rendimiento que se obtenga del mismo.

- **Calidad higiénica**

El aspecto a tener en cuenta es presencia de microorganismos por contaminaciones de la leche por el ambiente. Esta evaluación puede realizarse en forma indirecta mediante la determinación de la acidez. En leches con alto contenido de bacterias lácticas se degrada en mayor medida la lactosa a ácido láctico resultando esto en niveles de acidez elevados. Se puede hacer un análisis del número de unidades formadoras de colonias (UFC) que se obtienen cuando la leche se incuba a 30°C durante 72 horas. Esta información nos indica el número en UFC de gérmenes presentes en la leche pero no sobre su fuente de origen. La mismas pueden provenir del equipamiento de ordeño, de una mala higiene en la rutina de ordeño o de algunas infecciones intramamarias. Por último se debe

evaluar la presencia de inhibidores que pudieran atentar contra la correcta elaboración del queso.

- Calidad sanitaria.

Se refiere a todas aquellas enfermedades que poseen los animales y que es posible su transferencia al hombre, como por ejemplo brucelosis, tuberculosis y a aquellas patologías que afecten negativamente la calidad de la leche, como la mastitis. El recuento de células somáticas totales se realiza para identificar muestras que pudieran provenir de animales con mastitis u otra patología mamaria.

b. Acondicionamiento de la leche.

Esta etapa consiste en realizar el filtrado de la leche, la tipificación del contenido de materia grasa, el tratamiento térmico (TT) y los agregados de aditivos que correspondiesen. La tipificación de la materia grasa se realiza con el objetivo de estabilizar los lípidos de la materia grasa y evitar la separación de fases por formación de crema. El (TT) tiene como principal objetivo la eliminación de microorganismos patógenos de la leche. Es obligatorio en nuestro país pasteurizar la leche cuando el queso a elaborar tiene menos de 60 días de maduración (**CAA, 1969**). Los procesos de pasteurización se definen a partir de la determinación de la temperatura que debe alcanzarse y el tiempo de exposición del producto a esa temperatura. Existen dos tipos de pasteurizaciones, una clásica denominada pasteurización de baja (63 °C 30 minutos) y otra llamada comúnmente pasteurización de alta o rápida (73°C 15 segundos), siendo esta última la más frecuentemente empleada debido a su menor tiempo requerido. Con posterioridad se realiza el agregado de aditivos. Para aquellas leches que sufren tratamiento térmico se debe adicionar cloruro de calcio (**Gastaldi et al., 1994; Okigbo et al., 1985**). El calcio es necesario para la formación de la cuajada y se suele adicionar ya que se insolubiliza en parte con el TT. El cloruro de calcio se agrega por lo general en todas las queserías (**Ustunol y Hicks, 1990; Wolfschoon- Pombo, 1997**). En algunos quesos se adicionan colorantes, los

mismos pueden ser naturales o artificiales por ejemplo, la *Bixa orellana* (rocú, achiote o falso azafrán) y su función es la de dar una coloración ligeramente amarillenta a la pasta haciendo más atractivo el queso. En algunas variedades se agregan especies como pimienta en grano, orégano, ají molido.

c. Maduración de la leche.

Consiste en enriquecer la leche con una microflora láctica activa. Para ello se puede adicionar a la leche el fermento específico según el tipo de queso a elaborar, por ejemplo, si se busca una variedad con sabor suave, el fermento deberá tener baja actividad proteolítica y lipolítica y a la inversa, si se busca un queso de sabor intenso. Cuando el objetivo es buscar quesos con ojos se elegirán bacterias hetero-fermentativas capaces de producir gas. Otra forma es realizar la maduración de la leche pasteurizada sin la necesidad de agregar fermentos, esto se logra colocando la leche a temperatura de 37 °C para favorecer la multiplicación de las bacterias lácticas que posee naturalmente la leche. La finalidad de esta etapa es lograr mediante el desarrollo de una flora específica, que el queso adquiera características organolépticas deseables (**Alais, 1985**).

d. Coagulación.

Es el pasaje de la leche del estado fluido a gel por la floculación de las micelas de caseína que se sueldan para formar una cuajada compacta. La formación de la cuajada para quesos de coagulación *enzimática* se produce cuando la quimosina, proveniente de la segregación de la mucosa del cuajar o estómago de los rumiantes jóvenes alimentados exclusivamente con leche (terneros, corderos y cabritos), es adicionada a la leche provocando la desestabilización de la caseína, dando lugar a la formación de un gel o coágulo (**Veisseyre, 1988**).

e. Tratamiento de la cuajada.

El gel resultante de la coagulación retiene en su interior gran cantidad de suero. El objetivo de esta etapa es expulsar dicho suero del interior del coágulo, y

para ello se deben realizar acciones mecánicas como el corte, la agitación y la cocción. Estas operaciones permiten entonces regular el contenido acuoso y la acidificación. El corte se realiza para dividir el coágulo en fragmentos más pequeños que permiten aumentar la superficie de desuerado. El tamaño del corte depende del tipo de queso a elaborar. Para quesos de pasta blanda el corte es de apenas un trozado en cubos de 1,5-2 cm de lado, en cambio para quesos de pasta dura el corte se realiza hasta lograr pequeños cubos de unos pocos milímetros que permita un mayor desuerado. La agitación tiene por objeto acelerar el desuerado e impedir la adhesión de los granos, renovando la superficie de exudación del suero. Esta operación se efectúa con agitadores o rotelas. La cocción permite con la elevación de la temperatura, favorecer la contracción de los granos de cuajada disminuyendo su hidratación, esta operación sólo se realiza para quesos de pasta semi-dura y dura. El ascenso de la temperatura en esta etapa debe ser lento para impedir la formación de una costra impermeable sobre la superficie de los granos que al formarse detenga el desuerado.

f. Moldeado.

Consiste en extraer la cuajada de la tina, dividirla en trozos y colocarla en moldes para que adquieran la forma deseada y continúen eliminando suero.

g. Prensado.

Su objetivo es seguir eliminando suero y de esta manera completar el desuerado y conferir al queso su forma definitiva. Las condiciones del prensado son distintas para cada tipo de queso, variando la presión a aplicar, el desarrollo y duración de la operación.

h. Salazón.

Permite mejorar el sabor del queso y favorece la pérdida de suero y además, regula el desarrollo microbiano, sea inhibiendo bacterias indeseables y controlando el desarrollo de la flora durante la maduración. La salazón puede realizarse agregando sal a la leche o a la cuajada, en seco sobre la superficie de

los quesos o bien colocando a los quesos en salmuera. Esta última es la forma más común. La salmuera posee comúnmente alrededor de 24% de NaCl y el período de permanencia depende de la forma, tamaño y del tipo de queso.

i. Maduración y acondicionamiento comercial.

Esta etapa incluye una serie de cambios físicos y químicos que van dotando al producto de su textura y sabor definitivo. Los agentes responsables de la transformación de la cuajada en su producto final son las enzimas procedentes de la leche, el cuajo y la flora microbiana. La velocidad de la maduración depende principalmente de la humedad de los quesos, temperatura ambiente, pH y contenido de sal. La permanencia en salas de maduración depende del tipo de queso. Durante este período se realizan limpiezas y volteos periódicos. Finalmente los quesos se acondicionan para su expendio (**Veisseyre, 1988; Alais, 1985**).

1.10.2. Quesos de coagulación ácida.

La elaboración de quesos de coagulación ácida es mucho más sencilla que la descrita para quesos de coagulación enzimática. La elaboración de quesos por acidificación química directa, se utiliza en forma tradicional en América Latina en la producción de queso cottage y ricotta. La ricotta es un queso conocido a nivel mundial desde la antigüedad (**Pizillo et al., 2005**). Posee mucha popularidad en Italia donde se la consume en forma directa y en nuestro país se la utiliza frecuentemente en la elaboración de rellenos en confitería y elaboración de pastas (**Gianuzzi, 1998**). Tradicionalmente ha sido un queso obtenido del suero de la elaboración de otros quesos con el objetivo de aprovechar al máximo los componentes del extracto seco de la leche. Su elevado porcentaje de agua determina que la carga calórica sea relativamente baja en comparación con otros quesos aunque esto determina también que sean quesos con una conservación limitada (hasta 10 días a 4 °C) (**Carminati et al., 2002**). Posee 15-30% de proteínas, 0-13% de grasa y se caracteriza por una elevada digestibilidad. La variabilidad en los niveles de grasa y proteína está dada por el tipo de materia prima utilizada, ya que puede realizarse tanto a partir de leche ya sea entera o

parcialmente descremada como de suero proveniente de la elaboración de otros quesos (**Pizzillo et al., 2005; Monsalve y González, 2005**).

El proceso de elaboración de la ricotta es relativamente sencillo y se inicia al igual que los demás quesos, con un análisis de calidad de la materia prima. Posteriormente se adiciona un acidificante y se realiza un calentamiento para insolubilizar a las proteínas solubles del suero por desnaturalización y a las caseínas al reducir su carga neta (**Forsum y Hambræus, 1977**). La acidificación directa se ha dirigido básicamente a variedades de queso que no requieren maduración. En general, la leche se calienta a 75-80 °C y luego se adiciona el agente coagulante. El agregado del mismo se realiza hasta que se produzca una separación de los coágulos y el suero se torne amarillento y límpido. Posteriormente se eleva la temperatura hasta 85 °C en un período de 2-3 minutos y se cierra la fuente de calor. Después de 3-4 minutos, se extrae el coágulo que se deposita sobre un molde con una tela donde se enfría (**Figura 4**).



a) Análisis de la materia prima



b) Calentamiento a 75-80 °C





c) Adición del agente coagulante y coagulación



d) Calentamiento a 80-85 °C, 2 min



e) Reposo y extracción del coágulo





f) Enfriado



g) Acondicionamiento y envasado

Figura 4: Esquema del proceso de elaboración de quesos de coagulación ácida.

a. Factores de proceso que pueden afectar la elaboración de la ricotta.

La utilización de ácidos orgánicos podría provocar una pérdida importante del calcio en el suero mientras que el agregado de cloruro de calcio como precipitante podría dar lugar a un producto rico en este mineral. La época del año puede tener influencia sobre la composición del producto. Así la ricotta de verano, mostró una menor proporción de proteína que la de invierno y en primavera una mayor proporción de ácidos grasos insaturados (**Acciaioli et al., 2009**). Algunas variables susceptibles de ser modificadas en el proceso tradicional por coagulación en caliente son las condiciones de calentamiento, el tiempo, la temperatura de coagulación (**Pintado y Malcata, 1996; Muchetti et al., 2002**) y el pH final del producto, para el caso de ricotta de suero la mejor condición de producción correspondió a un pH de 5,0 y una temperatura de 92 °C. En mezclas de suero y leche el pH que permitió obtener las mejores cuajadas y el mayor rendimiento fue de 5,6-5,8. (**Weatherup, 1986**).

Los coagulantes a utilizar en la elaboración de ricotta pueden ser diversos. **Abdel-Razig y Al-Gamry, 2009** estudiaron el efecto de los agentes naturales para la acidificación como, vinagre (0,01 N, pH 2,1), jugo de frutos cítricos. El ácido láctico también se encuentra permitido por el Código Alimentario Argentino, pero suele ser más costoso. El cloruro de calcio normalmente está disponible en las queserías por su utilización en la formación de gel. Si bien se trata de una sal neutra, su adición a mayor concentración a la leche produce su acidificación a partir de la siguiente reacción con el fosfato presente en la leche o suero:



Algunos estudios sugieren que el tipo de coagulante adicionado puede afectar el rendimiento y la composición del producto final. La ricotta obtenida con ácido acético permitió obtener mayor rendimiento, mientras que la obtenida a partir del agregado de ácido cítrico presenta mayor calidad (**Weatherup, 1986**). Asimismo podría resultar con diferencias en la estabilidad y calidad sensorial del producto (**Hough et al., 1999**).

El Código Alimentario Argentino indica algunas características generales que debe poseer la ricotta. Tales como su color que debe ser blanco-amarillento uniforme y los niveles máximos de agua y grasa en función de si fue obtenida a partir de leche descremada, o entera. Más allá de estos aspectos generales definidos legalmente por la legislación argentina, la calidad de todos los quesos se encuentra determinada en buena medida por su sabor, aroma, propiedades reológicas, apariencia y valor nutricional (**Pizillo et al., 2005; Cattaneo et al., 2005**).

b. Aspectos de conservación de ricotta.

El queso ricotta, al igual que otros quesos de suero, es muy perecedero y tiene una vida útil limitada, incluso en condiciones de refrigeración. La ricotta es un alimento muy perecedero debido a su alta actividad acuosa (A_w) y a su alta disponibilidad de nutrientes para el desarrollo microbiano (**Spanu et al., 2011**). Los principales cambios que se han descrito durante el almacenamiento de ricotta incluyen la pérdida de agua, el desarrollo de microorganismos deteriorantes, cambios en la textura y en el color. Se han desarrollado diversas estrategias para extender la capacidad de almacenamiento de quesos de muy alta humedad obtenido por acidificación. Las atmósferas modificadas se han propuesto para el envasado de ricotta (**Dermiki et al., 2008**). Recientemente la modificación de atmósfera ha sido propuesta para el envasado de ricotta (**Del Nobile et al., 2009**). **Davies et al. 1997** evaluaron el uso de bacteriocinas para controlar el desarrollo de *Listeria monocytogenes* en ricotta. (**Samelis et al., 2003**) investigaron el uso de nisina en ricotta refrigerada y envasada al vacío mientras que otros estudios evaluaron utilizar recubrimientos activados con este mismo antimicrobiano (**Martins et al., 2010**). La adición de aceites esenciales de albahaca retrasó el desarrollo microbiológico de ricotta envasada (**Tsiraki y Savvaidis, 2011**). El uso de recubrimientos obtenidos a partir de suero y quitosano fueron propuestos como una alternativa para reducir el deterioro de ricotta almacenada (**di Pierro, 2011**). De todos modos, todas estas metodologías

si bien promisorias se encuentran aún en etapas de desarrollo y sólo se han utilizado en la mayor parte de los casos a escala experimental. En la actualidad la totalidad de la ricotta se comercializa en condiciones de refrigeración. El Código Alimentario Argentino establece que la temperatura de almacenamiento de la ricotta no debe ser superior a 10 °C aunque temperaturas más cercanas a 0 °C resulta en una mayor capacidad de almacenamiento (**Sinelli et al., 2005**). Ensayos de almacenamiento mostraron que la ricotta de calidad puede mantenerse a 4 °C sólo por una semana mientras que este período se reducía a sólo 2 días si se conservaba 12 °C (**Carminati et al., 2002**).

El congelado permite aumentar marcadamente la capacidad de almacenamiento de quesos, pero puede ocasionar algunos cambios composicionales y texturales (**Bértola et al., 1996**). No obstante, en la comercialización directa de ricotta, no es una metodología que se utilice, probablemente por el bajo valor relativo del producto, y/o por los volúmenes relativamente pequeños que se manejan normalmente. De todos modos, esta metodología de conservación podría presentar mayor interés a nivel industrial, en situaciones en las que el aprovisionamiento y almacenamiento congelado revistiera una simplificación logística. Por otra parte, la ricotta es congelada en forma frecuente, cuando es utilizada en rellenos de pastas. Los coagulantes empleados en la elaboración podrían afectar la tasa de deterioro y la estabilidad de la ricotta tanto refrigerada como congelada. (**Weatherup 1986**) informaron que la ricotta obtenida con ácido cítrico poseía una menor capacidad de conservación que aquella en la que se utilizó el ácido acético como coagulante.

1.11. FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE RICOTTA: ALGUNOS INTERROGANTES.

A partir de lo descrito anteriormente se desprende que existen factores de la materia prima y del proceso de elaboración de ricotta que podrían tener marcada influencia en la calidad del producto. Llamativamente algunos de estos aspectos no han recibido demasiada atención hasta la fecha. En ese sentido en el

marco de la presente tesis se decidió evaluar la influencia del contenido de materia grasa de la leche sobre el rendimiento, calidad y estabilidad de la ricotta.

