



Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Tesis de grado

“Calidad de ricotta elaborada con diferentes proporciones de leche y suero”

Alumna: Sombra, María Candela

Directora: Ing. Agr. Terminiello, Laura

Co-directora: Ing. Agr. Diosma, Gabriela

Fecha de Entrega: 5 de febrero de 2015

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	5
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Suero lácteo: características y problemática ambiental	8
1.2. Estrategias de aprovechamiento del suero	8
1.2.1. Aplicación directa en el suelo	9
1.2.2. Tratamiento biológico sin aprovechamiento	9
1.2.3. Tratamiento biológico con aprovechamiento	11
1.2.4. Métodos físico-químicos de separación	13
1.3. Ricotta	14
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	19
2.1. Objetivo general	20
2.2. Objetivos específicos	20
2.3. Hipótesis	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Análisis de la materia prima	22
3.2. Elaboración de ricotta con diferentes proporciones de suero y leche	22
3.3. Determinaciones analíticas	23
3.3.1. Rendimiento	23
3.3.2. Humedad	23
3.3.3. Materia grasa y proteína	24
3.3.4. Acidez y pH	25
3.3.5. Color	25

3.3.6. Dureza	25
3.3.7. Aceptabilidad	26
3.3.8. Recuentos de mohos, levaduras y bacterias mesófilas	26
3.4. Análisis estadístico	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. Análisis de la materia prima	29
4.2. Influencia de la proporción leche/suero sobre la composición, calidad y estabilidad de ricotta	30
4.2.1. Rendimiento	30
4.2.2. Proteína y materia grasa	32
4.2.3. Humedad	33
4.2.4. Color y apariencia	35
4.2.5. Dureza	38
4.2.6. Acidez y pH	39
4.2.7. Aceptabilidad	41
4.2.8. Recuentos de mohos, levaduras y bacterias mesófilas	42
5. CONCLUSIONES	46
ANEXO I	48
REFERENCIAS	49

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas

	Página
<u>Tabla 1.1.</u> <i>Composición de ricotta de suero proveniente de la elaboración de queso Pategrás.</i>	17
<u>Tabla 4.1.</u> <i>Composición de la leche (L), el suero (S) y las mezclas empleadas (50% L–50% S y 30% L–70% S) para la elaboración de las diferentes ricottas.</i>	30

Figuras

	Página
<u>Figura 1.1.</u> <i>Esquema del proceso de elaboración de ricotta.</i>	14
<u>Figura 4.1.</u> <i>Rendimiento de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero.</i>	31
<u>Figura 4.2.</u> <i>Proteína de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero.</i>	32
<u>Figura 4.3.</u> <i>Materia grasa de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero.</i>	33
<u>Figura 4.4.</u> <i>Humedad de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero.</i>	34
<u>Figura 4.5.</u> <i>Color (L*) de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero.</i>	36
<u>Figura 4.6.</u> <i>Color (b*) de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero.</i>	36

<u>Figura 4.7.</u> Apariencia de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero.	37
<u>Figura 4.8.</u> Dureza de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero.	39
<u>Figura 4.9.</u> Acidez de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero.	40
<u>Figura 4.10.</u> pH de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero.	41
<u>Figura 4.11.</u> Aceptabilidad (color, sabor, textura y aceptabilidad general) de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero.	42
<u>Figura 4.12.</u> Desarrollo de unidades formadoras de colonias en ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero, al día 7 de almacenamiento a 4°C.	44
<u>Figura 4.13.</u> Apariencia de colonias microbianas en medio de cultivo PCA.	45
<u>Figura 4.14.</u> Apariencia de colonias de mohos y levaduras en medio de cultivo YGC.	45

RESUMEN

La ricotta es un queso de muy alta humedad obtenido por acidificación directa de suero de queso y/o leche. La calidad del producto puede verse marcadamente afectada por el tipo de materia prima empleada para su obtención. En el presente trabajo se estudió la influencia de la proporción de suero de queso y leche sobre la composición, propiedades físicas, químicas, microbiológicas y sobre la aceptabilidad de ricotta almacenada. Para ello se elaboraron 3 tipos de ricotta: con leche (100%L) y con mezclas de leche (L) y suero (S), (50%L-50%S y 30%L-70%S) y se evaluó el rendimiento, el contenido de materia grasa y de proteína. Asimismo se analizaron los cambios en el contenido de agua, el color, la dureza, la acidez, el pH y el recuento de bacterias mesófilas, mohos y levaduras durante el almacenamiento a 4 °C. Además, se determinó la aceptabilidad sensorial de las diferentes ricottas en un panel de consumidores. El rendimiento fue de 16,2% para la ricotta elaborada con 100%L, descendiendo a medida que aumentó la proporción de suero. Al aumentar la proporción de suero se observó un incremento en el contenido de humedad y un concomitante descenso en los niveles de materia grasa y proteína. La ricotta de leche fue más ácida y seis veces más dura que la elaborada con proporciones crecientes de suero. En cuanto al color, la ricotta elaborada con 100%L fue menos clara que las elaboradas con suero. En la medida que se redujo la proporción de leche el producto se mostró menos amarillo. Los cambios observados durante el almacenamiento fueron menos pronunciados que los provocados por el tipo de materia prima empleada, exceptuando los parámetros microbiológicos en los cuales las diferencias se dieron durante el almacenamiento, observándose un evidente deterioro del producto a partir de los 7 días de elaborado. A pesar de la marcada diferencia entre las muestras en cuanto a composición y propiedades físicas y químicas, no se encontraron diferencias en la aceptabilidad sensorial, sugiriendo que existen consumidores que

prefieren productos con características disímiles. En síntesis los resultados del presente trabajo muestran que la proporción de suero de queso y leche empleada, posee una marcada influencia en el rendimiento, calidad y estabilidad de la ricotta.

Palabras clave: ricotta; leche; suero de queso; calidad; almacenamiento.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SUERO LÁCTEO: CARACTERÍSTICAS Y PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Los efluentes resultantes de la producción de helados, manteca y queso son la fuente más importante de contaminación orgánica en la industria láctea (**Prazeres et al., 2012**). En la industria de la fabricación del queso, específicamente, se generan aproximadamente, a partir de 10 kg de leche un kilo de queso y 9 kg de suero. A nivel mundial la producción de suero se estima en 40 millones de toneladas (**Prazeres et al., 2012**).

El suero de queso es un líquido de color verde amarillento resultado de la precipitación y remoción de la caseína de la leche (**Siso, 1996**). La composición del suero de queso puede variar, dependiendo de la composición de la leche, de la especie animal que produjo la leche (cabra, oveja, vaca o búfala), de la raza, alimentación, etapa de lactancia y del tipo de queso elaborado (**De Wit, 2001**). El suero de queso proveniente de la elaboración de queso con leche de vaca y renina, presenta una composición cercana a 6,5% de sólidos totales, 4,9% de lactosa, 0,8% de proteínas (albúminas y globulinas, principalmente), 0,1-0,2% de nitrógeno no proteico, 0,56% cenizas y 0,15% de ácido láctico (**Badui Dergal, 2006**). Los efluentes lácteos en caso de no ser aprovechados en forma apropiada, pueden generar importantes problemas ambientales tales como la impermeabilización del suelo y la eutrofización en el entorno de recepción (**Prazeres, et al., 2012**).

1.2. ESTRATEGIAS DE APROVECHAMIENTO DEL SUERO

Los métodos de aprovechamiento y disposición de suero son diversos. A continuación se mencionan algunas de las estrategias más comunes:

1.2.1. Aplicación directa en suelo

Esta práctica está basada en la utilización del suero de queso como potencial fertilizante, ya que este subproducto contiene sales de fósforo, de nitrógeno, de calcio, de sodio, de potasio, de magnesio y materia orgánica.

Debido a la presencia de sólidos en suspensión y alta salinidad, la aplicación directa podría afectar las propiedades físico-químicas y la estructura de los suelos (*Dragone et al., 2009*). La acumulación de sólidos podría provocar la disminución de la permeabilidad del suelo y del intercambio de gases. Si bien los azúcares y proteínas susceptibles a la bio-degradación podrían mejorar la agregación del suelo (*Kelling y Peterson, 1981*), el contenido de NaCl es indeseable por sus efectos negativos tanto en el suelo, como en las plantas. Asimismo el pH relativamente bajo de los sueros puede tener efectos indeseados. Algunos estudios han observado daños en los cultivos debido al rápido consumo de oxígeno del suelo y la rápida caída en el potencial redox (*Sharratt et al., 1959*). *Robbins y Lehrs* (1998) sugirieron que el suero se debe diluir 1:20 antes de su aplicación. Asimismo, la ubicación de las fuentes de agua debe ser contemplada para evitar la contaminación de las aguas subterráneas (*Robbins y Lehrs, 1998*).

1.2.2. Tratamiento biológico sin aprovechamiento

La investigación sobre la digestión biológica de suero de queso comenzó en la década de 1970, con la aplicación de los procesos aeróbicos tales como lodos activados, filtros de goteo y almacenamiento en lagunas (*Cordi et al., 2007*). Sin embargo, estos procesos presentaron limitaciones relacionadas a la variabilidad en las propiedades de los vertidos de entrada, la contaminación extremadamente alta del suero, los requerimientos de energía para el suministro de oxígeno, la excesiva producción de lodo y las dificultades en la sedimentación de sólidos (*Wildenauer y Winter, 1985*). La digestión aeróbica está

caracterizada por una degradación relativamente rápida de la materia orgánica a temperatura ambiente (22-24 °C) que requiere cortos tiempos de retención. Sin embargo, la alta carga de materia orgánica del suero hace que la digestión aeróbica sea inapropiada. Cuando se trata de efluentes altamente contaminados, puede haber limitaciones en la transferencia de oxígeno (**Ozmihci y Kargi, 2007**). En general, la alta contaminación de los efluentes lácteos puede producir el crecimiento excesivo de microorganismos filamentosos, que al aumentar el volumen del fluido ocasionan dificultades para el asentamiento de lodos (**Cordi et al., 2007**).