Asimismo, en una segunda etapa se estudió el efecto del coagulante empleado (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) sobre el rendimiento, las propiedades físicas y químicas y la estabilidad de ricotta de leche refrigerada y congelada.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 OBJETIVO GENERAL

-Analizar el efecto de la composición de la materia prima y condiciones de elaboración (tipo de coagulante) sobre la calidad y rendimiento de la ricotta.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto del contenido de materia grasa de la leche sobre el rendimiento, composición, la calidad organoléptica, la aceptabilidad y estabilidad de ricotta de leche.

- Evaluar el efecto de diferentes agentes coagulantes sobre el rendimiento y composición y la calidad de ricotta refrigerada y congelada.

2.3. HIPÓTESIS

- La obtención de ricotta a partir de leche con diferente nivel de grasa afecta el rendimiento, la composición, su aceptabilidad, la calidad organoléptica y la estabilidad de la ricotta.

- El agente coagulante utilizado para la elaboración de la ricotta afecta el rendimiento, composición, la calidad de la ricotta refrigerada y congelada.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA.

La densidad de la leche se determinó colocando una muestra de leche en una probeta de 200 mL utilizando un lacto-densímetro. La acidez de la leche se evaluó mediante el método de Dornic. Para ello se colocaron 10 mL de leche en un Erlernmeyer, se agregaron 3 gotas de solución de fenoftaleína al 1% m/v y se tituló con NaOH 0,1 N hasta el viraje del indicador a color rosa pálido. Los resultados se expresaron en grados Dornic. El pH se evaluó en forma potenciométrica (**AOAC, 1980**). La materia grasa se analizó por el método de Gerber. Para ello se colocaron 10 mL de H₂SO₄ (δ: 1,82) en un butirómetro, y se adicionaron 11 mL de leche. Se agregó 1 mL de alcohol amílico y se agitó lentamente para evitar el calentamiento excesivo. Una vez degradada la proteína y la membrana de los glóbulos grasos, se llevó el butirómetro a un baño de agua a 65 °C por 5 min, se centrifugó y se colocó nuevamente en baño de agua a 65°C por 5 min. Posteriormente se realizó la lectura directa del contenido de materia grasa. Las determinaciones se realizaron por duplicado. El extracto seco se calculó a partir de los datos de densidad y materia grasa (**AOAC, 1980**).

3.2. ELABORACIÓN DE RICOTTA CON LECHE CON DIFERENTE CONTENIDO DE MATERIA GRASA: EVALUACIÓN DE SU INFLUENCIA SOBRE EL RENDIMIENTO, CALIDAD Y ESTABILIDAD DE RICOTTA.

Se elaboró ricotta a partir de i) 25 L de leche entera ii) 25 L de leche 0% de grasa y iii) 25 L de mezcla (1:1) de los 2 tipos de leche antes mencionados. La coagulación de la leche para la elaboración de la ricotta se realizó utilizando ácido acético al 25% m/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. La ricotta se separó con una tela suiza y se dejó reposar 30 min a temperatura ambiente y posteriormente se envasó en recipientes de polipropileno de 300 mL con tapa. Las muestras se almacenaron a 4 °C por 0, 3, 7 ó 10 días. A los tiempos anteriormente mencionados se tomaron muestras y se

realizaron las determinaciones de color, textura, humedad, pH y acidez según se describe en la sección 3.4. El ensayo completo se realizó por duplicado.

3.3. ELABORACIÓN DE RICOTTA CON DIFERENTES COAGULANTES: EVALUACIÓN DE SU INFLUENCIA SOBRE EL RENDIMIENTO, CALIDAD Y ESTABILIDAD EN EL ALMACENAMIENTO REFRIGERADO Y CONGELADO.

Se colocaron 35 L de leche en una tina. La leche se calentó a 75 °C y se realizaron elaboraciones con los siguientes coagulantes: a) ácido cítrico (25% m/v); b) ácido láctico (25% m/v), c) ácido acético (25% m/v), d) cloruro de calcio (25% m/v). Los coagulantes se adicionaron hasta que se produjo una separación de los coágulos y el suero se tornó amarillento y límpido. Se subió la temperatura hasta 85 °C en un período de 3-4 min y se cerró la fuente de calor. Después de 3-4 minutos se extrajo el coágulo y se depositó sobre un molde con una tela suiza. Una vez que se desueró y llegó a 20 °C la ricotta se colocó en envases de polipropileno de 300 mL con tapa y se almacenó a 4 °C por 0, 3, 7 ó 10 días y a -18°C por 150 días. A los tiempos anteriormente mencionados se realizaron las determinaciones de rendimiento, acidez, pH dureza, color, humedad materia grasa, proteínas y cenizas. Asimismo se realizó un ensayo de aceptabilidad por atributos con un panel de consumidores. Las determinaciones se realizaron según se describe en la sección 3.4. El ensayo completo se realizó por triplicado.

3.4. DETERMINACIONES ANALITICAS

3.4.1. Rendimiento.

Se pesó la cantidad de ricotta obtenida. Se calculó el rendimiento para cada uno de los tratamientos según:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Peso de ricotta (kg)} \times 100}{\text{Vol leche (L)} \times \delta \text{ (kg/L)}}$$

3.4.2. Humedad.

Se pesaron aproximadamente 3 g de muestra (PM) en una cápsula conteniendo arena previamente calcinada y una varilla pequeña taradas (P_1). La muestra se extendió con ayuda de la varilla formando una pasta con la arena a fin de aumentar la superficie de contacto e impedir la formación de costras durante el secado. Se llevó la cápsula a estufa a $105 \pm 2^\circ\text{C}$ hasta peso constante (P_2) (AOAC, 1980). La humedad de la muestra se calculó como $100 \times (P_1 - P_2) / PM$. Los resultados se expresaron en porcentaje. Se realizaron mínimo 2 determinaciones para cada tratamiento utilizado y en cada una de las elaboraciones.

3.4.3. Materia grasa.

El contenido de materia grasa se determinó utilizando el método de Gerber para quesos. Para esto se pesaron 2,5 g de muestra en un butirómetro Gerber para quesos y se añadió ácido sulfúrico ($d = 1,525$) hasta cubrir la muestra. El butirómetro se agitó hasta disgregación de la muestra y se agregó 1 mL de alcohol amílico. Se completó con ácido sulfúrico $d = 1,525$ hasta el vástago del butirómetro y posteriormente las muestras se llevaron a baño de agua a 65°C por 5 min. Las muestras se centrifugaron por 5 min y se colocaron nuevamente 5 min a baño de agua a 65°C y se realizó la lectura en la escala graduada. Los resultados se expresaron en porcentaje m/m. Se realizaron dos determinaciones para cada tratamiento, elaboración y tiempo de almacenamiento.

3.4.4 Proteína.

El contenido de proteína se determinó por el método de Kjeldahl (IDF, 1993). Se realizó la digestión de cada muestra colocada en balones con 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 ($N \times 6,38$). Los resultados se expresaron en porcentaje m/m. Se realizaron dos determinaciones para cada tratamiento, elaboración y tiempo de almacenamiento.

3.4.5. pH y acidez.

El pH de las muestras se determinó con un electrodo de sólidos. Se realizaron una determinación para cada tratamiento, elaboración y tiempo de almacenamiento. La acidez se determinó por titulación con NaOH 0,25 N hasta pH 8,2. Se pesaron aproximadamente 5 g de muestra. Se adicionaron 30 mL de agua a 40 °C y se realizó una homogenización de la muestra con el agua adicionada. Las muestras se centrifugaron por 5 min y se tituló el sobrenadante con hidróxido de sodio hasta pH 8,2 utilizando fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresaron como g de ácido láctico cada 100 g de producto fresco. Se realizaron dos determinaciones para cada tratamiento, elaboración y tiempo de almacenamiento.

3.4.6. Cenizas.

Se pesaron 10 g de ricotta en crisoles de porcelana y se los incineró de forma controlada. 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 y los resultados se expresaron en porcentaje m/m. Se realizaron dos determinaciones para cada tratamiento, elaboración y tiempo de almacenamiento.

3.4.7. Análisis sensorial.

La calidad sensorial de la ricotta elaborada a partir de leche con diferente contenido graso o con los distintos coagulantes ensayados se analizó mediante un ensayo con escala hedónica de 0 a 9 puntos evaluándose la aceptabilidad general (Hough *et al.*, 2006) y la aceptabilidad para cada atributo (color, el sabor, la textura). El panel contó por lo menos con 120 consumidores no entrenados.

3.4.8. Color.

El color se determinó con un colorímetro Minolta CR 400 (Minolta, Osaka Japón). Se registraron las coordenadas L^* , a^* y b^* . Los resultados se expresaron a partir de los cambios en la luminosidad (L^*), y de color (b^*). Se realizaron 10 determinaciones para cada tratamiento, tiempo de almacenamiento y elaboración.

3.4.9. 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 $0,5 \text{ mm s}^{-1}$. Se determinó la fuerza máxima durante el ensayo. Los resultados se expresaron en N mm^{-1} . Se realizaron 10 determinaciones para cada tratamiento, elaboración y tiempo de almacenamiento.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los experimentos se realizaron de acuerdo a un diseño factorial siendo los factores el tipo de coagulante (ácido cítrico; ácido acético, cloruro de calcio y ácido láctico), el contenido de grasa (entera, parcialmente descremada y descremada) de la leche, el tiempo de almacenamiento (0, 3, 7 y 10 días, a 150 días) y la temperatura (4 y -18°C). Los datos se analizaron por medio de ANOVA y las medias se compararon con un test de Fisher a un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ utilizando el software INFOSTAT.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EFECTO DEL CONTENIDO DE GRASA DE LA LECHE SOBRE EL RENDIMIENTO, CALIDAD Y ESTABILIDAD DE LA RICOTTA.

4.1.1. Composición de la leche.

El contenido de materia grasa de la leche entera, parcialmente descremada y descremada fue 3,1%; 1,5 y 0,1% respectivamente (**Tabla 4**). La densidad fue de 1,031-1,032. La acidez se ubicó entre 13 y 14 °D y el pH de 6,7 para las tres muestras. Por último, los recuentos de bacterias aerobias mesófilas fueron de 3,6 y 4,1 x10⁴ UFC/mL para la leche entera y descremada respectivamente. 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**).

Tabla 4. *Materia grasa, acidez, pH y utilizada para la elaboración de ricotta entera, parcialmente descremada y descremada.*

Muestra	Grasa (%)	Acidez (°D)	pH	Densidad (g/mL)	Bacterias (UFC/ mL)	Extracto seco (%)
Leche entera	3,10	14	6,73	1,032	36.075	11,98
Leche parc. descremada	1,55	13	6,74	1,031	ND ¹	9,87
Leche descremada	0,1	13	6,75	1,031	41.725	8,13

¹ND: No determinado

4.1.2. Rendimiento, materia grasa, proteína y cenizas.

El rendimiento de las diferentes ricottas varió entre 8 y 13% (**Figura 5**). 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 ricotta entera con un rendimiento de 13%, siendo el de la ricotta de leche descremada cercana a 8%. El

rendimiento de ricotta obtenida con leche parcialmente descremada fue intermedio respecto a las dos anteriormente mencionadas. Estos resultados son esperables, dado que el mayor extracto seco de la leche (**Tabla 4**).

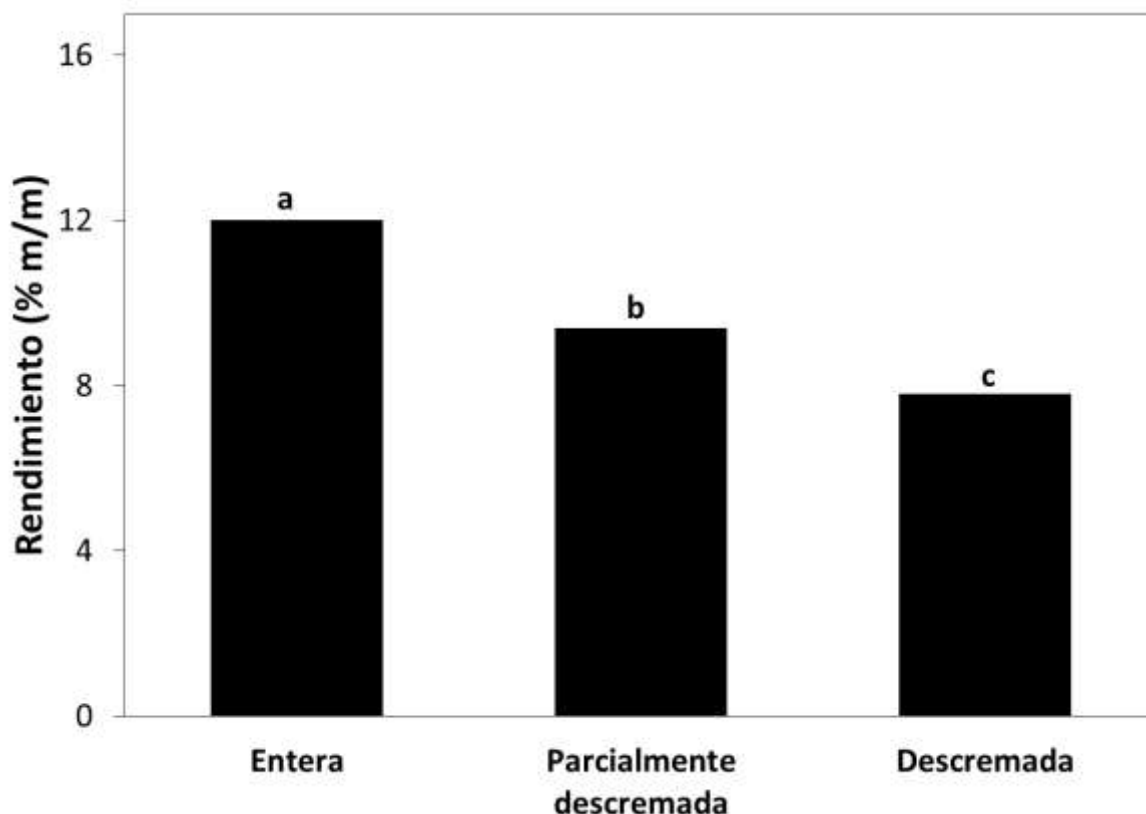


Figura 5: Rendimiento de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

La recuperación de sólidos de la leche fue superior en la ricotta de leche entera (**Figura 6**), sugiriendo que la presencia de grasa no actúa limitando la separación de la proteína láctea sino que por el contrario ejerce un efecto favorable en la recuperación de la proteína.