A mediados de la década de 1980, la digestión anaeróbica logró un gran desarrollo frente a las dificultades de las pequeñas y medianas fábricas para implementar digestores aeróbicos. El proceso anaeróbico convierte a los contaminantes en productos finales gaseosos, principalmente dióxido de carbono y metano que pueden utilizarse como fuente de energía alternativa. Otros productos formados a partir de la bio-degradación anaeróbica de proteínas por proteasas incluyen polipéptidos, aminoácidos y amoníaco. Sin embargo, algunas proteínas, tales como la caseína son bastante resistentes a la degradación biológica. Por lo tanto, se requiere el uso de microorganismos específicos. Las grasas también pueden afectar negativamente las propiedades de sedimentación de los lodos; los hidratos de carbono, en cambio, son más susceptibles a la bio-degradación (**Pavlostathis y Giraldo-Gómez, 1991**). Los productos obtenidos en la degradación de la lactosa puede causar la inhibición parcial en la fase de la metanogénesis (**Vidal et al., 2000**). En general, la digestión anaeróbica presenta alta eficiencia de remoción orgánica, sin embargo, los bajos valores de alcalinidad pueden conducir al fracaso de los digestores anaeróbicos. Esto se debe a que los ácidos grasos volátiles (AGV) se acumulan rápidamente en el medio, produciéndose la acidificación del medio de reacción (**Janczukowicz et al., 2008**). Se han probado varias configuraciones de reactores

utilizando un sistema de digestión en una sola etapa (**Wildenauer y Winter, 1985**) o en dos etapas (**Saddoud et al., 2007**).

1.2.3. Tratamiento biológico con aprovechamiento

- a. **Hidrólisis de la lactosa:** **Berruga et al. (1997)** describen la hidrólisis de la lactosa como un pre – tratamiento del suero de bajo costo. La hidrólisis puede ser: química la cual se caracteriza por condiciones ácidas (pH < 1,5) y altas temperaturas (hasta a 150 °C) (**Guimarães et al., 2010**) o enzimática, que es llevada a cabo por medio de la enzima lactasa que convierte al disacárido lactosa en glucosa y galactosa. Los principales organismos utilizados en este proceso como fuente de lactasa son mohos y levaduras de los géneros *Aspergillus* y *Kluyveromyces* respectivamente (**Siso, 1996**).
- b. **Producción de etanol:** Los primeros estudios sobre la producción de alcohol (etanol) mediante la fermentación de suero de queso datan de la década de 1940 (**Rogosa et al., 1947**). Se han empleado diversos microorganismos tales como *Torula cremoris* (**Rogosa et al., 1947**); *Kluyveromyces fragilis* (**Siso, 1996**), *Kluyveromyces marxianus* (**Dragone et al., 2009**), *Candida pseudotropicalis* y *Saccharomyces cerevisiae* (**Guimarães et al., 2010**). El suero de queso concentrado con lactosa o azúcares mejora la eficiencia de conversión de etanol llegando a una concentración final de alrededor de 60 kg.m⁻³ (**Ghaly y El-Taweel, 1997**).
- c. **Producción de hidrógeno:** El uso de aguas residuales ricas en carbohidratos, como el suero de queso, es una opción económicamente viable para la producción de hidrógeno (**Azbar et al., 2009**). El hidrógeno representa una energía limpia que no contribuye a la generación de gases de efecto invernadero o la lluvia ácida.

Este gas posee un alto rendimiento en energía (**Rosales-Colunga et al., 2010**). Además, el hidrógeno puede ser directamente utilizado para producir electricidad a través de pilas de combustible (**Lay et al., 1999**). Este proceso debería conducir a un rendimiento teórico de 8 moles de hidrógeno por mol de lactosa. La mezcla de biogás formado en la producción de hidrógeno también contiene CH₄ y CO₂. La fermentación anaerobia se lleva a cabo por microorganismos anaerobios obligados como *Clostridium butyricum*, *Clostridium pasteurianum* y *Clostridium beijerinckii* (**Ferchichi et al., 2005**) y facultativos como *Enterobacter*, *Citrobacter sp.* y *Escherichia coli* (**Rosales-Colunga et al., 2010**).

- d. **Producción de ácido láctico:** Los efluentes de suero de queso se han utilizado en procesos fermentativos para producir ácido láctico (**Tango y Ghaly, 1999**). Actualmente, una alta fracción de suero generado es utilizado en procesos de ultra-filtración. En esta situación, el permeato tiene un bajo contenido de proteína y una elevada concentración de lactosa y sales minerales. Así, varios trabajos se han llevado a cabo con el objetivo de obtener ácido láctico después de la ultra-filtración de suero (**Vasala et al., 2005**). Aunque se ha informado de muchas especies utilizadas en la producción de ácido láctico, algunas investigaciones señalan el uso extendido de *Streptococcus* y la eficacia de *Lactobacillus helveticus* (**Tango y Ghaly, 1999**). *Lactobacillus salivarius ssp. salicinius* y *Bacillus megaterium* presentan interés puesto que pueden crecer en ambientes de alta salinidad (**Vasala et al., 2005**).
- e. **Producción directa de electricidad en células de combustión microbiana:** Las células de combustión microbiana consisten en dos compartimentos: uno anaeróbico y otro aeróbico, que contiene un ánodo y un cátodo, respectivamente. En el compartimento anaeróbico los microorganismos oxidan la materia orgánica, formando dióxido de carbono, protones y electrones. Los protones migran a la

cámara catódica (compartimento aeróbico) a través de una membrana mientras que los electrones son transferidos al cátodo a través de un circuito externo, con la reducción de oxígeno a agua. Este flujo de electrones produce una corriente eléctrica que puede ser aprovechada (*Rachinski et al., 2010*).

1.2.4. Métodos físico-químicos de separación

- a. **Precipitación térmica e iso-eléctrica:** La precipitación de la proteína de suero de queso se produce a temperatura moderada con la ayuda de calcio. La precipitación termo-cálcica se basa en la formación de agregados de fosfato de calcio a temperaturas moderadas (50 °C), pH neutro (7,3-7,5) (*Misún et al., 2008*). Las proteínas se asocian a los agregados de fosfato antes mencionados.
- b. **Separación de membrana:** Los procesos de separación de membrana se utilizan ampliamente para obtener proteínas y lactosa concentradas de suero y suero en polvo. Los procesos de membrana reducen la producción de aguas residuales con la posibilidad de reutilización y la producción de un efluente limpio (*Minhalma et al., 2007*). La micro-filtración (*Souza et al., 2010*), ultra-filtración, nano-filtración y la ósmosis inversa (*Yorgun et al., 2008*), han reportados retenciones de proteínas de entre 28 y 96%.
- c. **Precipitación de proteínas con agentes coagulantes / flocculantes:** La precipitación de proteínas con agentes coagulantes como el polifosfato de sodio, hexametáfosfato de sodio, sales de hierro y poli-electrolitos, es eficaz en la recuperación de proteínas. Existen estudios acerca de la coagulación / floculación con quitosano (*Casal et al., 2006*). El empleo de ácidos y calentamiento es uno de los métodos más ampliamente empleados para la coagulación de las proteínas del suero permitiendo obtener los quesos conocidos como de “coagulación ácida”.

1.3. RICOTTA

La ricotta es el más antiguo y el mejor queso de suero conocido, en el que las proteínas se recuperan por un tratamiento térmico en medio ácido que permite su precipitación junto con la de otros componentes asociados (*Mucchetti et al., 2002*).

Según el Código Alimentario Argentino (*CAA,1969*) se entiende por ricotta, al producto obtenido por precipitación mediante calor y acidificación (debida al cultivo de bacterias lácticas apropiadas o por ácidos orgánicos permitidos para ese fin), de las sustancias proteicas de la leche (entera, parcial o totalmente descremada) o del suero de queso.

El proceso de elaboración de ricotta, es relativamente sencillo y comprende una serie de etapas fundamentales, detalladas en la **Figura 1.1**.