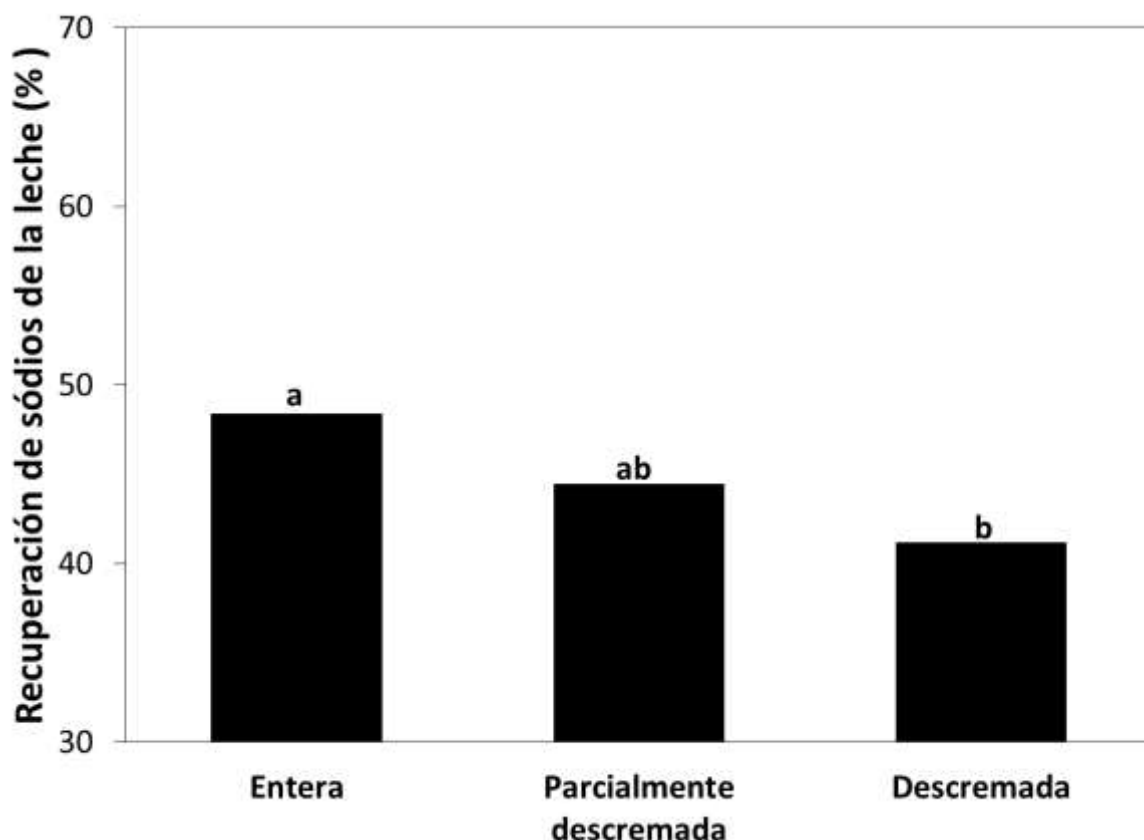


Figura 6: Porcentaje de recuperación de sólidos de la leche en ricotta obtenida a partir de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Lógicamente el nivel de grasa de la ricotta 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 ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada respectivamente (**Tabla 5**). Por su parte, el contenido de proteína en la ricotta descremada presentó valores cercanos a 45% mientras que la ricotta de leche parcialmente descremada mostró un contenido proteico de 44%. Los menores niveles fueron hallados en ricotta de leche entera (41%) (**Figura 7**).

Tabla 5. *Materia grasa de ricotta 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
Ricotta de leche entera	16,4 a
Ricotta de leche parcialmente descremada	8,5 b
Ricotta de leche descremada	0,0 c

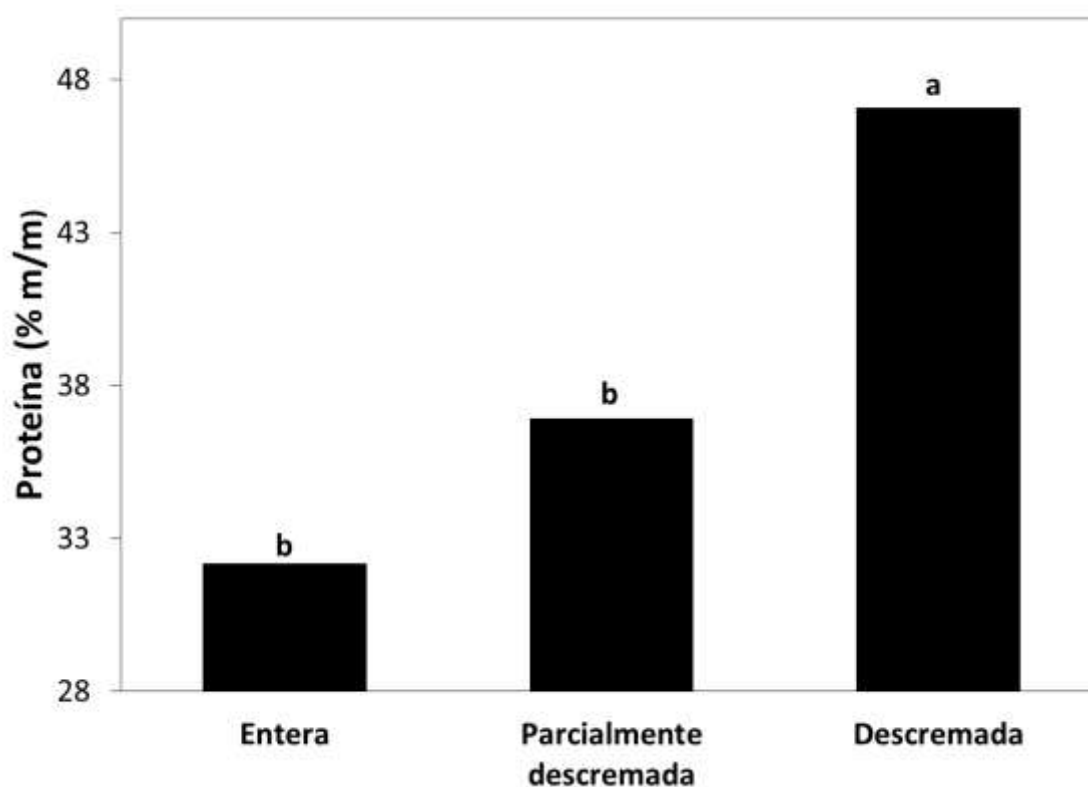


Figura 7: *Proteína de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.*

El nivel de cenizas osciló entre 2 y 2,5% en las diferentes muestras analizadas (**Figura 8**). 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 ricottas 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 ricotta es esperable que por el descenso de pH la micela se descalcifique (**Veisseyre, 1988**), los resultados sugieren que el calcio podría permanecer, 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.

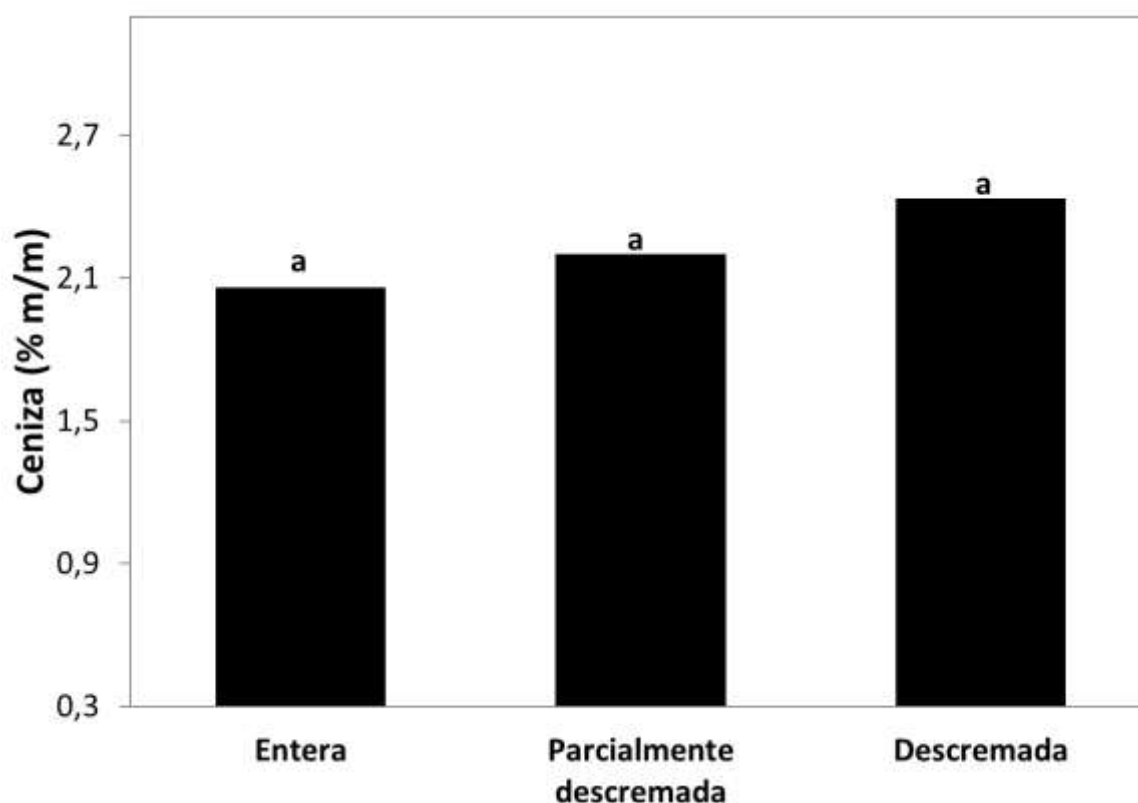


Figura 8: Ceniza de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

4.1.3. Análisis sensorial.

La ricotta que mostró mayor aceptabilidad fue la de leche entera (**Figura 9**). Esto se observó tanto en términos de textura como de sabor, color y aceptabilidad global del producto. Trabajos previos en otros tipos de queso mostraron que la reducción del contenido de grasa 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**). El presente trabajo muestra que esto es también válido para la ricotta. En 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 ricotta 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 ricotta 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 ricotta de leche parcialmente descremada presente además, un menor nivel de colesterol (**Alais, 1985**).

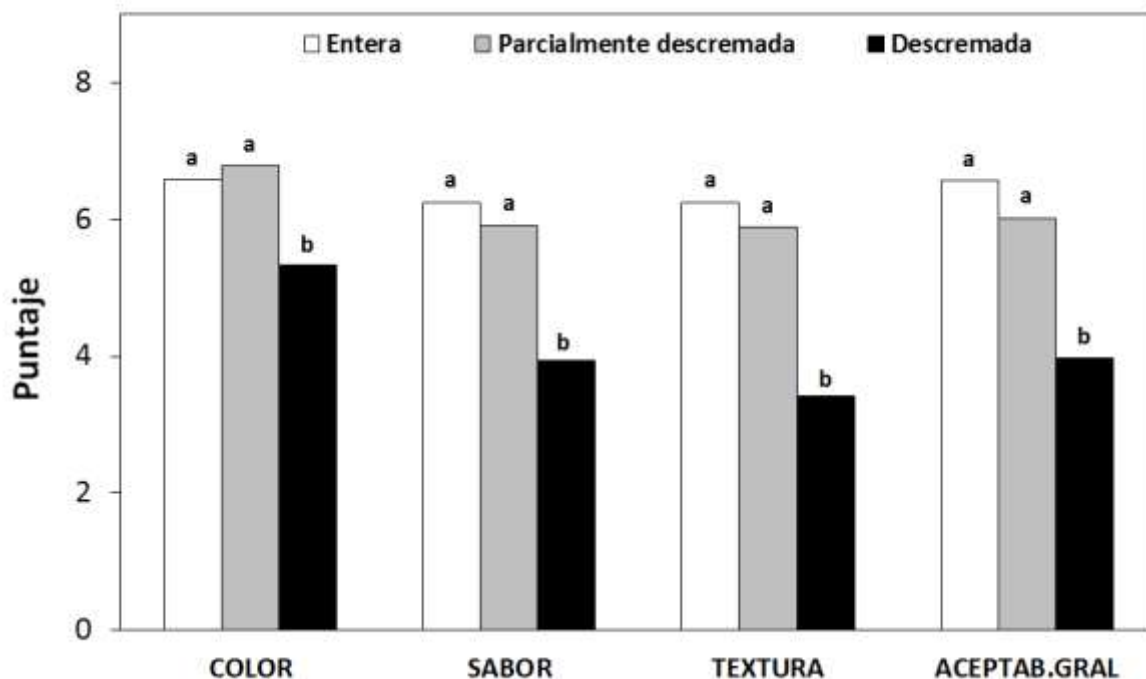


Figura 9: Aceptabilidad de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

4.1.4. Humedad.

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

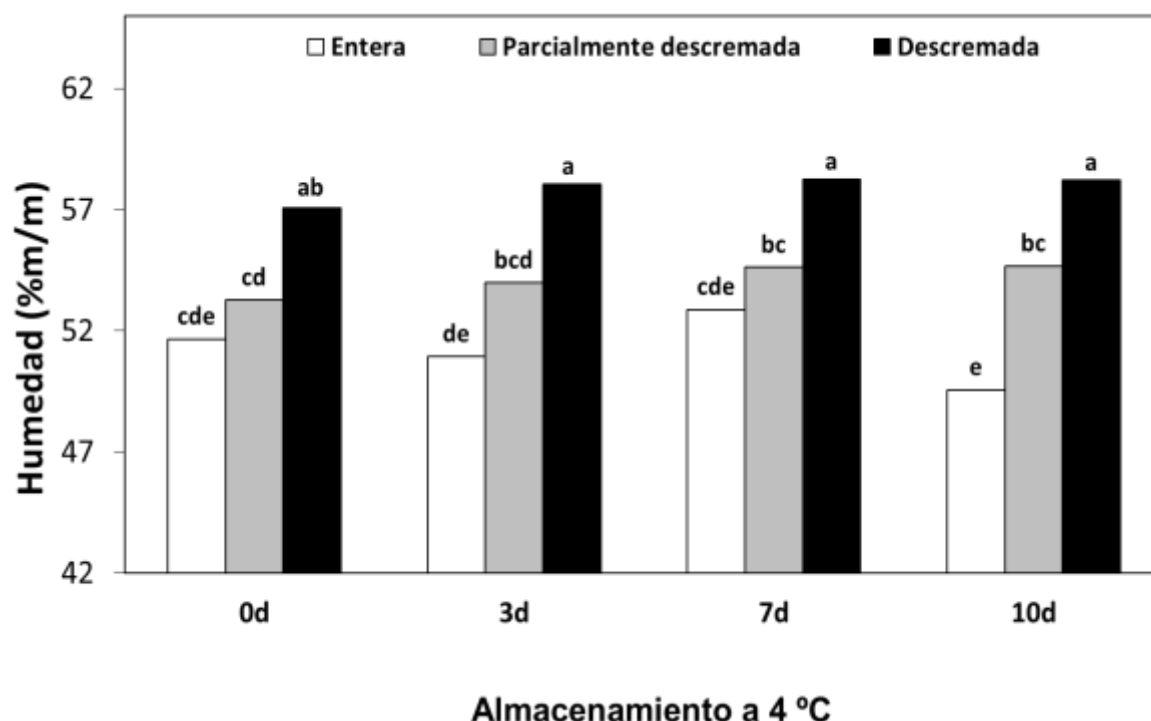


Figura 10: Humedad de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 días. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

4.1.5. Color.

El color es muy importante en alimentos, ya que influye directamente en el atractivo del producto y la aceptación del consumidor (**Ramos et al., 2013**). El contenido de grasa de la leche tuvo una marcada influencia sobre el color de la ricotta. A mayor concentración de grasa el producto mostró un valor de b^* más elevado indicando un color más amarillo (**Figura 11**). El color más amarillo de la ricotta entera estaría relacionado en una parte con una mayor presencia de caroteno (**Alais, 1985**). Las diferencias podían detectarse más allá de la forma instrumental, por observación directa (**Figura 12**). Durante el almacenamiento las diferencias se mantuvieron.