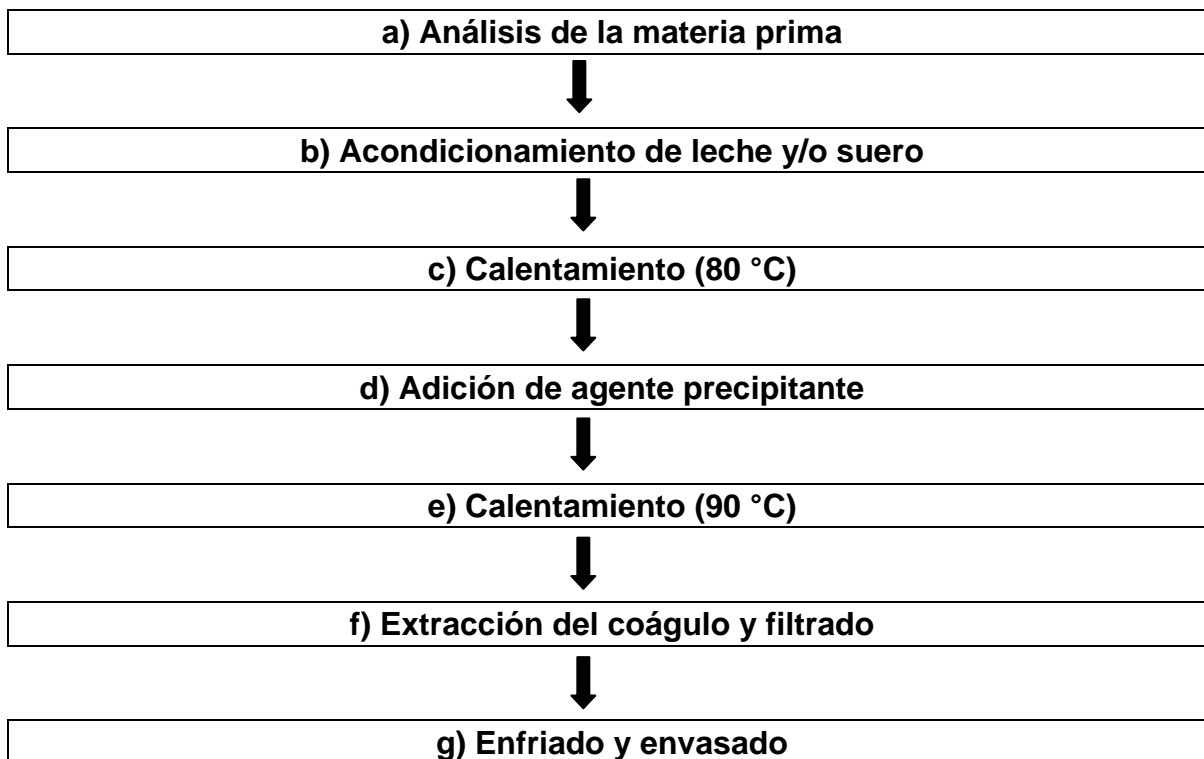


Figura 1.1. Esquema del proceso de elaboración de ricotta.

- a. **Análisis de la materia prima:** La calidad de la leche y/o suero 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. El contenido graso tiene influencia en las características organolépticas del producto final. El contenido de proteínas es muy importante, ya que es el sustrato sobre el cual va a actuar el agente coagulante, de este modo, el contenido proteico tiene marcada influencia en el rendimiento que se obtenga (***Curso de Agroindustrias UNLP, 2013***).
 - **Calidad higiénica:** Los aspectos a tener en cuenta serían: presencia de microorganismos por contaminaciones de la leche por el ambiente exógeno, como así también por contaminaciones químicas (antibióticos, pesticidas, antisépticos).

Se refiere a la composición biológica de la leche, la que debe estar acotada por las cotas máximas de los indicadores que establecen los valores normales (microorganismos banales), como así también los que indican la ausencia de componentes anormales (microorganismos patógenos). Debería exigirse calidad bacteriológica excelente para todas las leches de quesería.

La calidad bacteriológica puede evaluarse 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 (***Curso de Agroindustrias UNLP, 2013***).

- 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 (***Curso de Agroindustrias UNLP, 2013***).
- b. Acondicionamiento de la leche y/o suero**: Esta etapa consiste en realizar el filtrado de la leche y/o suero y el tratamiento térmico (pasteurización). A su vez, se realizan las mezclas de leche y suero a fin de lograr la proporción deseada de cada uno, y la homogenización de la mezcla para la elaboración. En el caso del suero, se realiza además, la neutralización del mismo con el agregado de hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N, hasta pH 8,2.
- c. Calentamiento**: Se lleva la leche o mezcla a una fuente de calor hasta alcanzar 80°C, agitando suavemente.
- d. Adición de agente precipitante**: Una vez alcanzados los 80 °C, se suspende la agitación y se adiciona el agente precipitante. Esto produce el afloramiento del verdadero coágulo, el cual cubre toda la superficie de la tina.
- e. Calentamiento (90°C)**: Luego de agregado el agente precipitante, la mezcla debe continuar en contacto con la fuente de calor, hasta alcanzar los 90 °C, momento en que se cierra la misma.
- f. Extracción del coágulo y filtrado**: Se extrae el coágulo y se deposita sobre una tela Suiza extendida sobre un colador, favoreciendo la eliminación de suero.
- g. Enfriado y envasado**: Una vez que haya desuerado convenientemente, cuando la ricotta se presenta mórbida y ligeramente húmeda se procede al envasado.

En algunos casos, la ricotta, se prepara directamente a partir de leche. En el caso de las industrias queseras se suele utilizar suero lácteo y se le agrega una proporción de leche para mejorar la separación y aumentar el rendimiento. Algunos estudios parciales realizados al respecto muestran que la composición, apariencia, sabor, color y textura son marcadamente afectadas por la cantidad de suero y leche utilizadas en los procesos de elaboración (**Pizzillo et al., 2005**). **Monsalve y González (2005)** hallaron que la ricotta elaborada con 10% de leche y 90% de suero de queso Gouda fue la que mostró mejores propiedades texturales y mayor aceptabilidad.

Tabla 1.1. *Composición de ricotta de suero proveniente de la elaboración de queso Pategrás (Curso de Agroindustrias de la UNLP, 2014).*

Componente	Porcentaje
Agua	66
Materia grasa	6,28
Lactosa	4,15
Sustancias proteicas	21
Cenizas	2,57

Analizando la composición de la ricotta, se observa que en relación a otros quesos, presenta un elevado porcentaje de agua, determinando por un lado, que la carga calórica sea relativamente baja y también que sean quesos con una conservación limitada (hasta 7 días a 4 °C) (**Carminati et al., 2002**). La estabilidad de la ricotta en el tiempo puede ser mejorada con el agregado de cloruro de sodio (NaCl) durante la elaboración, la sal influye en el sabor del queso, elimina suero lácteo de los quesos de cuajada y contribuye, por tanto, a regular la humedad y la acidez, también tiene un efecto controlador del crecimiento de microorganismos no deseables, como por ejemplo, las

bacterias fuertemente proteolíticas, muy sensibles a la acción de la sal; al respecto **Monsalve y González (2005)**, hallaron que con el agregado de NaCl en una concentración de 1,5%, el producto se mantiene estable durante 10 días almacenado a 4 °C, ya que posteriormente el crecimiento de hongos y levaduras fundamentalmente supera la concentración permitida.

A pesar de los estudios descritos, la influencia de la proporción suero-leche en las características sensoriales, composición y estabilidad del producto no se han estudiado en detalle hasta la fecha. El objetivo del presente trabajo es determinar la influencia de la proporción suero y leche sobre la composición, calidad y estabilidad de la ricotta refrigerada.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la influencia de las condiciones de elaboración de quesos sobre la calidad del producto.

2.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- *Determinar la influencia de la proporción de suero y leche empleada en la elaboración sobre el rendimiento, la composición y la aceptabilidad de ricotta.*
- *Analizar la influencia de la proporción de suero y leche sobre la estabilidad de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de la ricotta refrigerada.*

2.3. HIPÓTESIS

- *La proporción de suero y leche afecta el rendimiento y la calidad de la ricotta.*
- *La proporción de suero y leche posee influencia sobre la estabilidad de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de la ricotta refrigerada.*

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA

Previo a la elaboración se determinó la acidez, el pH, el contenido de materia grasa, el contenido de proteína, la densidad y el extracto seco en la leche, el suero y las mezclas empleadas (50%L–50%S y 30%L–70%S). La densidad de la leche se evaluó empleando un lacto-densímetro. La acidez se evaluó mediante el método Dornic; para ello se colocaron 10 mL de leche en un Erlenmeyer, se agregaron 2 gotas de solución de fenoftaleína al 1% m/v y se tituló con NaOH 0,111 N hasta el viraje del indicador a color rosa pálido, los resultados se expresaron como porcentaje de ácido láctico. La materia grasa se evaluó por el método de Gerber para leche. 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 caliente a 65 °C por 5 min y se leyó el contenido de materia grasa. El contenido de proteínas se determinó por el método de Kjeldahl. Finalmente, el extracto seco se determinó en forma gravimétrica por secado en estufa a 105 °C hasta peso constante.

3.2. ELABORACIÓN DE RICOTTA CON DIFERENTES PROPORCIONES DE SUERO Y LECHE

Se realizaron elaboraciones de ricotta a partir diferentes proporciones de suero y leche según se detalla a continuación:

- a) 100% leche
- b) 50% leche y 50% suero
- c) 70% suero y 30% leche

La coagulación se realizó utilizando ácido acético al 25% m/v luego de calentar la leche a 80 °C. El precipitante se adicionó en una relación de 80 mL por cada 10 litros de materia prima. Luego del agregado del precipitante, se aumentó la temperatura hasta alcanzar los 90 °C y posteriormente se cerró la fuente de calor. Se extrajo el coágulo con una tela suiza. La ricotta se dejó enfriar y filtrar en la tela suiza durante 30 min, las muestras se envasaron en recipientes plásticos de 200 g y se almacenaron a 4 °C durante 0, 4 y 7 días. Finalizada la elaboración se determinó el rendimiento, el contenido de proteína, el contenido de grasa y la aceptabilidad en un panel de consumidores. Asimismo se determinó finalizada la elaboración, y a los 4 y 7 días de almacenamiento a 4 °C: la humedad, el pH, la acidez, el color, la dureza y el recuento de bacterias mesófilas, mohos y levaduras.

3.3. DETERMINACIONES ANALÍTICAS

3.3.1. Rendimiento

Se pesó la ricotta obtenida y se midió el volumen de materia prima empleada. Se calculó el rendimiento para cada uno de los tratamientos a partir de la siguiente fórmula: $\text{Rendimiento (\%)} = 100 \times \text{Peso ricotta (kg)} / \text{Volumen de materia prima (L)} \times \delta \text{ (g.mL}^{-1}\text{)}$. Se realizó una determinación por tratamiento y elaboración.

3.3.2. Humedad

Se pesaron aproximadamente 3 g de muestra (PM) en una cápsula conteniendo arena calcinada y una varilla pequeña, previamente taradas (P1). La muestra se extendió con ayuda de la varilla formando una pasta con la arena a fin de impedir la formación de costras durante el secado. Se llevaron las cápsulas a estufa a 105 °C hasta peso

constante (P2) (**AOAC, 1980**). La humedad de la muestra se calculó como $100 \times (P1-P2) / PM$. Los resultados se expresaron como porcentaje de humedad. Se realizaron 3 determinaciones para cada tratamiento y día de almacenamiento, para cada una de las elaboraciones (n=6).

3.3.3. Materia grasa y proteína

El contenido de materia grasa de la ricotta se determinó utilizando el método de Gerber. Para esto se pesaron 2,5 g de muestra en un butirómetro para quesos y se añadió ácido sulfúrico (δ 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 (δ 1,525) hasta el vástago del butirómetro y las muestras se llevaron a baño de agua a 65 °C por 5 min. Luego centrifugó por 5 min, se colocaron los butirómetros nuevamente 5 min a baño de agua a 65 °C y se realizaron las lecturas. Se realizó 1 determinación por tratamiento y elaboración (n=2).

El contenido de proteína se determinó por el método de Kjeldahl. Se realizó la digestión de cada muestra colocando en balones 25 mL de ácido sulfúrico concentrado, 3g 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 lo retiró y colocó en el destilador. Se adicionó hidróxido de sodio 6 N para favorecer la destilación 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 bórico 4%, 2 gotas del indicador verde de bromocresol, y 2 gotas del indicador rojo de metilo. Finalmente se tituló el destilado con ácido clorhídrico al 0,1 N y se calculó el porcentaje de proteína ($N \times 6,38$). Para cada tratamiento se realizaron dos determinaciones y en cada una de las dos elaboraciones (n=4).

3.3.4. Acidez y pH

Para la determinación de la acidez, se pesaron aproximadamente 3 g de muestra. Se adicionaron 30 mL de agua a 40 °C. Las muestras se centrifugaron y se tituló el sobrenadante con hidróxido de sodio 0,111 N hasta pH 8,2 viraje a color rosado. Los resultados se expresaron como gramos de ácido láctico cada 100 g de producto fresco. Se realizaron 2 determinaciones para cada tratamiento, tiempo de almacenamiento y en cada una de las elaboraciones (n=4).

El pH de las muestras de ricotta se determinó en forma potenciométrica, realizando la medición en el sobrenadante contenido en las muestras para evaluar acidez con un electrodo de líquidos. Se realizaron dos determinaciones para cada una de las elaboraciones y tiempo de almacenamiento (n=4).

3.3.5. Color

El color se determinó con un colorímetro Minolta CR 400 (Minolta, Osaka Japón). Se registraron las coordenadas L^* , a^* y b^* . Se empleó para analizar el color la luminosidad (L^*) que varía entre 0 (color negro) y 100 (color blanco) y la coordenada b^* , que indica la variación del componente en el eje amarillo-azul. Se realizaron 10 determinaciones para cada tratamiento, tiempo de almacenamiento y elaboración (n=20).

3.3.6. Dureza

Se realizó un ensayo de penetración en un equipo Texture Analyzer equipado con una sonda plana de 6 mm. La muestra de ricotta se comprimió una distancia de 10 mm a una velocidad de 0,5 mm por segundo. Se registró la fuerza máxima durante el ensayo.

Los resultados se expresaron en Newton (N). Se realizaron 10 determinaciones para cada tratamiento analizado y día de elaboración (n=20).

3.3.7. Aceptabilidad

La calidad sensorial de la ricottas elaboradas con diferentes proporciones de leche y suero se analizó mediante un ensayo con escala hedónica de 9 puntos evaluando el color, el sabor, la textura y la aceptabilidad global. El panel contó con 41 evaluadores no entrenados.

3.3.8. Recuentos de mohos, levaduras y bacterias mesófilas

Para la determinación de la carga microbiológica que poseían las diferentes muestras de ricotta a lo largo del tiempo de almacenamiento (0, 4 y 7 días a 4°C). Se pesaron 25 g de cada muestra y se los diluyó en 225 mL de citrato de sodio 0,1%, agitando durante 5 min. Luego se procedió a realizar las diluciones correspondientes hasta 10^{-4} . Una alícuota de 100 μ l de las tres últimas diluciones, se sembraron en cajas de Petri por duplicado, en dos medios de cultivo: Yeast glucose cloranphenicol (YGC), para favorecer el desarrollo de mohos y levaduras y Plate Count Agar (PCA), para el desarrollo de bacterias mesófilas. Se incubaron a 30 °C durante 48 horas. Posteriormente se realizó el recuento de las colonias y se expresó la concentración de microorganismos viables como el número de unidades formadoras de colonia por gramo de ricotta (UFC/g). Se sembraron tres diluciones por duplicado (6 determinaciones) para cada tratamiento, medio de cultivo, tiempo de almacenamiento y elaboración (n=12).

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un ensayo en bloques al azar, siendo los bloques las elaboraciones. Los factores fueron la mezcla de materia prima empleada (100%L; 50%S-50%L y 30%L-70%S) y el tiempo de almacenamiento (0, 4 y 7 días). Se realizó un análisis de varianza y las medias se compararon en un test de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0,05$. Se empleó el paquete estadístico INFOSTAT.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA

Inicialmente se llevó a cabo el análisis de las materias primas, a fin de conocer la calidad y composición de las mismas, y poder, a su vez, relacionarla con la calidad de ricotta obtenida. La leche entera, presentó un 11,79% de sólidos totales, una densidad de 1,03 g/ml, un contenido proteico del 3% y un 3,65% de materia grasa (**Tabla 4.1**). Estos valores se encuentran en todos los casos dentro de los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino (**CAA, 1969**) para leche entera. Otro parámetro de interés en la evaluación de la leche entera, es la acidez, la misma se refiere al contenido de ácido láctico que presenta la leche, se expresa en °D (1 °D equivale a 0,01% de ácido láctico). La acidificación espontánea de la leche cruda a temperatura ambiente es un fenómeno muy común, el proceso es muy lento al comienzo, pero aumenta exponencialmente con el tiempo, dependiendo de la temperatura a la cual se encuentra la leche (**Alais, 1985**). El ácido láctico proviene de la degradación de la lactosa. La leche para poder ser consumida debe presentar una acidez de entre 14 y 18 °D (**CAA, 1969**). En el caso de la leche utilizada para las elaboraciones en este trabajo la acidez se ubicó en valores normales (16°D).

El suero de queso mostró un 6,96% de sólidos totales, un contenido proteico de 0,96% y un 1,33% de materia grasa. En cuanto a la acidez, la misma fue de 21 °D y el pH 5,41. Sin embargo, como etapa inicial en la elaboración, se realizó la neutralización del suero con el agregado de hidróxido de sodio (hasta obtener un pH de 8,2). Esta es una práctica comúnmente realizada en la industria.

Las mezclas (50%L–50%S y 30%L–70%S) mostraron valores intermedios entre la leche entera y el suero, en cuanto a materia grasa y proteína. El pH de las mezclas fue cercano a 7, esto fue debido a que el suero utilizado fue previamente neutralizado.

Tabla 4.1. Composición de la leche (L), el suero (S) y las mezclas empleadas (50% L–50% S y 30% L–70% S) para la elaboración de las diferentes ricottas.

	Muestras			
	Leche	50% L - 50% S	30% L - 70% S	Suero
Materia grasa (%)	3,65	2,38	1,90	1,33
Acidez (%)	0,16	0,11	0,08	0,21
pH	6,68	7,03	7,17	5,41
Proteína (%)	3,00	2,11	1,46	0,96
Extracto seco (%)	11,79	8,43	7,24	6,96

4.2. INFLUENCIA DE LA PROPORCIÓN LECHE/SUERO SOBRE LA COMPOSICIÓN, CALIDAD Y ESTABILIDAD DE RICOTTA

4.2.1 Rendimiento

El rendimiento es un parámetro sumamente importante desde el punto de vista industrial, dado que aquella proporción de materia prima que no forma parte del producto final constituye una pérdida, o un subproducto de menor valor.

La **Figura 4.1** muestra el rendimiento porcentual que se obtuvo en cada elaboración de ricotta (1 y 2), y para cada tratamiento. Se puede observar que, a pesar de las variaciones entre elaboraciones (las cuales pueden ser atribuidas a la disparidad de la materia prima, en cuanto a composición, principalmente del suero), la tendencia indica que se obtiene un rendimiento más bajo a medida que se utilizan mayores proporciones de suero de queso y menores proporciones de leche en la elaboración.

El rendimiento osciló entre 16,7% y 9,11%. La ricotta elaborada con un 100% de leche entera, presentó un rendimiento mayor, comparado con los restantes tratamientos,

como se comentó precedentemente. El rendimiento en este caso osciló entre 16,7% y 15,7% para cada elaboración.

La ricotta elaborada con un 50% de leche y 50% de suero, presentó un rendimiento de entre 15,6% y 11,7%; en el caso de la ricotta elaborada con un 30% de leche y un 70% de suero, el rendimiento varió entre 13,4% y 9,1%. El mayor rendimiento de la ricotta elaborada con 100% leche, se atribuye al mayor contenido de proteínas (principalmente caseína), y materia grasa, que contiene la leche en relación al suero, el cual sufrió un primer proceso de extracción de caseína y grasa.