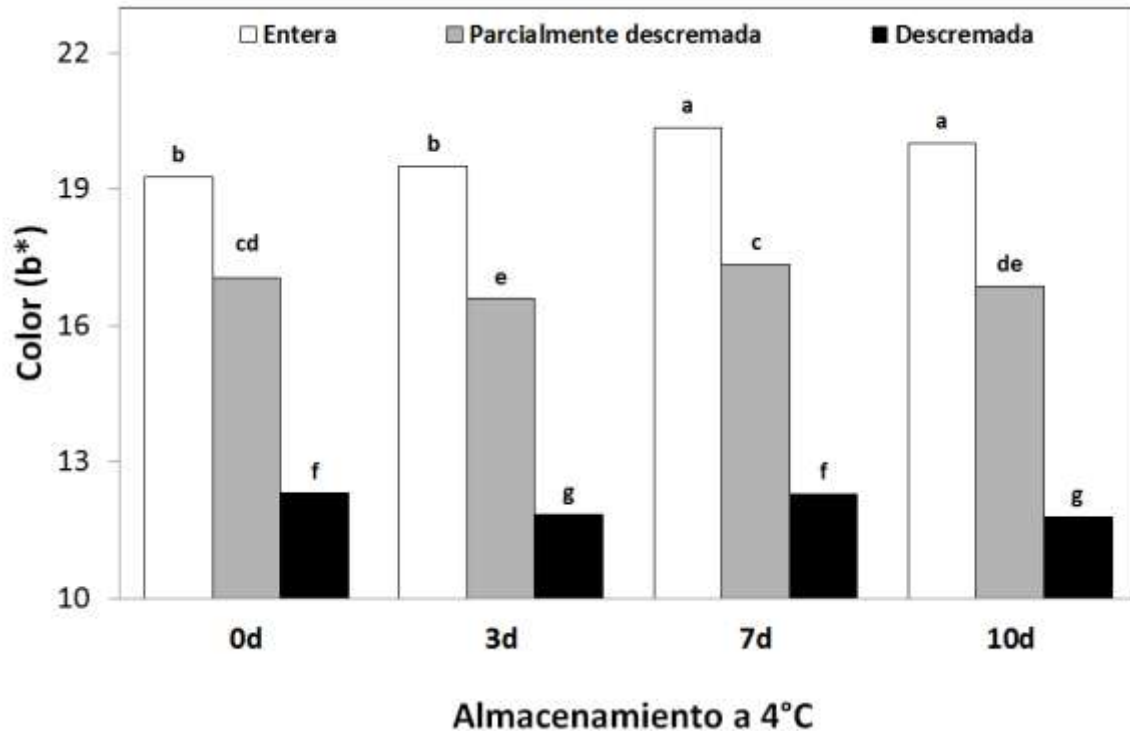


Figura 11: Color (b^*) de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 días. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.



Entera



Parc. descremada



Descremada

Figura 12: Apariencia de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 días.

Inmediatamente finalizada la elaboración no se detectaron diferencias marcadas de luminosidad entre las diferentes ricottas (**Figura 13**). En el almacenamiento, la ricotta 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 ricotta de leche descremada indica un desplazamiento hacia colores más oscuros.

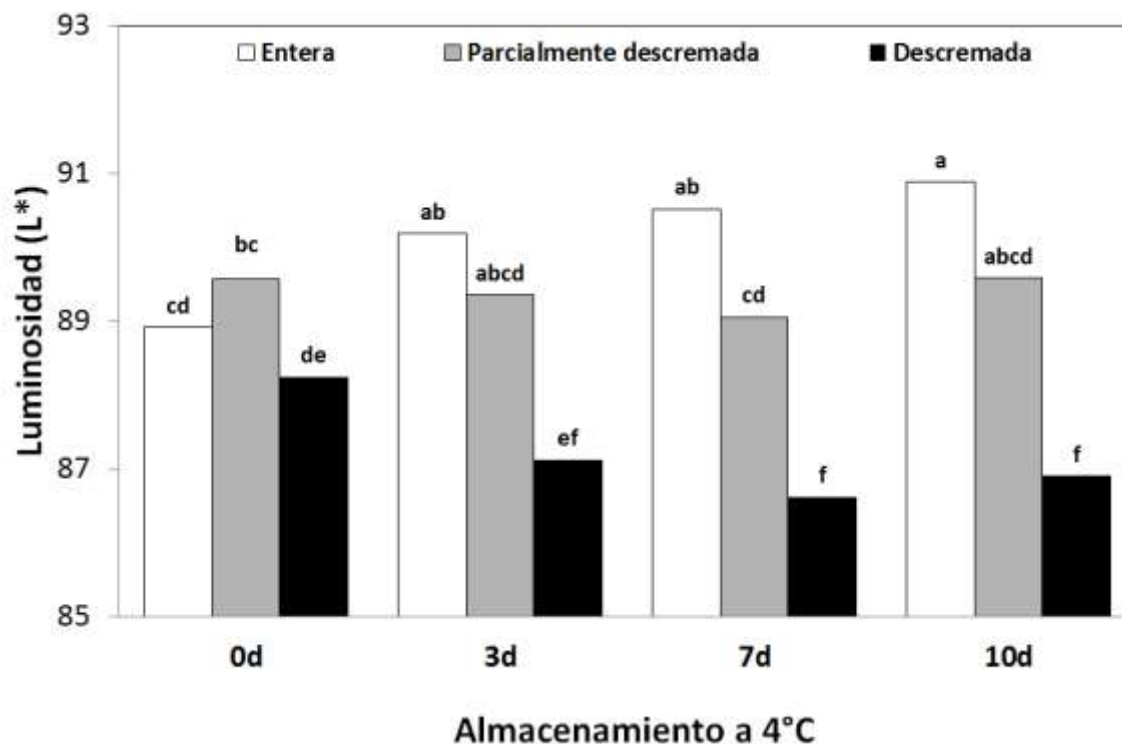


Figura 13: Luminosidad (L^*) de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 días. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

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). El descenso del valor L^* se puede atribuir a que 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 toma amarilla y oscura. El desplazamiento de la ricotta de leche descremada hacia colores más oscuros en el almacenamiento mostró una correlación positiva con la pérdida de agua que fue inferior que en ricotta de leche entera.

4.1.6. Dureza.

La dureza de la ricotta 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 14**). Finalizada la elaboración y antes del almacenamiento, la ricotta de leche descremada presentó una dureza 1,5 veces superior 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 ricotta, 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 la mozzarella (**Tunick *et al.*, 1993**) hallaron que las propiedades texturales en quesos enteros y reducidos en grasa eran similares, si el producto magro presentaba suficiente humedad y se almacenaba en refrigeración por suficiente tiempo. A pesar de que en la ricotta 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.

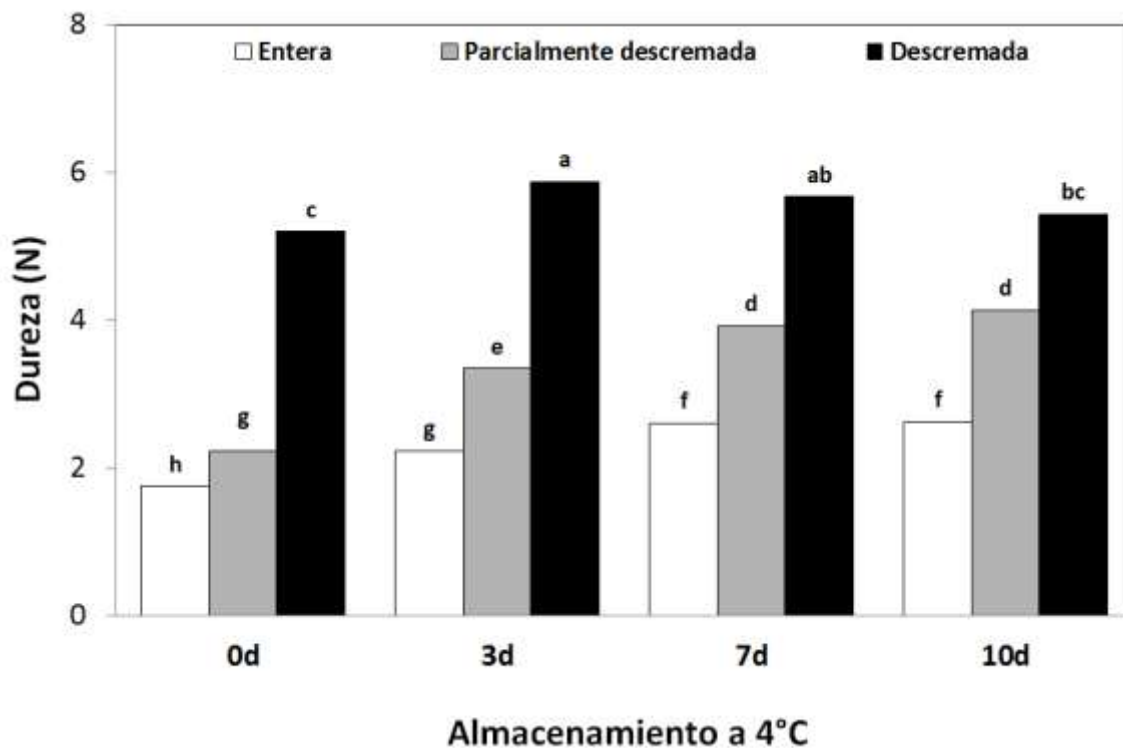


Figura 14: Dureza de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 días. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

4.1.7. pH y acidez.

El pH de la ricotta se ubicó en un valor cercano a 5,8 (**Figura 15**), mientras que la acidez fue de 0,15% de ácido láctico independientemente del nivel de grasa del producto (**Figura 16**). Durante el almacenamiento no se observaron cambios marcados en estos atributos.

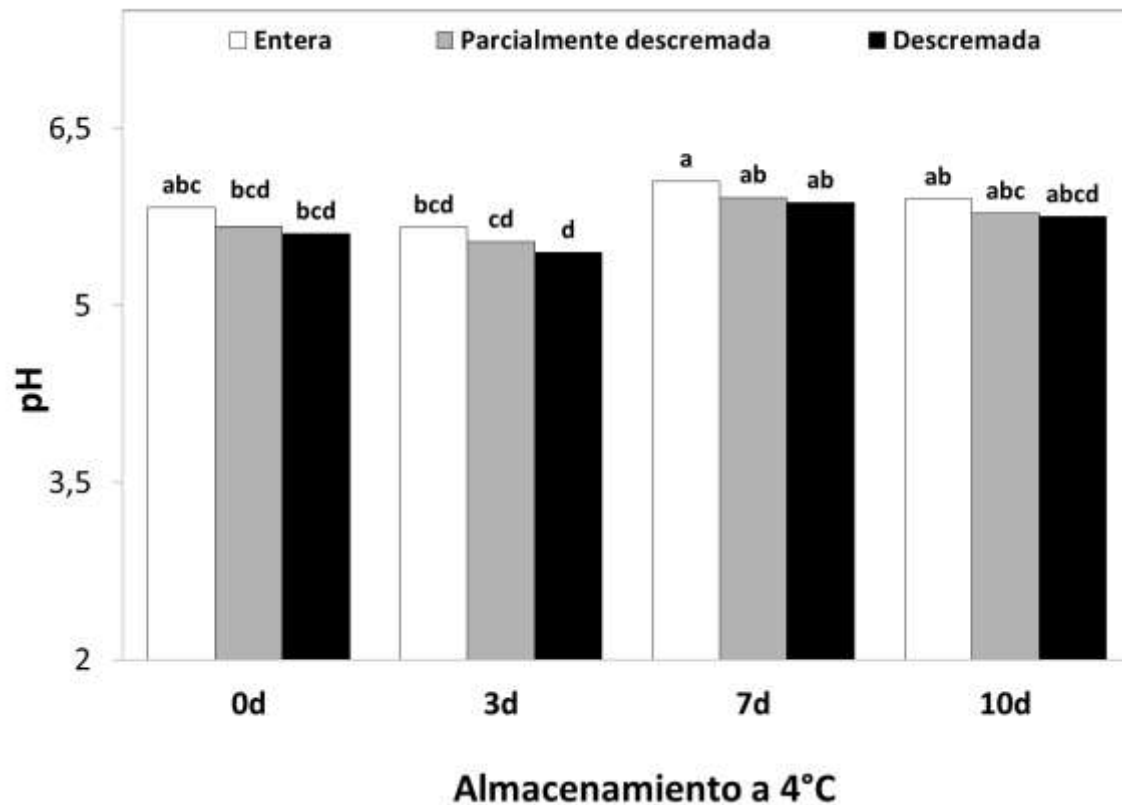


Figura 15: pH de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 días. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

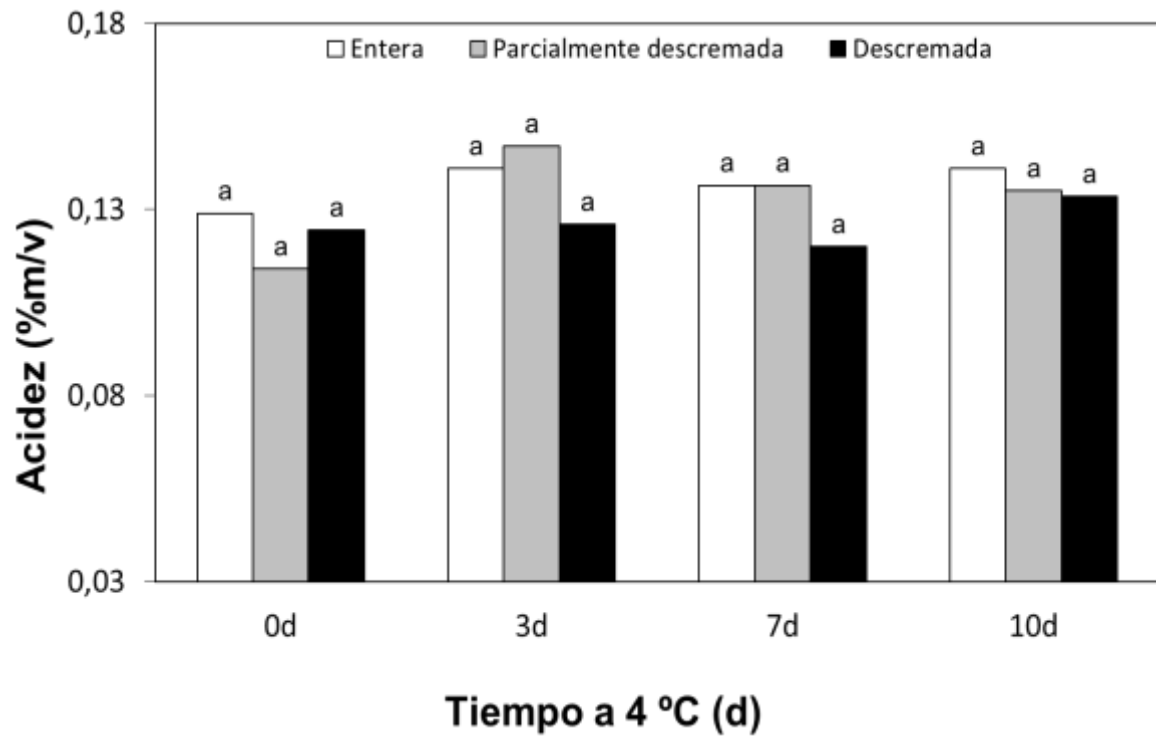


Figura 16: Acidez de ricotta de leche entera, parcialmente descremada y descremada y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 días. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

4.2. EFECTO DEL COAGULANTE UTILIZADO SOBRE EL RENDIMIENTO, CALIDAD, COMPOSICIÓN Y ESTABILIDAD DE RICOTTA.

4.2.1. Composición de la leche.

La leche empleada para la elaboración de ricotta con los diferentes agentes coagulantes mostró, para los parámetros medidos, niveles normales según lo establecido en el Código Alimentario Argentino.

Tabla 6: Composición de leche utilizada para la elaboración. Se muestra las media \pm el desvío estándar.

Muestra	Grasa (%)	Acidez (°D)	pH	Densidad (g/mL)	Extracto seco (%)
Leche entera	3,62	16	6,8	1,032	12,61

4.2.2. Rendimiento, materia grasa, proteína y cenizas.

En las queserías en las que se elabora ricotta a partir de suero, normalmente suele utilizarse como coagulante el cloruro de calcio o el ácido acético, por ser los componentes más comúnmente disponibles y de más fácil adquisición. El cloruro de calcio se adiciona luego de la pasteurización, para lograr mejorar la firmeza de las cuajadas obtenidas (**Walstra, 2001**). De todos modos el empleo de sales cálcicas en exceso puede dar lugar a gustos amargos. Por su parte, el ácido acético es un coagulante accesible puesto que su soluciones al 5% m/v se comercializan para su uso doméstico. El ácido láctico no se emplea comercialmente debido a su mayor costo aunque presenta un sabor más suave y más común en los productos lácteos. El ácido cítrico por su parte es también de fácil acceso, aunque posee un sabor muy marcado. La influencia de los coagulantes en el sabor del producto final es relativa debido a que buena parte del coagulante permanece en el suero. De todos modos el empleo de cantidades excesivas puede afectar las características organolépticas.