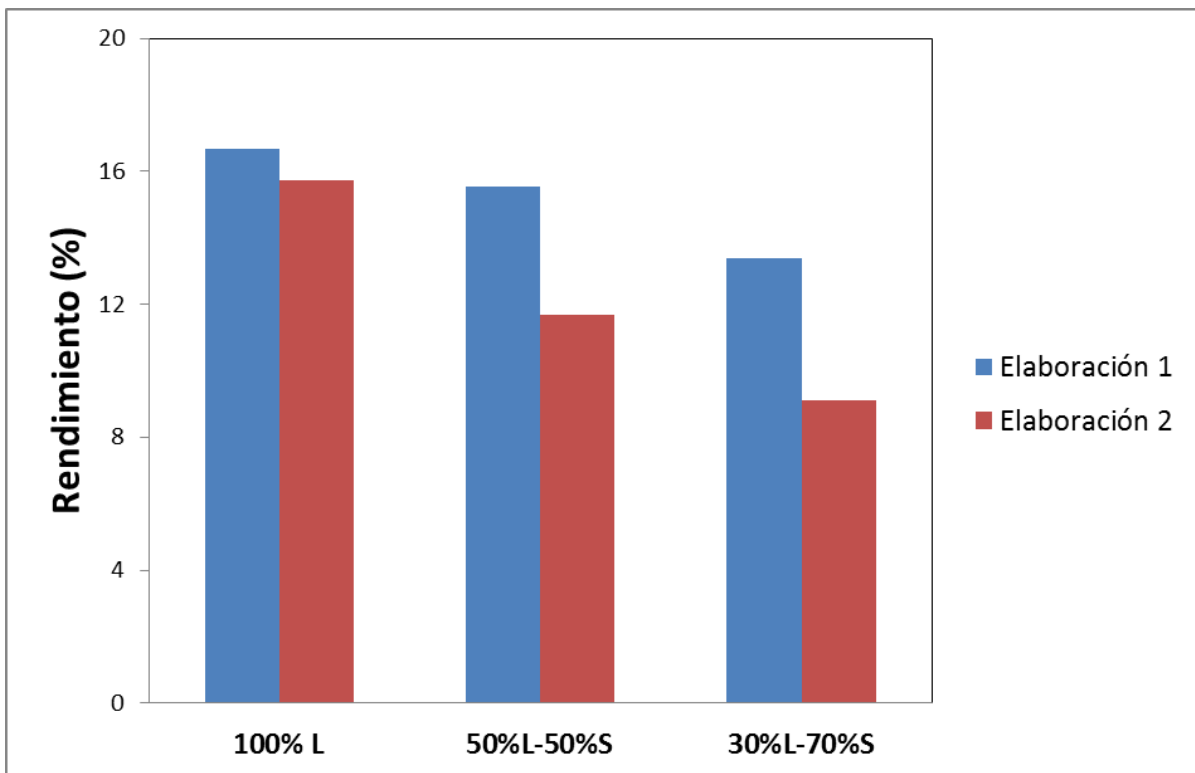


Figura 4.1. Rendimiento de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero.

4.2.2. Proteína y materia grasa

El contenido proteico de la ricotta varió entre 18,9 y 10,7 % (**Figura 4.2**). La ricotta elaborada con 100% leche, presentó un contenido de proteína significativamente mayor que los otros tratamientos.

El contenido de materia grasa de la ricotta presentó valores entre 10,3 y 19,5% (**Figura 4.3**). La ricotta elaborada con 100% leche, resultó poseer un mayor contenido de grasa (19,5%). A medida que la proporción de suero utilizado aumentó, el valor de materia grasa descendió, presentando la ricotta elaborada con 30% de leche y 70% de suero, 10,3% de materia grasa. No se observaron diferencias significativas entre las ricottas elaboradas con 50% leche y 50% suero, y 30% leche y 70% suero.

El mayor contenido de proteína y grasa de la ricotta obtenida a partir de 100% leche, se asoció con el menor contenido de humedad que presentó esta muestra.

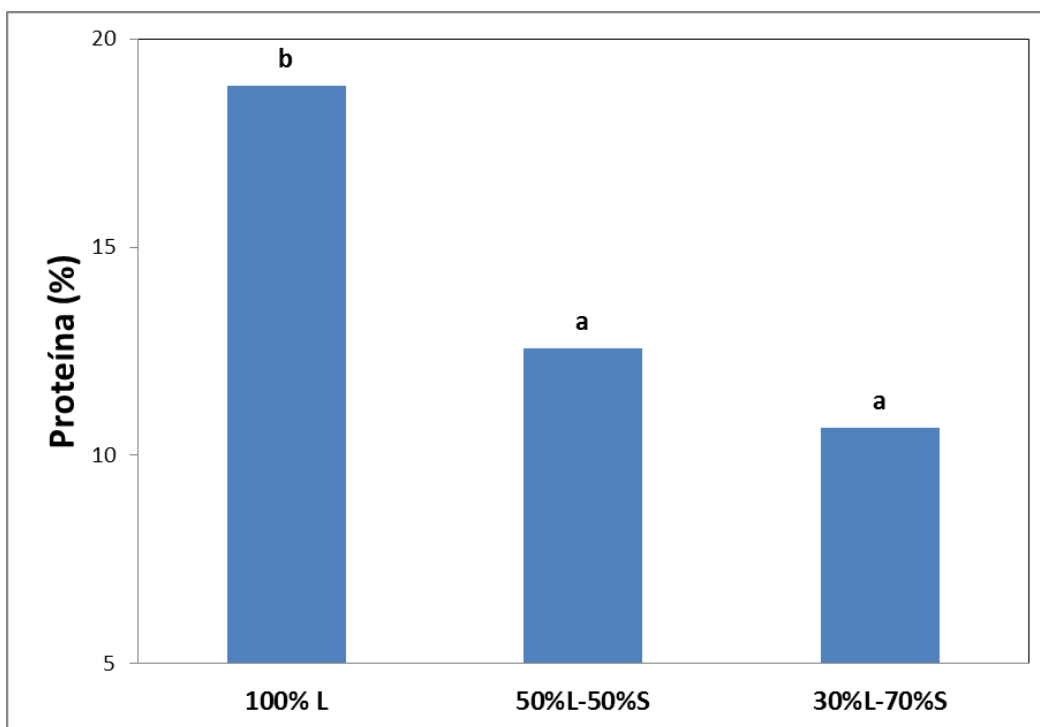


Figura 4.2. Proteína de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero. Las letras distintas indican

diferencias significativas entre tratamientos en un test de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

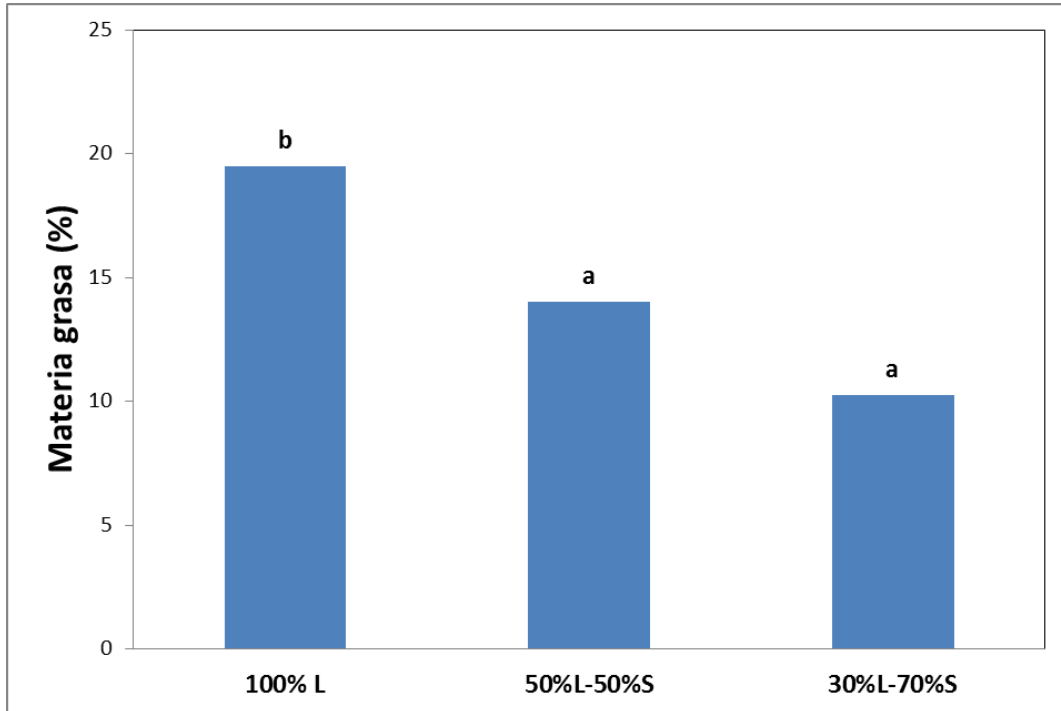


Figura 4.3. Materia grasa de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

4.2.3. Humedad

La humedad de la ricotta presentó valores entre 54 y 72% (**Figura 4.4**). La ricotta elaborada con 100% leche entera, presentó un contenido de agua significativamente menor en relación a las ricottas elaboradas con mezclas de suero y leche, que prácticamente no mostraron diferencias significativas entre sí, y cuya humedad osciló entre 66 y 72%. La menor humedad de la ricotta obtenida a partir de leche entera, podría

asociarse a la formación de coágulos de mayor tamaño durante la acidificación, dado el elevado contenido de caseína que posee la leche entera; a su vez, estos coágulos de gran tamaño permiten un mayor desuerado. Otra razón puede deberse al rendimiento en peso de la cuajada obtenida para cada tratamiento, ya que todas fueron sometidas al mismo tiempo de desuerado, es decir al tener mayor peso la cuajada ejerce mayor presión, el desuerado es más rápido y por ende retira mayor humedad (**Monsalve y González, 2005**). El contenido de humedad no mostró variaciones durante al almacenamiento refrigerado.