La elaboración de ricotta a partir de suero de queserías permite obtener un rendimiento del 1,5 a 2,5%. En caso que se adicione leche, el rendimiento se incrementa conforme aumenta el porcentaje agregado. Para leche de vaca pura puede obtenerse un rendimiento de 10-20% dependiendo del grado de deshidratación que sufre la cuajada luego de la elaboración (**Modler, 2001**).

Los efectos de los agentes coagulantes han sido estudiados en forma parcial. En esta parte del trabajo se observó que el coagulante utilizado para la obtención de la ricotta posee un efecto significativo en el rendimiento de la misma (**Figura 17**).

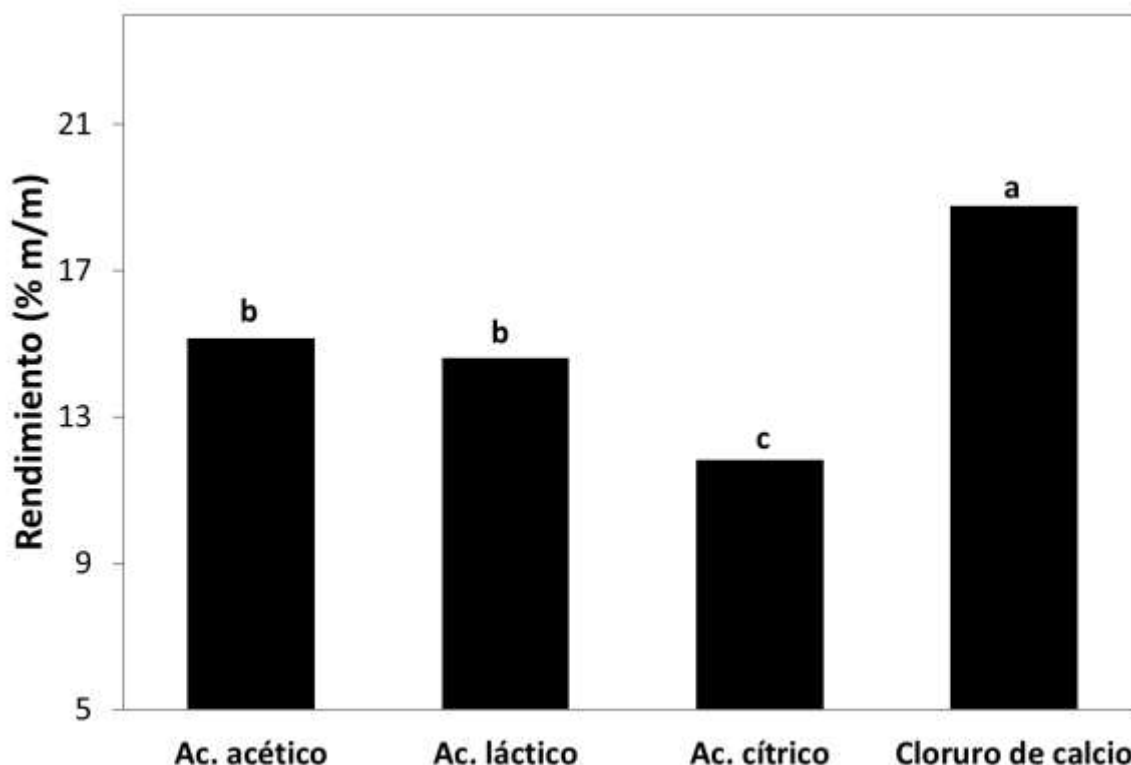


Figura 17: Rendimiento de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

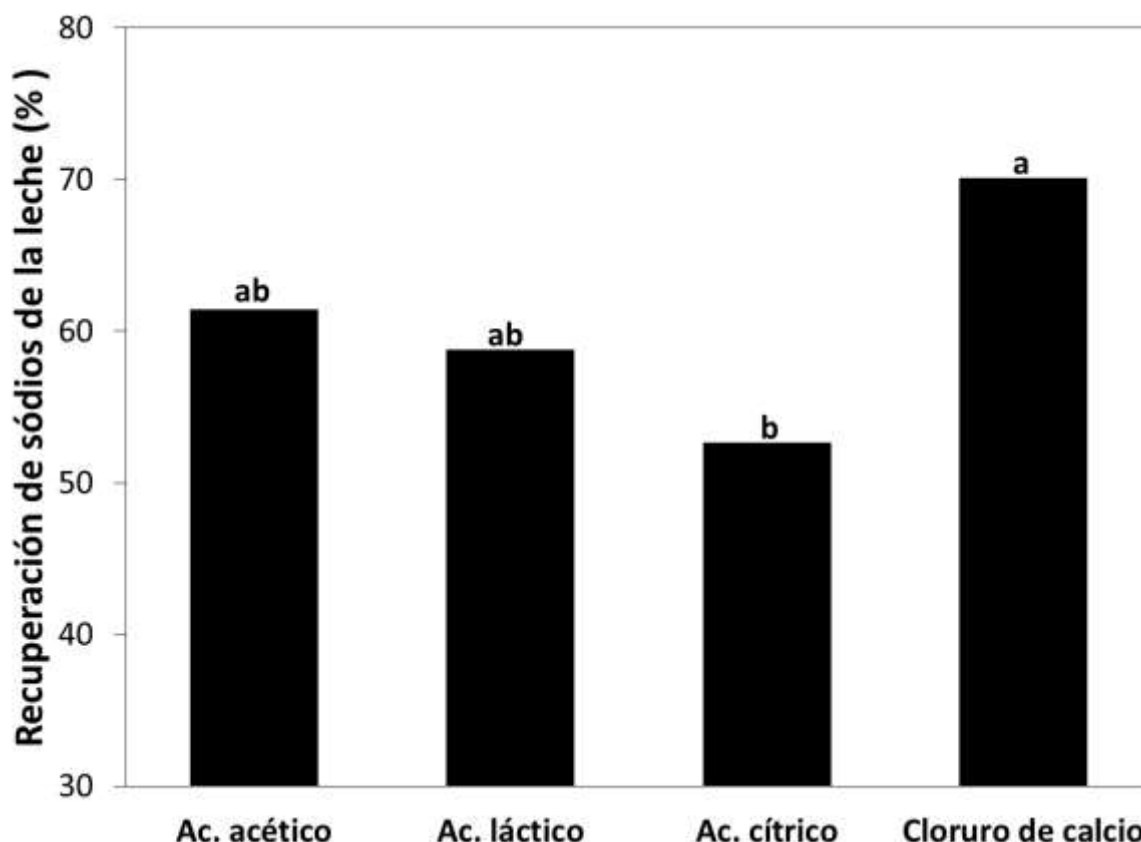


Figura 18: Porcentaje de recuperación de sólidos de la leche en ricotta obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

La utilización de CaCl_2 resultó en un rendimiento mayor que los otros tres coagulantes evaluados alcanzando un valor de 19,2% m/m. El ácido cítrico presentó el menor rendimiento mientras que los ácidos, acético y ácido láctico no mostraron diferencias entre sí y se ubicaron en un valor intermedio. El marcado aumento en el rendimiento cuando se empleó cloruro de calcio se debió en parte a que esta ricotta mostró un mayor contenido de agua (**Figura 24**). De todos modos al calcularse el porcentaje de recuperación de sólidos de la leche en la ricotta a partir del rendimiento, el contenido de materia seca del producto y el contenido de sólidos de la leche se observó un valor significativamente superior en la leche coagulada con sales de calcio (**Figura 18**). Esto sugiere que el calcio posee un

efecto favorable en la coagulación ácida. Esto ha establecido en la formación de cuajadas enzimáticas pero está menos claro en procesos en los que la coagulación es isoelectrica. El hecho de que el empleo del ácido cítrico que además de aportar H^+ presenta propiedades quelantes, es consistente con el efecto beneficioso del calcio en las coagulaciones ácidas. Si bien el mecanismo preciso por el cual la recuperación de sólidos y el rendimiento de la ricotta es mayor en presencia de sales de calcio se estableció con certeza en el presente trabajo, es posible que este interactúe favorablemente de diferentes formas: a) manteniendo una mayor integridad de las micelas de caseína desde el inicio del proceso de elaboración y hasta que se produce la desnaturalización, y/o b) favoreciendo la agregación de la proteínas desnaturalizadas en etapas finales del proceso (**Dalgleish, 2012**). Al pH de la ricotta (5,5-6,1) los grupos fosfatos asociados a las proteínas presentan aún carga negativa por lo que la interacción con el calcio aparece como una posibilidad cierta.

El ácido cítrico permitió obtener una ricotta con un contenido de proteína significativamente mayor que los otros tres coagulantes (**Figura 19**). Los niveles de proteínas para las demás ricottas fueron comparables.

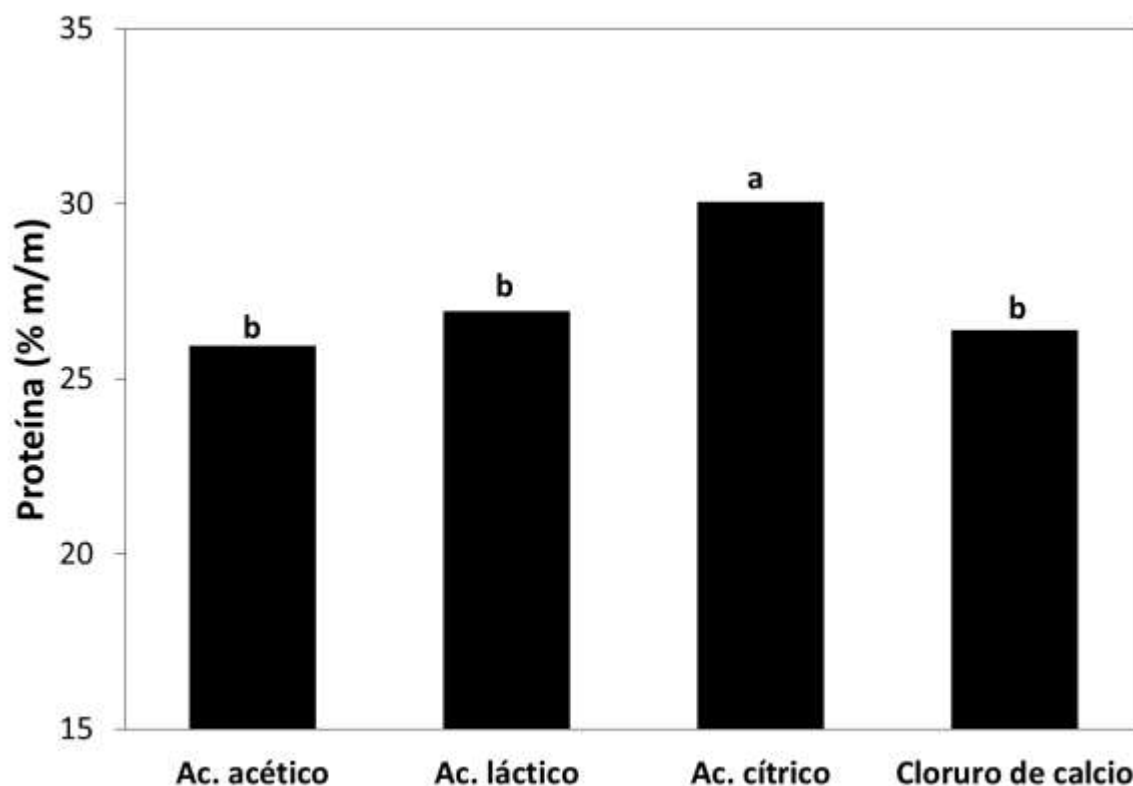


Figura 19: *Proteína total de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.*

El contenido de materia grasa de la ricotta presentó valores entre 14 y 18,5% (**Figura 20**). La utilización de ácido cítrico resultó en una ricotta con mayor contenido de grasa (18,5%). Por su parte la ricotta obtenida a partir de cloruro de calcio arrojó el menor contenido de materia grasa. No se obtuvieron diferencias significativas entre el ácido acético y el ácido láctico.

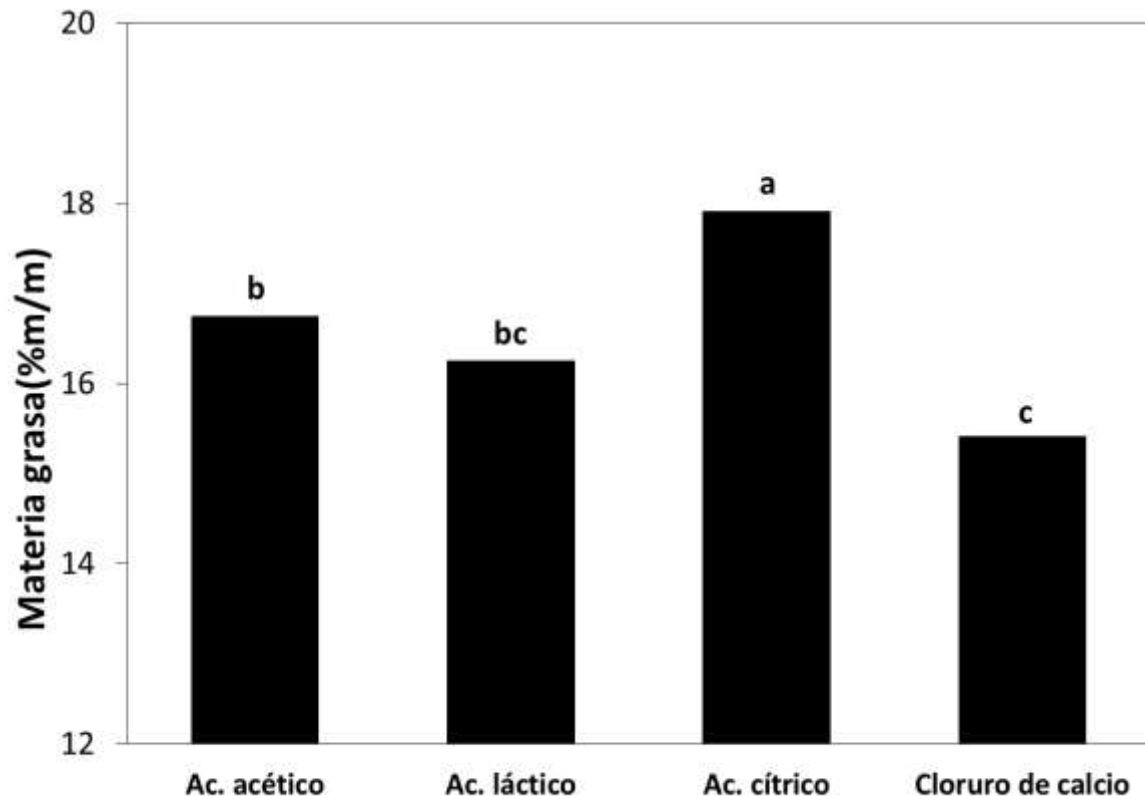


Figura 20: *Materia grasa de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.*

La relación entre proteína y materia grasa fue superior en la ricotta obtenida con CaCl_2 (**Figura 21**). Esto sugiere que lo antedicho respecto a la coagulación más completa cuando se empleó CaCl_2 ocurrió por aumento más acusado en la recuperación de proteína.

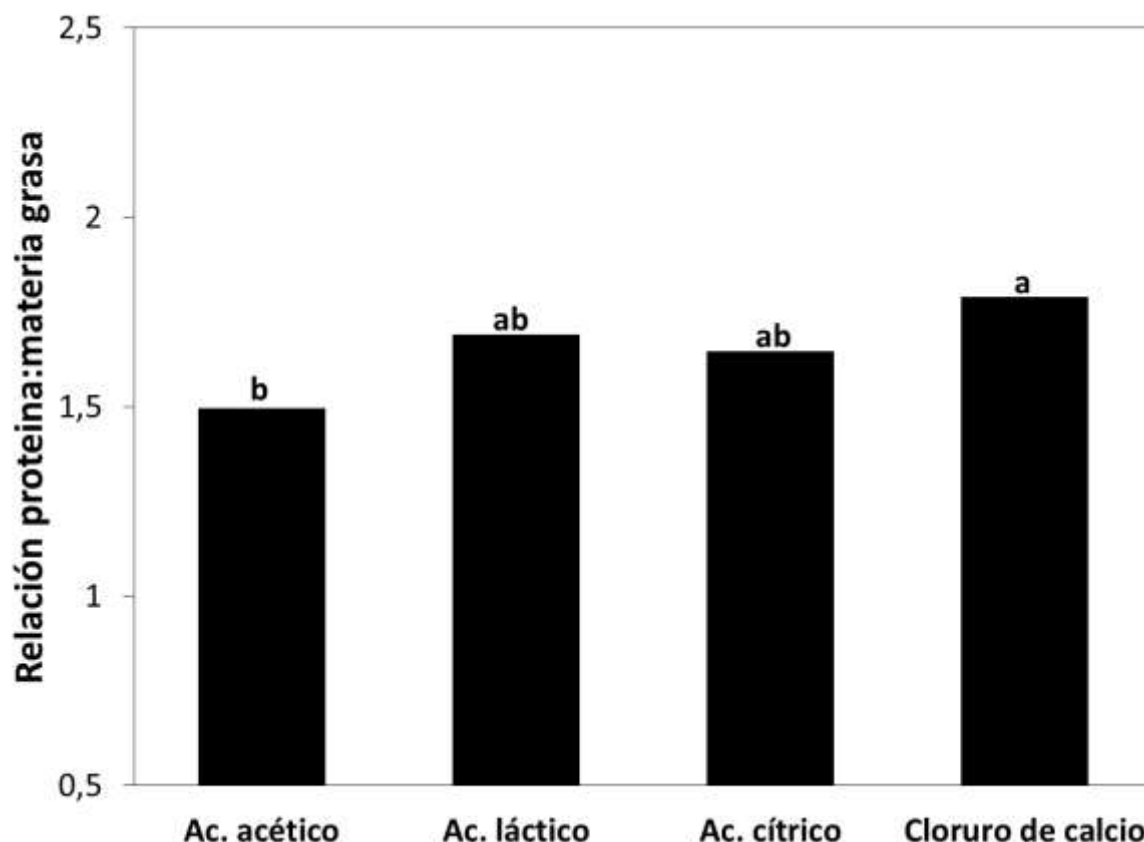


Figura 21: *Relación proteína:grasa de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.*

El contenido de cenizas también fue afectado por el coagulante utilizado (**Figura 22**). El cloruro de calcio como era esperable aumentó el contenido de ceniza significativamente respecto a los otros tres coagulantes.

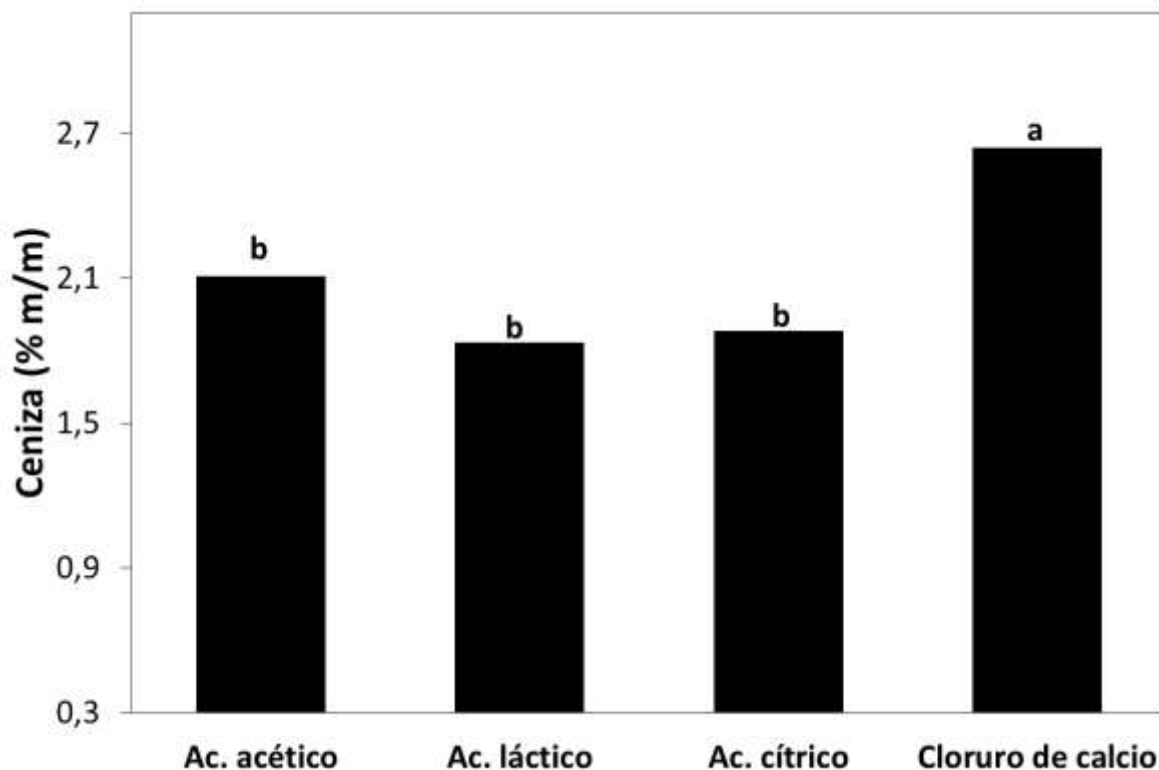


Figura 22: Cenizas de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

4.2.3. Análisis sensorial.

El Código Alimentario Argentino indica las características que debe poseer la ricotta en términos de humedad y contenido de grasa. Más allá de esto es importante analizar otros aspectos puedan afectar su sabor, apariencia, color y textura (Pizillo *et al.*, 2005; Cattaneo *et al.*, 2005).

La ricotta que mostró mayor aceptabilidad fue la obtenida con cloruro de calcio (**Figura 23**). Esto se observó tanto en términos de textura como de sabor, color y aceptabilidad global del producto.

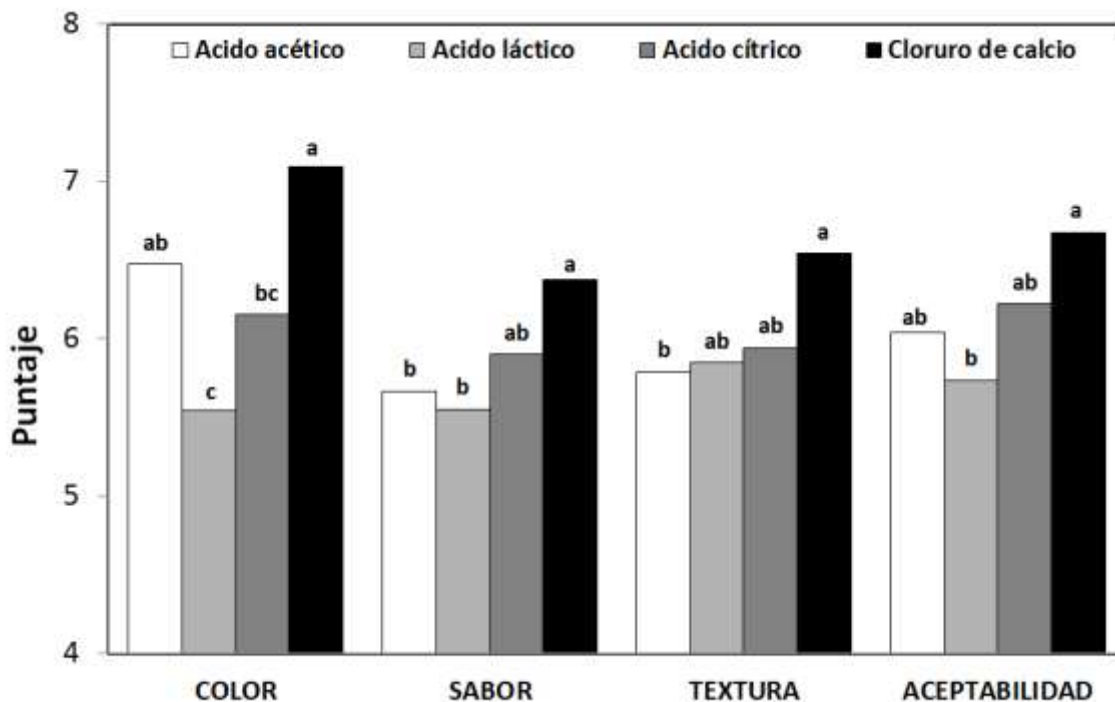


Figura 23: Aceptabilidad de ricotta obtenida mediante diferentes agentes coagulantes. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

4.2.4. Propiedades físicas y químicas de la ricotta durante el almacenamiento.

El ácido cítrico permitió obtener una ricotta con menor contenido de agua (Figura 24) que con los otros tres coagulantes. Los valores más altos de humedad se observaron en la ricotta coagulada con cloruro de calcio. Las ricottas con ácido acético y láctico mostraron niveles intermedios sin diferencias entre sí. Los cambios tanto durante el almacenamiento refrigerado como congelado fueron limitados. La variación más marcada fue la que presentó la ricotta coagulada con CaCl_2 que en almacenamiento congelado perdió más agua que los demás tratamientos.

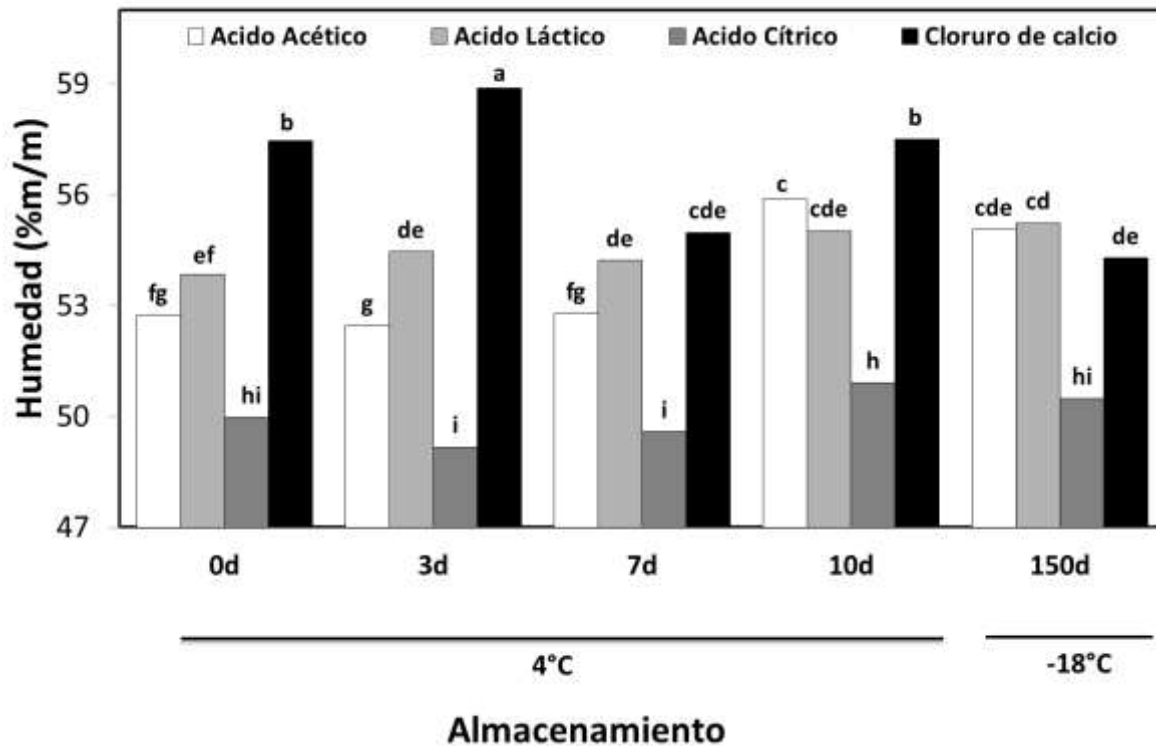


Figura 24: Humedad de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 d o a -18 °C por 150 días. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

La ricotta con ácido cítrico presentó un color más oscuro (menor L^*) y más amarillo (mayor b^*). La ricotta con cloruro de calcio fue la que mostró una tonalidad más blanca (**Figuras 25 y 27**). Los otros dos acidificantes mostraron valores intermedios. El tono más amarillo de la ricotta con ácido cítrico podría asociarse con su mayor contenido de grasa y por tanto por la mayor proporción de carotenoides asociados con esta fracción. El grado de hidratación de las cuajadas tiene influencia en la coloración (**Tejada et al., 2007**) y por tanto el contenido de agua más elevado podría explicar el color más blanco de la ricotta con CaCl_2 .

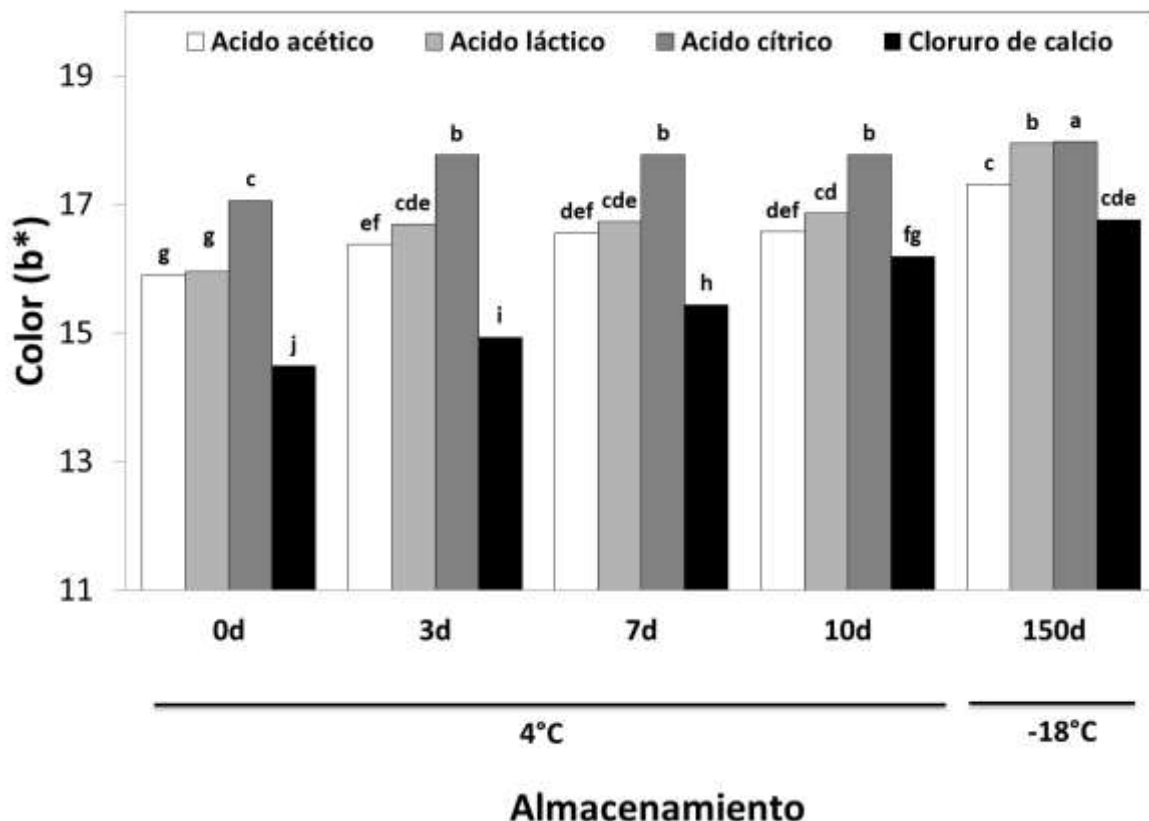


Figura 25: Color (b^*) de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 d o a -18 °C por 150 días. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Durante el almacenamiento, tanto refrigerado como congelado se observó una tendencia al amarillamiento en todas las ricottas (**Figura 25 y 26**). Las diferencias entre las ricottas fueron inducidas por el tipo de coagulante y se mantuvieron luego de 10 da 4 °C o 150 d a -18 °C