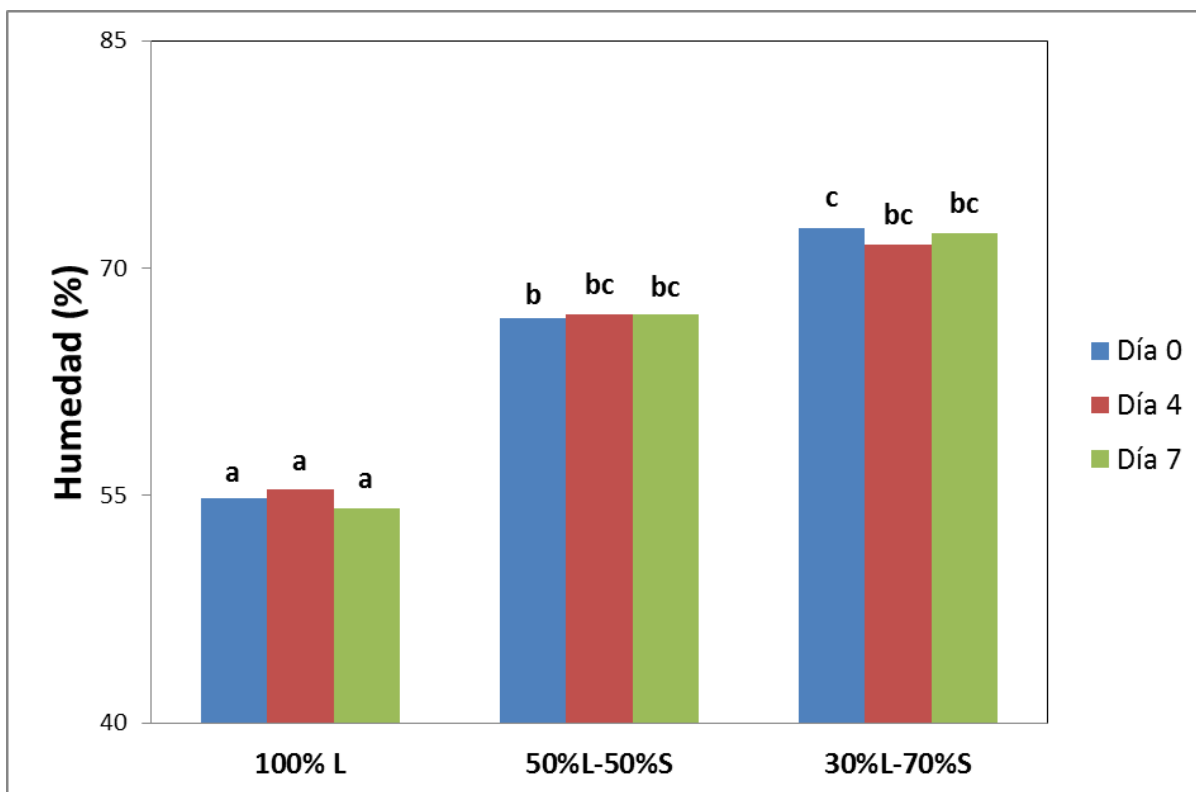


Figura 4.4. Humedad de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

4.2.4. Color y apariencia

La ricotta elaborada con 100% leche entera presentó un color más oscuro (menor L^*) y más amarillo (mayor b^*) (Figura 4.5, 4.6 y 4.7). Por otra parte, las ricottas obtenidas de mezclas de leche entera y suero, presentaron un color más claro, y las diferencias en cuanto a color entre las muestras elaboradas con 50% leche y 50% suero, y con 30% leche y 70% suero, no fueron significativas. Más allá de las mediciones realizadas con el colorímetro, las diferencias se observaron claramente en forma visual. El tono más amarillo de la ricotta elaborada con 100% leche, es esperable por su mayor contenido de grasa, la cual presenta carotenoides (Alais, 1985). El contenido de agua también afecta el color de los quesos. Así cuanto mayor es el contenido de agua más blanca es la apariencia del producto. El color de la ricotta mostró muy poca variación durante el período de almacenamiento. De todos modos se observó una tendencia general hacia un oscurecimiento y tonalidad más amarillenta.

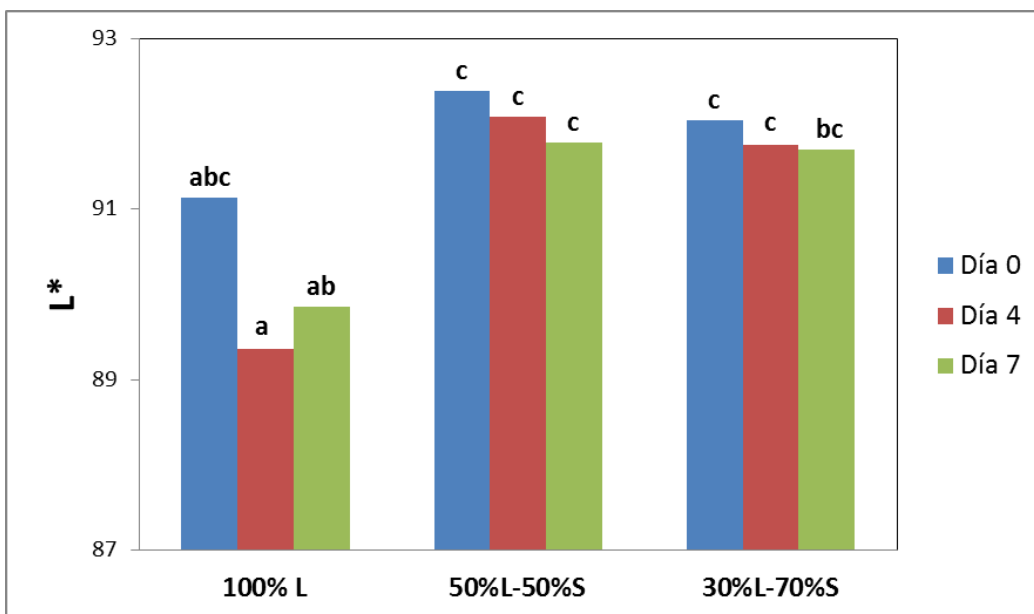


Figura 4.5. Color (L^*) de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

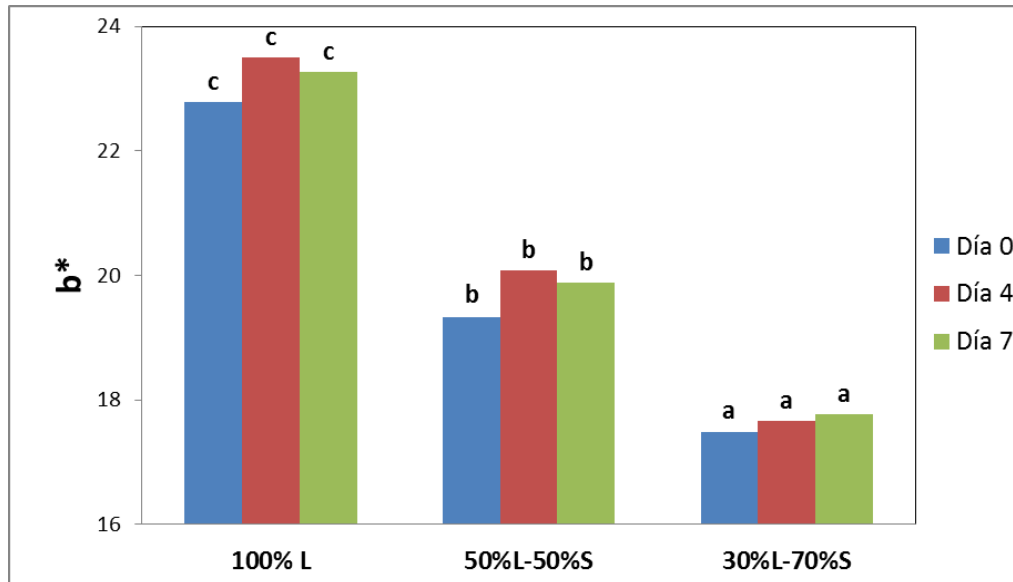


Figura 4.6. Color (b^*) de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

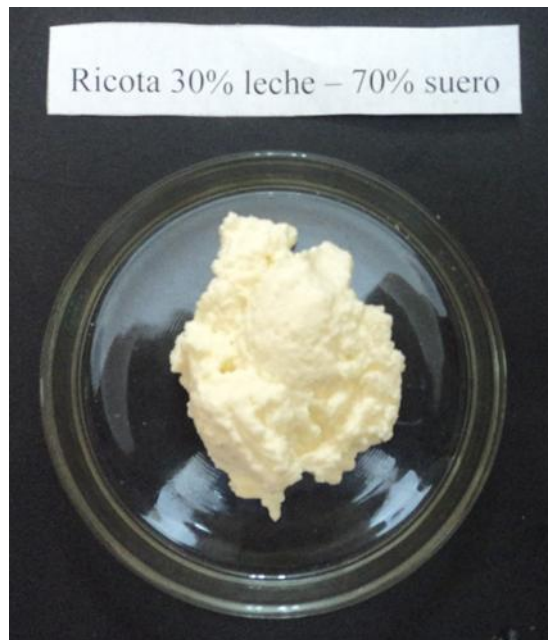
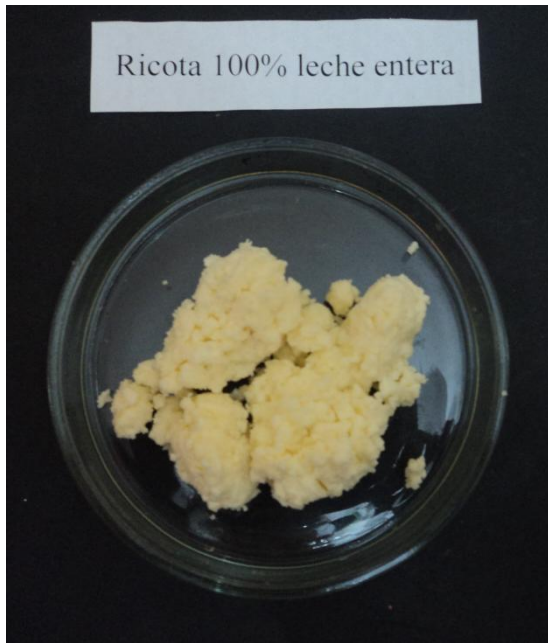


Figura 4.7. Apariencia de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero.