Figura 26: Apariencia de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 d o a -18 °C por 150 días. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

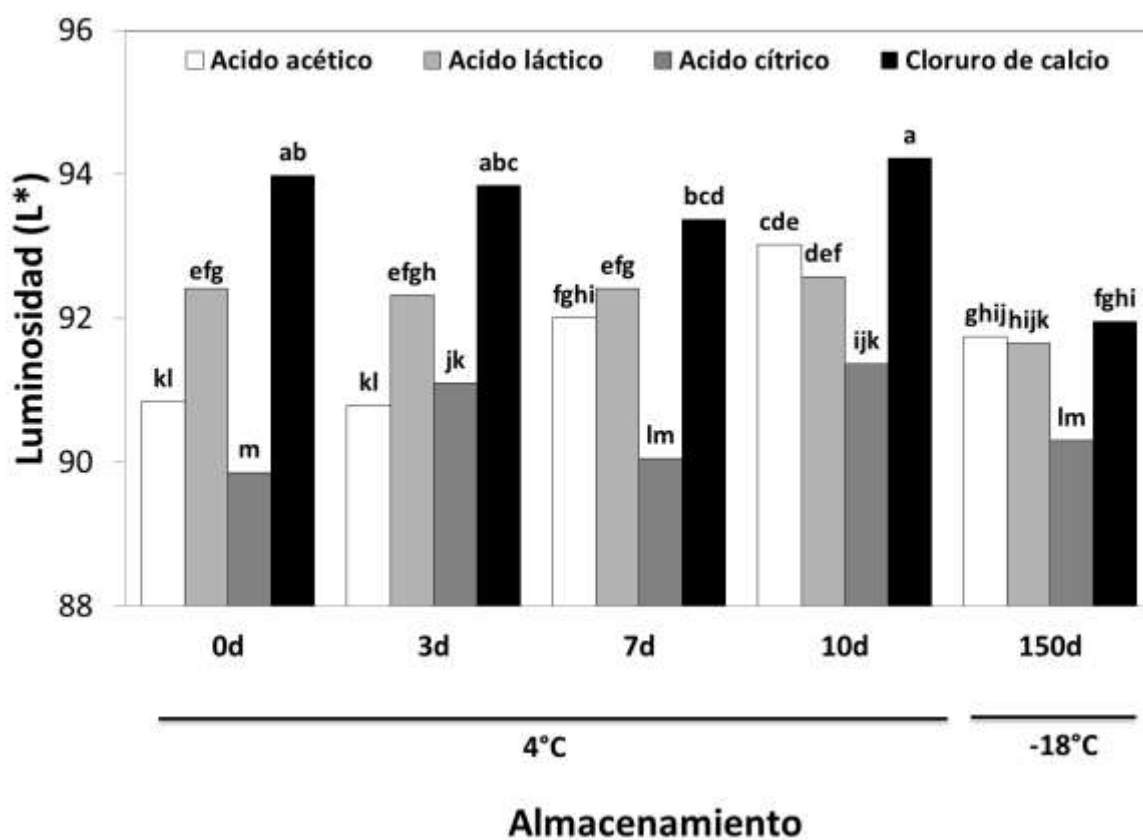


Figura 27: Luminosidad (L^*) de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 d o a -18 °C por 150 días. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

La dureza fue otro atributo afectado por el tipo de coagulante, siendo la de cloruro de calcio la más dura y la del ácido cítrico la más blanda. Las diferencias generadas por el tipo de coagulante empleado en la elaboración se mantuvieron durante todo el almacenamiento, tanto a 4° como a -18 °C.

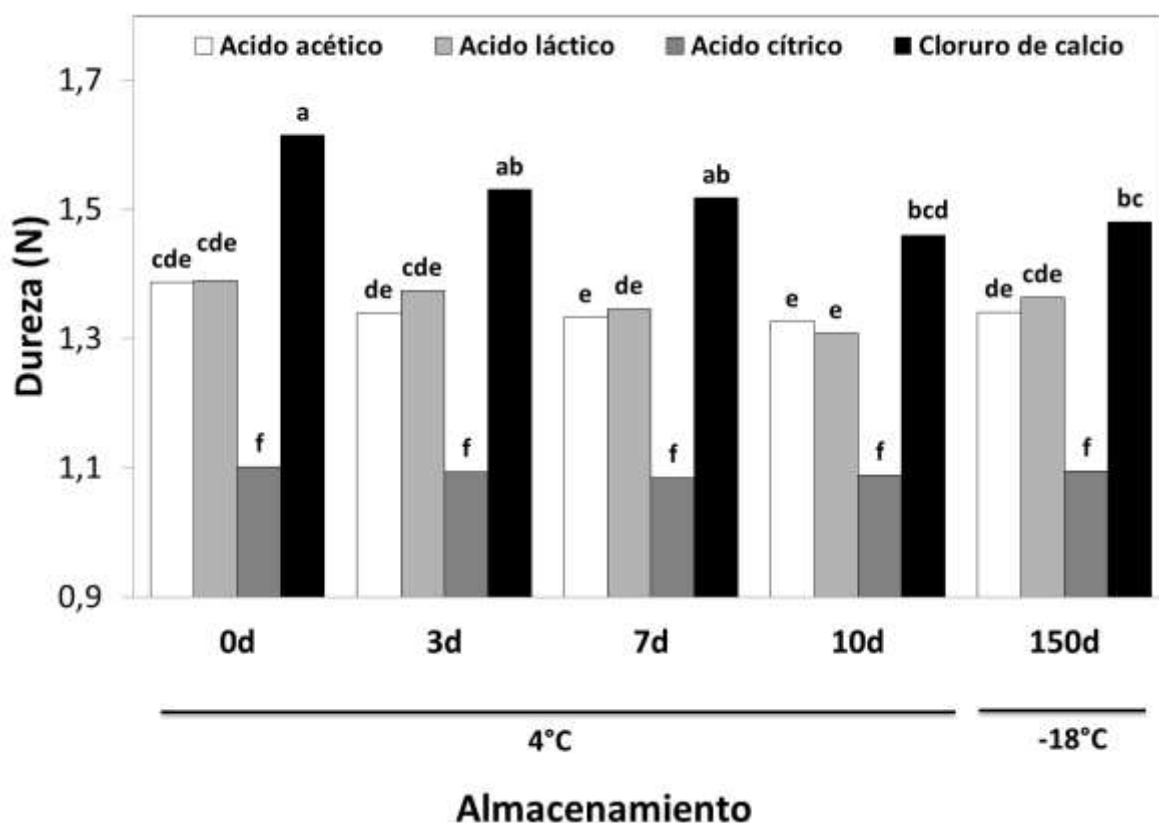


Figura 28: Dureza de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 d o a -18 °C por 150 días. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

El aumento de la dureza en la ricotta descremada al reducir el contenido de grasa (**Figura 14**) coincide con lo observado por otros autores en quesos semi-duros (**Bryant et al., 1995; Tunick et al., 1993**) mientras que, al menos en cuajadas enzimáticas, el calcio al incrementa la dureza favoreciendo la formación del gel (**Walstra, 1999**). En la ricotta obtenida con CaCl_2 la mayor firmeza (**Figura 28**)

ocurrió en forma simultánea con dos modificaciones que contribuirían una mayor firmeza (menos grasa y más calcio) y con una que contribuiría a reducirla (mayor humedad). Aunque no se pueden ponderar los efectos de cada una de ellas los resultados sugieren claramente que los dos primeros cambios tuvieron predominancia en la textura final del producto. El pH de la ricotta osciló entre 5,5 y 6,1 (**Figura 29**). La ricotta elaborada con cloruro de calcio arrojó el pH más alto. Los restantes ácidos empleados no mostraron diferencias de pH entre sí. Esta tendencia se mantuvo durante su almacenamiento, refrigerado. Hacia el final del período de almacenamiento congelado el pH de la ricotta con CaCl_2 descendió alcanzando valores similares a los demás tratamientos.

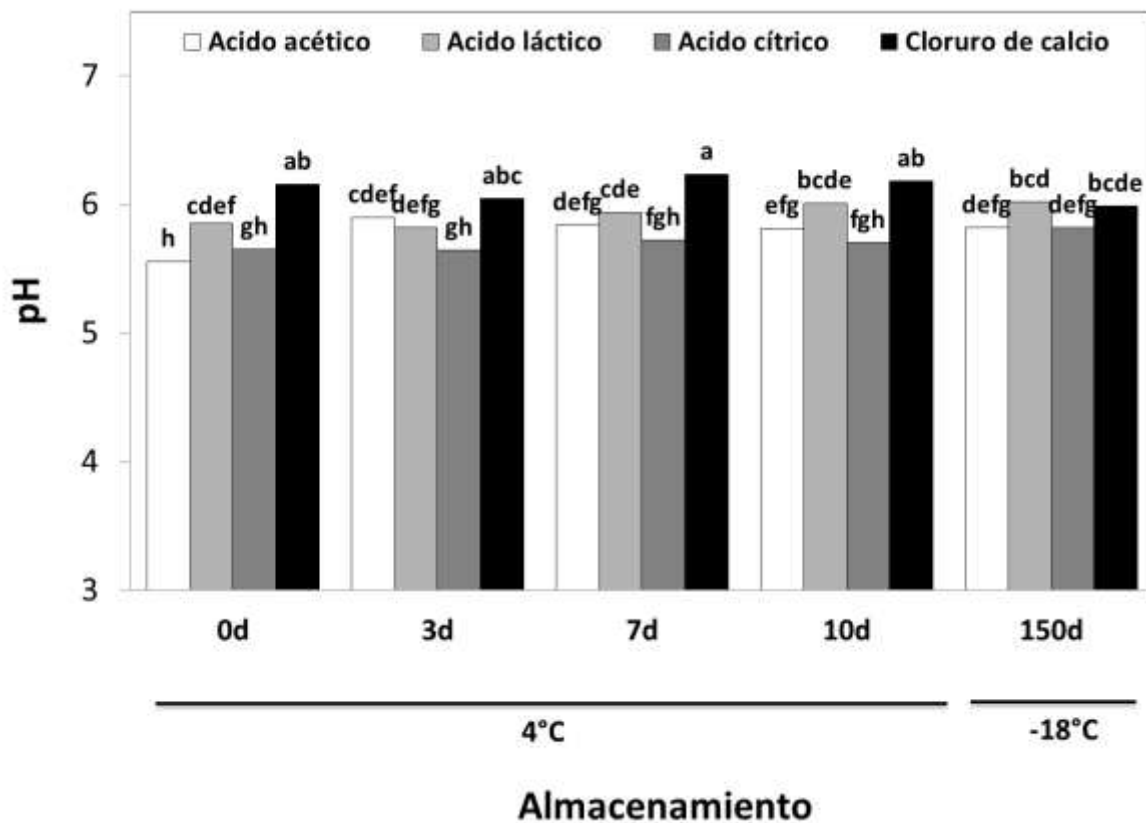


Figura 29: pH de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 d o a -18 °C por 150 días. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

La ricotta de ácido cítrico con niveles cercanos a 0,2% mostró mayor acidez que la obtenida con ácido láctico y ácido acético (0,15%) que no mostraron diferencias significativas entre sí. (**Figura 30**). La utilización de cloruro de calcio arrojó el menor valor de acidez (0,10%). Esto último podría deberse a que el proceso de acidificación por CaCl_2 es indirecto como consecuencia de la precipitación de los fosfatos y liberación de H^+ a la solución y más gradual.

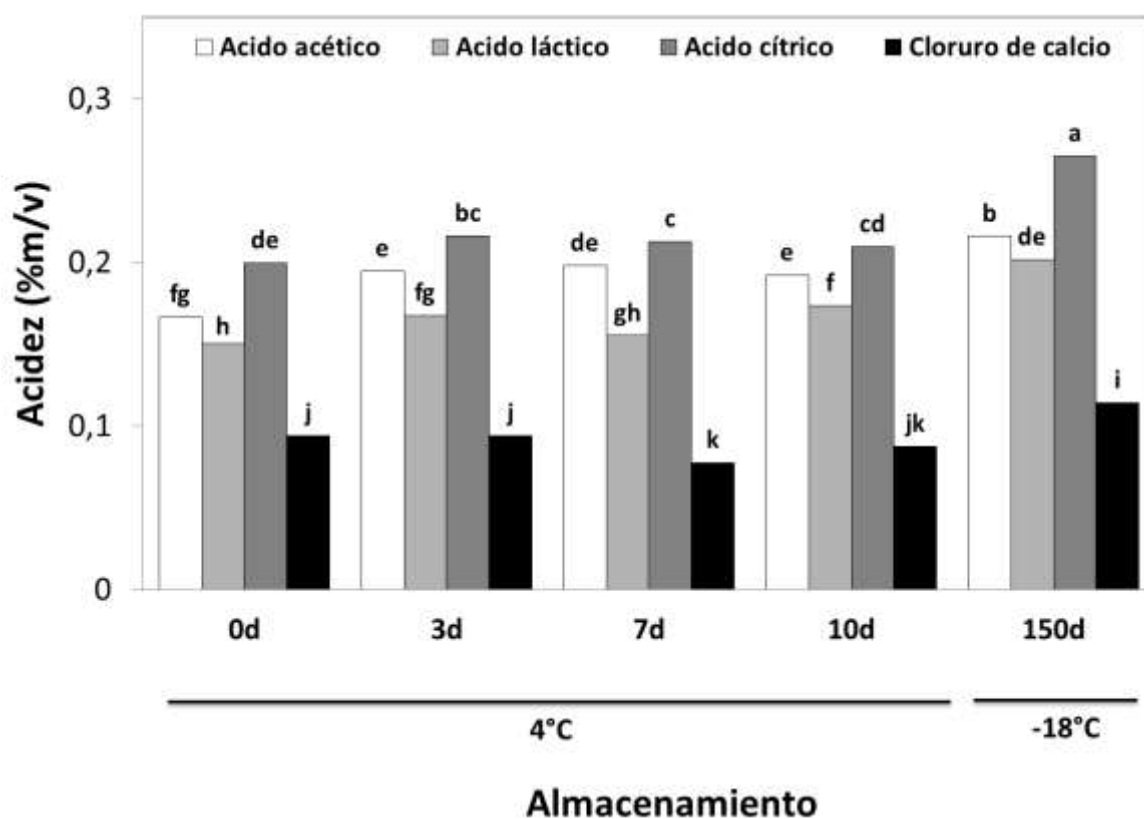


Figura 30: Acidez de ricotta de leche entera obtenida con diferentes agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) y almacenada a 4 °C por 0, 3, 7, o 10 d o a -18 °C por 150 días. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

5. CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo muestran que el contenido de grasa de la leche y el tipo de coagulante empleado afectan marcadamente las propiedades físicas y químicas, la calidad organoléptica y la aceptabilidad de la ricotta.

El rendimiento y contenido lipídico son superiores en la ricotta obtenida partir de leche entera, mientras que el nivel de proteína varía en forma inversa al de materia grasa. Las ricottas no mostraron diferencias en el contenido de cenizas, pero se observó una tendencia hacia niveles superiores en aquellas muestras con mayor contenido proteico. La ricotta 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. Por otra parte los consumidores prefirieron la ricotta entera en términos de textura, sabor, color y aceptabilidad global respecto a la ricotta totalmente descremada, aunque no detectaron diferencias desde el punto de vista sensorial entre la ricotta entera y aquella elaborada con leche parcialmente descremada. Esto sugiere que el nivel de grasa de la ricotta

entera podría reducirse en un 40% sin provocar cambios negativos en la calidad.

Con respecto al tipo de coagulante empleado el uso de cloruro de calcio resulta en un producto con un rendimiento mayor, pH más elevado y menor acidez. Asimismo esta ricotta es la que presenta mayor aceptabilidad global. La ricotta obtenida a partir de la coagulación con ácido cítrico presenta menos dureza, posee mayor contenido de grasa y proteína, menor humedad y es de color más amarillo. Las ricottas obtenidas con ácido acético y láctico muestran propiedades intermedias entre las dos antes mencionadas. Los cambios que se observan en el almacenamiento tanto refrigerado por 10 días como congelado son menos marcados que los inducidos por el tipo de coagulante. Esta información podría resultar de interés para la industria.

6. REFERENCIAS

- Abdel-Razig, K., AlGamry, A. (2009). Effect of natural acidifying agent and storage temperature on quality of unripened whey cheese J. Sci. Technol 10, 119-129

- Acciaioli, A., Giustini, L., Malvezzi, R., Bonelli, A., Franci, O. (2009). Seasonal effect on the technological and chemical traits of sheep "ricotta Pistoiese" cheese. Ital. J. Anim. Sci. 8, 375-377.

- Alais, C. (1985). Ciencia de la leche. Cuarta edición. Reverte. España. 884 .

- AOAC. (1980). Official Methods of Analysis, 13th ed. Association of Official Analytical. Chemists. Washington D.C.

- Ascherio, A., Willett, W.C. (1997). Health effects of *trans* fatty acids. Am. J. Clin. Nutr. 66, 1006-1010.

- Baker, R.D. Estimation of herbage intake from animal performance. (1982). En: J.D. Leaver ed. Herbage intake handbook. The British Grassland Society. 77-94

- Bavera, G. (2011). Razas bovinas y bufalinas de la Argentina. Imberti-bavera. Primera edición, 261

- Banks, J., Brechany, E., Christie, W. (1989). The production of low fat Cheddar-type cheese. J. Soc. Dairy Technol., 42, 6–9.

- Bellisle, F., Rolland-Cachera, M., 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.

- Bertola, N., Califano, A., Bevilacqua, Zaritzky, N. (1996). Textural changes and

proteolysis of low moisture mozzarella cheese frozen under various conditions. LWT - Food Sci. Technol. 29, 470-474.

-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. Código Alimentario Argentino. Capítulo VIII. En: www.anmat.gov.ar Visitado Octubre 2012

-Carminati, D., Bellini, E., Perrone, A., Neviani, E., Mucchetti, G. (2002). Traditional ricotta cheese: Survey of the microbiological quality and its shelf-life. Industrie Alimentari. 41, 549-555.

-Castillo, A.R., Gallardo, M., Gaggiotty, C., Quaino O.R. (1990). Suministro de heno a vacas lecheras en pastoreo restringido de alfalfa. II. Ambiente ruminal. Re. Arg. Prod. Anim. (10 Supl.1): 3

-Castle, M.E., Watson, J.N., Leaver, T.G. (1979). A comparison between barley and groundnut as supplements for dairy cows at pasture. Grass and Forage Sc. 34, 197-201.

-Cattaneo, T., Summa, C., Bertolo, G., Giangiacomo R. (2005). Spreadability of mascarpone cheese: Sensory and objective measurements. Milchwissenschaft. 60, 399-402.

-CFI. (2012). Consejo Federal de Inversiones. Cadena de la producción láctea. En: <http://www.cfired.org.ar/Default.aspx?nld=966> Visitado en Octubre 2012.

- CIL. (2012). Centro de la Industria Lechera. Destino de la leche. En:
<http://www.cil.org.ar/> Visitado 2012.

- Cursack de Castignani, A.M., Travadelo, M. (1995). Análisis de variables de intensificación en empresas lecheras de la Cuenca Central Santafesina. FAVE 9, 1-9

- Dalglish, D., Corredig, M. (2012). The Structure of the casein micelle of milk and its changes during processing. Food Sci. Technol. 3, 449-467

- Danelon, J.L., Fenoglio, H., Quaino, O. (1985). Suplementacion de vacas lecheras em pastoreo com grano de sorgo. Dialogo X. IICA/BID/PROCISUR. El C. J. Molestima. Reunión Técnica Sobre Manejo De Pasturas Cultivadas Y Suplementación Par Produccion Lechera. 255-265

- Davies, E.A., Bevis, H.E., Delves-Broughton, J. (1997). The use of bacteriocin, nisin, as a preservative in ricotta-type cheeses to control the food-borne pathogen *Listeria monocytogenes*. Lett. Appl. Microbiol. 24, 343-346

- Del Nobile, M., Conte, A., Incoronato, A. L., Panza, O. (2009). Modified atmosphere packaging to improve the microbial stability of ricotta. Afr. J. Microbiol. Res. 3, 137-142.

- Dermiki, M., Ntzimani, A., Badeka, A., Savvaidis, I. N., Kontominas, M.G. (2008). Shelf-life extension and quality attributes of the whey cheese "Myzithra Kalathaki" using modified atmosphere packaging. LWT-Food Sci. Technol. 41, 284-294.

- Delahunty, C., Piggot J., Conner J., 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.

- Di Pierro, P., Sorrentin A., Mariniello, L., Giosafatto, C., Porta, R. (2011). Chitosan/whey protein film as active coating to extend ricotta cheese shelf-life *LWT-Food Sci. Technol.* 44, 2324-2327.

- FAO. (1994). Fats and oils in human nutrition; Report of a joint FAO/WHO expert consultation. *FAO Food and Nutrition Paper* 57, FAO. Rome.

- FAO. (2008). Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. *FAO Food and Nutrition Paper* 91. FAO Rome.

- FOASTAT (2012). The Statistics Division of the FAO. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>

- Forsum, E., Hambraeus, L. (1977). Nutritional and biochemical studies of whey products. *J. Dairy Sci.* 60, 370–377.

- Gagliostro G., Cangiano, C. y Santini, F. (1986). Suplementación de vacas lecheras en pastoreo: su efecto sobre el consumo de forraje y la producción de leche. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 6, 3.

- Gallardo, M. (1988). Lipomovilización en vacas lecheras en pastoreo. Efecto de distintos niveles de suplementación energética durante lactación temprana. Tesis de Magister Sci. UNMdP.

- Gastaldi, E., Pellegrini, O., Lagaude, A., De la Fuente, B. T. (1994), Functions

of added calcium in acid milk coagulation. J. Food Sci., 59, 310–312.

-Getz, G.S., Reardon, C.A. (2007). Nutrition and cardiovascular disease. Arterioscler. Thromb. Vasc. Bio. 27, 2499-2506.

-Giannuzzi, L. (1998). Mathematical modeling of microbial growth in fresh filled pasta stored at different temperatures. J. Food Process. Pres. 22, 433-447.

-Hough, G., Puglieso, M.L., Sanchez, R., Da Silva, O.M. 1999. Sensory and microbiological shelf-life of a commercial ricotta cheese. J. Dairy Sci. 82, 454-459.

-Hough, G., Puglieso, M.L., Sanchez, R., Da Silva, O.M. 1999. Sensory and microbiological shelf-life of a commercial ricotta cheese. J. Dairy Sci. 82, 454-459.

-Hough, G., Wakeling, I., Mucci, A., Chambers IV, E., Mendez Gallardo, I., and Rangel Alves, L. 2006. Number of consumers necessary of sensory acceptability tests. Food Qual. Preference, 17, 522-526.

-IDF-FIL (1993). Milk and milk products. Enumeration of microorganisms. Colony count at 30°C. (100B:1991) 3.

-INTA. (2014). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. En: <http://inta.gob.ar/documentos/anuario-2013/>

-INTI. (2012). Factores microbiológicos que afectan a la leche. En: <http://microbiologia.blogs.inti.gob.ar/2009/12/03/factores-microbiologicos-que-afectan-a-la-leche>. Visitado Octubre 2012.

-Kosikowski, F., Mistry, V. (1987). Cheese and fermented milk foods. Cultured and starters. Kosikowski and Associate.

-Manzur, F., Alvear, C., Alayón, A. (2009). Consumo de ácidos grasos trans y riesgo cardiovascular Revista Colombiana de Cardiología., 16, 103-109

-Martinez A. (2006). Efectos climáticos sobre la producción del vacuno lechero: estres por calor. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. En: http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/30-stres_por_calor_vaca_lechera.pdf

-Martins, J., Cerqueira, M., Souza, B., Do Carmo A., Vicente, A. (2010). Shelf life extension of ricotta cheese using coatings of galactomannans from nonconventional sources incorporating nisin against *Listeria monocytogenes*. J. Agric. Food Chem. 58, 1884-1891.

-MinAgri, 2012. Ministerio de Agricultura, ganadería y pesca. En http://www.minagri.gob.ar/site/subsecretaria_de_lecheria/lecheria/07_Estad%C3%ADsticas/index.php

- Miller, W.J. 1989. Nutrición y alimentación del ganado vacuno lechero. Editorial ACRIBIA, SA. 459 .

-Mistry, VV. 2001. Low fat cheese technology. Int. Dairy J. 11, 413–422.

-Modler, H., Emmons, D. (2001). The use of continuous ricotta processing to reduce ingredient cost in ‘further processed’ cheese products. Int. Dairy J. 11,517–523.

- Monsalve, J., González, D. (2005). Elaboration of a ricotta type cheese from whey and flowing milk. *Revista Científica, FCV-LUZ* 6, 543-550.

- Mucchetti, G., Carminati, D., Pirisi, A. (2002). ricotta fresca vaccina ed ovina: osservazioni sulle tecniche di produzione e sul prodotto. *Il Latte* 27, 154–166.

- Navarro, H., Siebald, E., Celis, S. (2006). Manuel de producción de leche para pequeñas y medianos productores. *Boletín Inia No.14*. 165

- Nelson, B., Barbano, D. (2003). Reduced-fat cheddar cheese manufactured using a novel fat removal process *J. Dairy Sci.* 87, 841–853.

- Okigbo, L., Richardson, G., Brown, R. and Ernstrom, C. (1985). Effects of pH, calcium chloride, and chymosin concentration on coagulation properties of abnormal and normal milk. *J Dairy Sci.* 68, 2527-2533.

- Olson, N., Johnson, M. (1990). Light cheese products: Characteristics and economics. *Food Technol.* 44, 93–96.

- Ordoqui, M., Mongui, F., Hervias D. (2003). Características de la producción lechera Argentina. *Apuntes Agroeconómicos*. En: http://www.agro.uba.ar/apuntes/no_2/lechera.htm#_ftn1

- Pintado, M., Malcata, F. (1996). Effect of thermal treatment on the protein profile of whey from ovine and caprine milk throughout lactation. *Int. Dairy J.* 6, 497– 518.

- 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 *Livest. Prod. Sci.* 94, 33–40.

- Ramos, Ó.L., Reinas, I., Silva, S. I., Fernandes, J., Cerqueira, M.A., Pereira, R.

N., *et al.* (2013). Effect of whey protein purity and glycerol content upon physical properties of edible films manufactured therefrom. *Food Hydrocolloids*, 30, 110–122.

-Rearte, D.H. (1993). Alimentación y composición de la leche. EEA Balcarce. CERBAS. INTA. 94 .

-Revelli, G., Sbodio, O., Tercero, E., (2001) .Estudio y evolución de la calidad de leche cruda en tambos de la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero, Argentina (1993-2009). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, vol. 37, núm. 2, agosto, . 128-139

-Santini, F.J., Conosciuto, G., Cocimano, M., y Casciola C., (1985). Efecto de la suplementación energética sobre la producción de leche durante la primera fase de la lactancia. In: *Diálogo X. IICA/BID/PROCISUR. Reunión Técnica sobre Manejo de Pasturas Cultivadas y Suplementación para Producción Lechera*. Montevideo: 235.

-Sameen, A., Anjum, F.M., 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.

-Samelis, J., Kakouri, A., Rogga, K. J., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G. (2003). Nisin treatments to control *Listeria monocytogenes* post-processing contamination on Anthotyros, a traditional Greek whey cheese, stored at 4°C in vacuum packages. *Food Microbiol.* 20, 661-669.

-Sinelli, N., Barzaghi, S., Giardina, C., Cattaneo, T. (2005). A preliminary study using Fourier transform near infrared spectroscopy to monitor the shelf-life of packed industrial ricotta cheese. *J. Near Infrared Spec.* 13, 293–300.

- Spanu, C., Scarano, C., Spanu, V., Penna, C., Viridis, S., De Santis E. (2011). *Listeria monocytogenes* growth potential in ricotta salata cheese Int. Dairy J. 24, 120-122

- Taverna, M., Coulon, J.B. (2000). La calidad de la leche y de los quesos. Ed. INTA. 113 .

- Taverna, M.A., Charlón, V., Cuatrín, A.L., Gaggiotti, M.C., Páez, R.B., Chavez, M.S. (2001). Composición química de la leche producida en la Cuenca Lechera Central de la Argentina. Rev. Arg. Prod. Anim. 21 Supl. 1, 271-272.

- Tejada, L., Gomez, R., Fernandez-Salguero, J. (2007). Sensory characteristics of ewe milk cheese made with three types of coagulant: Calf rennet, powdered vegetable coagulant and crude aqueous extract from *Cynara cardunculus*. J. Food Qual. 30, 1, 91-103.

- Tornadijo, M. E., Marra, A. I., García Fontán, M. C., Prieto, B., Caraballo J. (1998) La calidad de leche destinada a la fabricación de queso: calidad química Ciencia y Tecnología Alimentaria. 2, 79-91,

- Tunick, M., Mackey, K., Shieh, J., Smith, P., Cooke P., Malin E. (1993). Rheology and microstructure of low-fat mozzarella cheese Int. Dairy J. 3, 649-662.

- Tsiraki, M., Savvaidis, I. (2011). Effect of packaging and basil essential oil on the quality characteristics of whey cheese “Anthotyros” Food Bioproc. Tech. 6 124-132.

- USDA. (2012). USDA nutrient database for standard reference. En: www.ndb.nal.usda.gov/ Visitado. Julio 2012.

- Ustunol, Z., Hicks, C.L. (1990). Effect of calcium chloride addition on yield of cheese manufactured with *Endothia parasitica* protease. J. Dairy Sci. 73, 17-25.

- Van Vuuren, A. M., Van der Koelen, C. J. y Vroons de Bruin, J. (1986). Influence of level and composition of concentrate supplements on rumen fermentation patterns of grazing dairy cows. Netherlands Journal of Agric. Sci. 34_457-467.

- Veisseyre, R. (1988). Lactología técnica. Segunda edición. Editorial Acribia. España. 714 .

- Visser, H. (1984). Krachtvoer voor hoogprduktief melkuee in rantsoenene met snijmais. Berdji fsontwikkeling. 15, 383-389.

- Walstra, P., Geurts, A., Noomen A., Jellema A., van Boekel M. (1999). Technology: Principles of Milk Properties and Processes. 727.

- Walstra, P., Geurts, A., Noomen A., Jellema A., van Boekel M. (2001) Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos. Primera Edición. 730.

- Weatherup, W. (1986). The effect of processing variables on the yield and quality of ricotta cheese. Dairy Ind. Int. 51, 43-45.

- Wolfschoon-Pombo, A.F. (1997) Influence of calcium chloride addition to milk on the cheese yield. Int. Dairy J., 7, 249-254