4.2.5. Dureza

La dureza de la ricotta osciló entre 0,704 y 0,028 N (**Figura 4.8.**). La ricotta elaborada a partir de 100% leche arrojó el valor de dureza más alto, siendo significativamente superior a las muestras elaboradas a partir de mezclas de suero y leche, las cuales no presentaron diferencias significativas entre sí. Esta característica mostró asociación inversa con el contenido de agua del producto. Así la ricotta más firme fue la que presentó menor contenido de agua (ricotta de leche). El agua posee un efecto plastificante y esto disminuye la firmeza de los quesos (**Alais, 1985**). Es común observar que los quesos con menor contenido de grasa presentan mayor dureza. Contrariamente, en este trabajo la ricotta magra con menor contenido de grasa fue menos dura que la de leche entera, indicando que el efecto del aumento de agua supera al que podría ocasionarse por la merma en los niveles de lípidos. La ricotta de leche mostró un descenso en la dureza en los primeros 4 días de almacenamiento. Contrariamente los otros dos quesos evaluados no mostraron cambios en la dureza en el período de refrigeración. A pesar de esto aún luego de 7 días la ricotta de leche mantuvo un nivel superior de dureza.

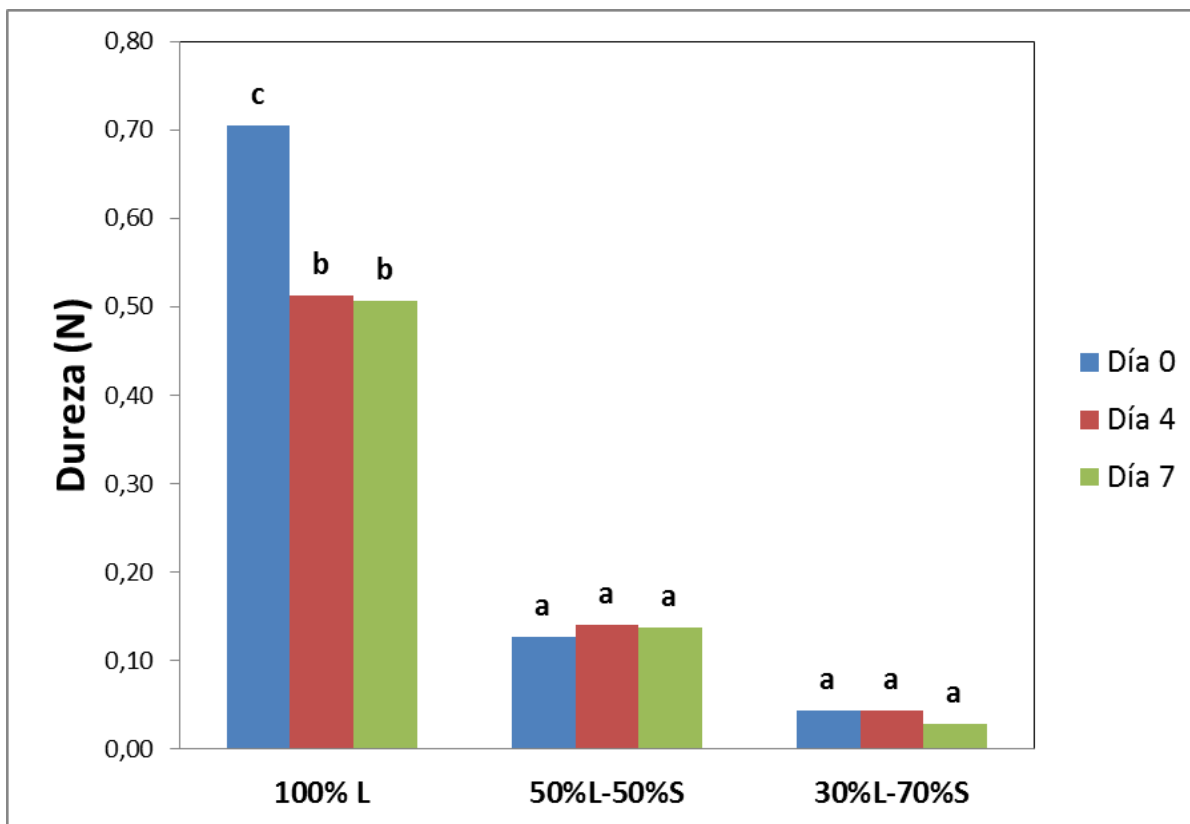


Figura 4.8. Dureza de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

4.2.6. Acidez y pH

La acidez de las ricottas mostró una tendencia al aumento durante el almacenamiento lo que se asoció con un descenso del pH (**Figuras 4.9 y 4.10**). Es de interés mencionar que todas las ricottas mostraron un pH similar (alrededor de 6) antes del almacenamiento, pero la ricotta de leche presentó mayor acidez. Esto puede deberse al mayor contenido de caseína y fosfato asociado en esta ricotta que aporta una mayor poder amortiguador por presencia de grupos dadores de H^+ no disociados.

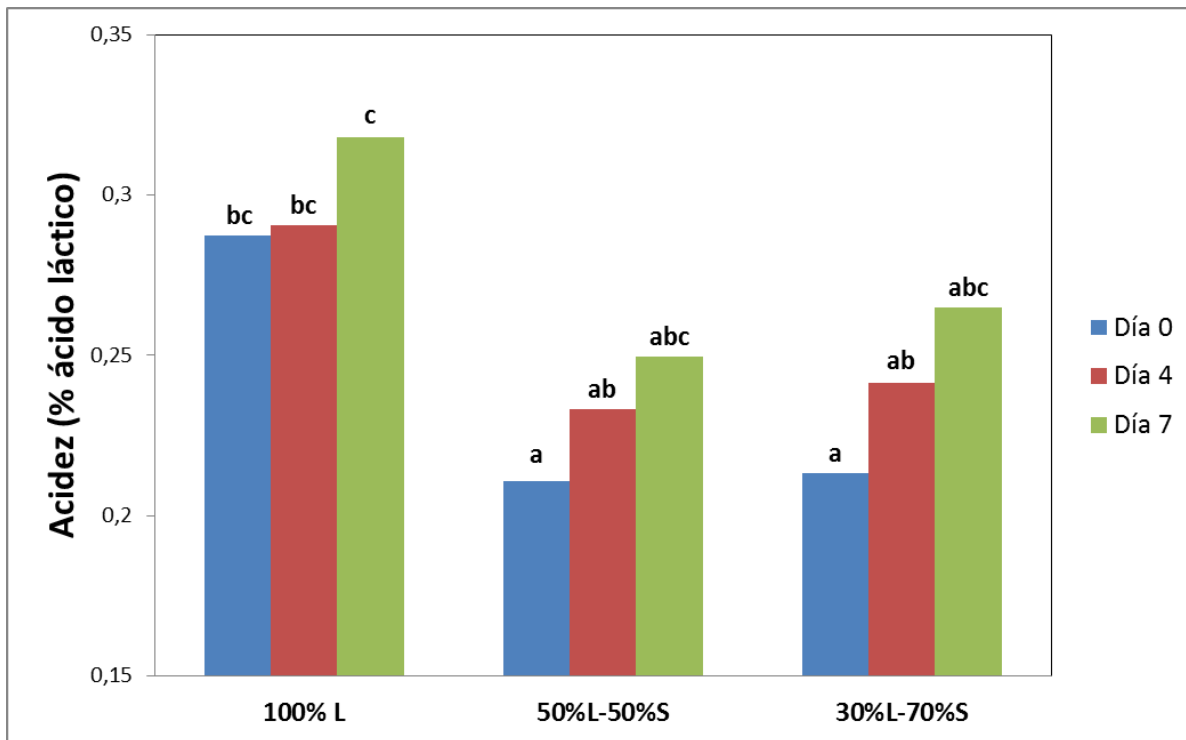


Figura 4.9. Acidez de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

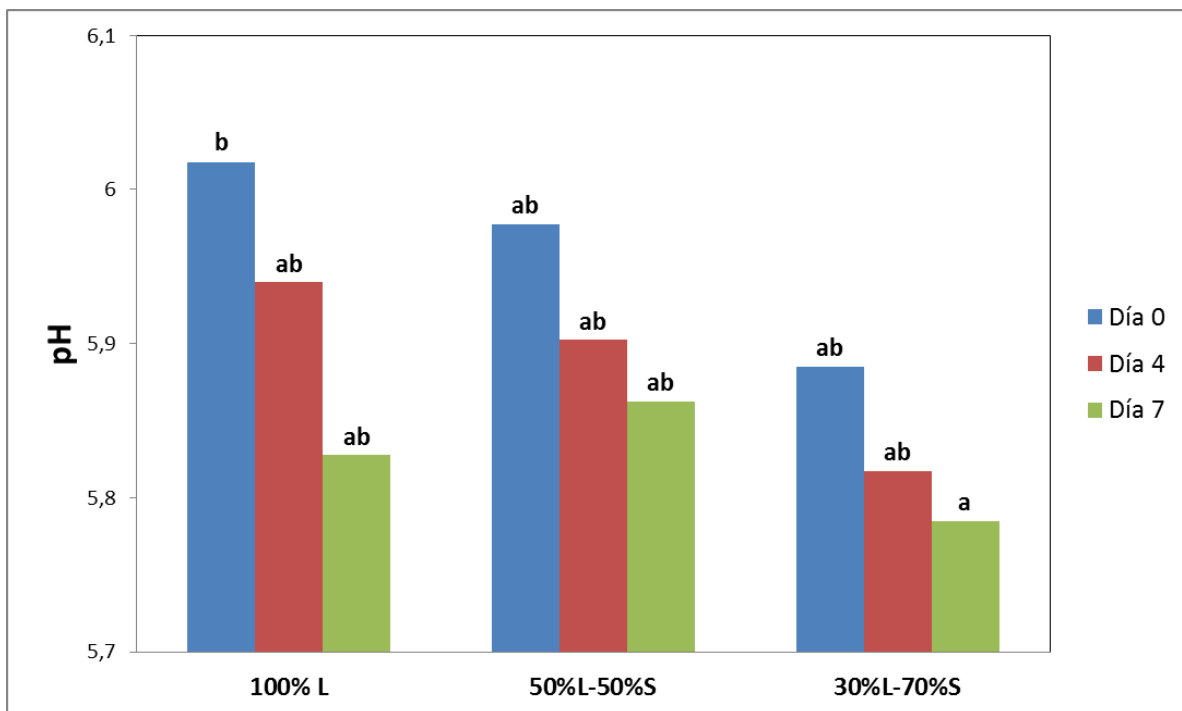


Figura 4.10. pH de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

4.2.7. Aceptabilidad

Se realizó una prueba de aceptabilidad global y por atributos con 41 panelistas no entrenados. Los resultados indicaron que no existe una muestra preferencial (**Figura 4.11.**), se entendería que a pesar de las diferencias entre las ricottas, existe una paleta de consumidores con gustos variables. El único atributo que presentó diferencias significativas entre muestras fue el sabor, donde la muestra elaborada con 50% leche y 50% suero, presentó el mayor puntaje, seguida por la muestra elaborada con 30% leche y 70% suero.

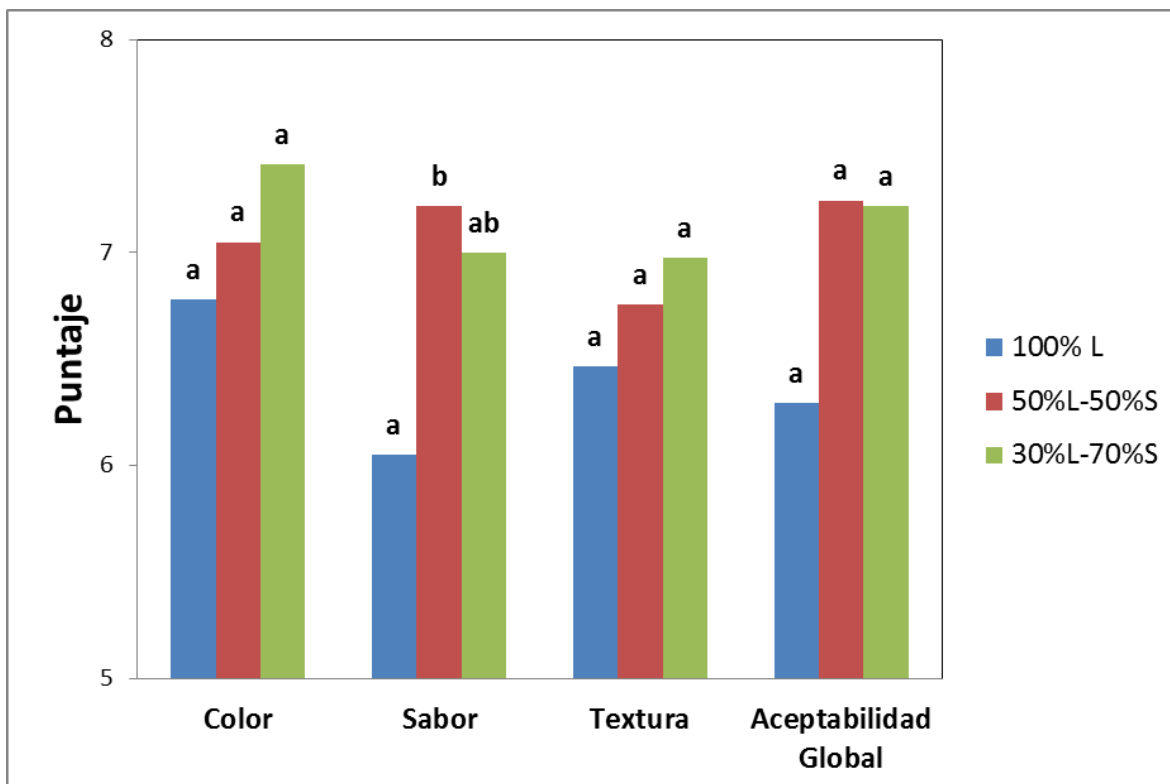


Figura 4.11. Aceptabilidad (color, sabor, textura y aceptabilidad general) de ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

4.2.8. Recuentos de mohos, levaduras y bacterias mesófilas

En los recuentos obtenidos durante los días 0 y 4 no se observó desarrollo microbiano para ninguno de los tratamientos. Esto puede atribuirse a la elevada temperatura alcanzada por la materia prima durante la elaboración (90 °C).

La ausencia de microorganismos evidencia que el producto fue elaborado satisfactoriamente, cumpliendo con las normas de higiene, ya que un alto recuento microbiano en un producto procesado, indica falta de higiene en el proceso y equipos, elevada actividad de agua del producto o fallas en el manejo del producto terminado

(*Monsalve y González, 2005*). A partir del día 7, se observó desarrollo microbiano en ambos medios de cultivo YGC y PCA. Analizando los recuentos y realizando una comparación entre tratamientos, se observa que la ricotta elaborada con 50% leche y 50% suero fue la que presentó mayor desarrollo microbiano, con diferencias significativas en relación a los tratamientos restantes; esta muestra está seguida por la ricotta elaborada a partir de 100% leche entera, y por último se encuentra la ricotta elaborada a partir de 30% suero y 70 % leche; cabe aclarar que entre las últimas dos muestras no se observaron diferencias significativas (**Figura 4.12.**).

Analizando los resultados, se observa un evidente deterioro del producto luego del día 7 de almacenamiento, es decir que se trata de un queso fresco, de corta vida útil y de consumo rápido. Al respecto, *Monsalve y González (2005)* evaluaron la vida útil de ricotta elaborada con 10% de leche y 90% de suero de queso Gouda, y determinaron que a los 15 días de almacenamiento a 4 °C el producto mantenía las características sensoriales que poseía en un comienzo, pero el crecimiento microbiano superaba los rangos normales, estableciendo como vida útil 10 días. Cabe aclarar que en este caso, se le agregó a la ricotta 1,5% de cloruro de sodio, pudiendo esto mejorar la estabilidad del producto, retardando el crecimiento de microorganismos.

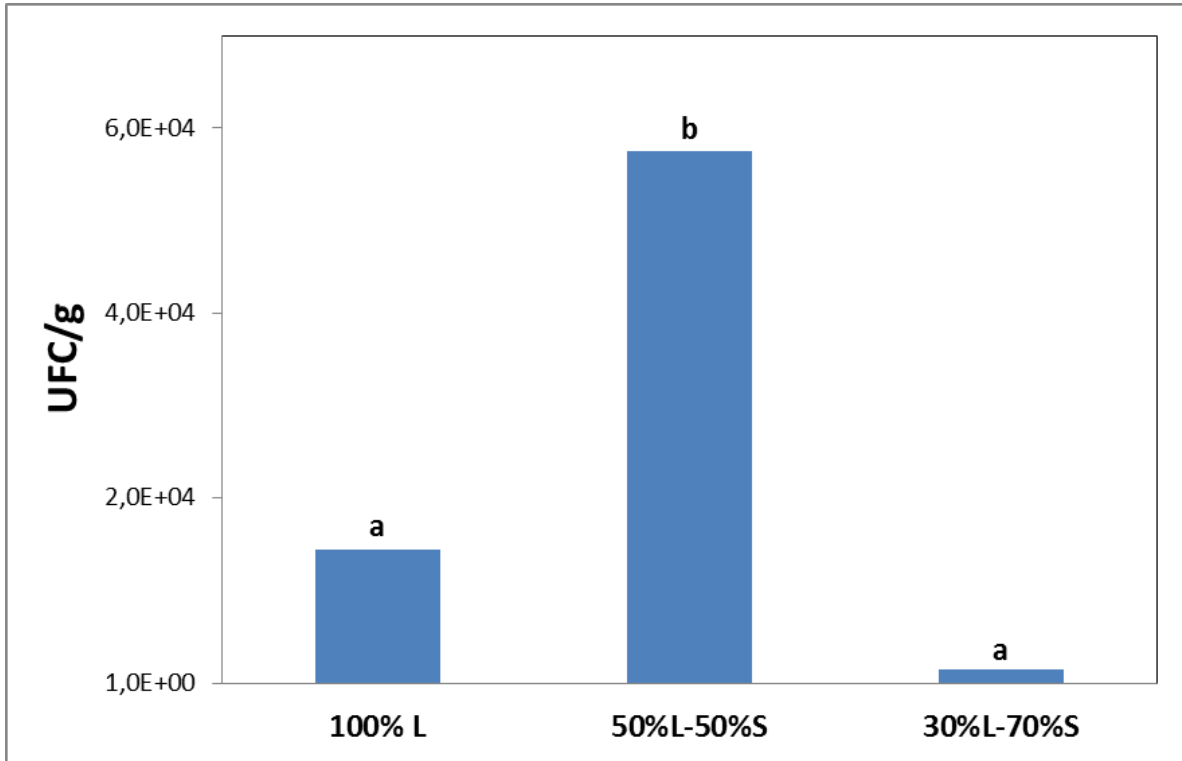


Figura 4.12. Desarrollo de unidades formadoras de colonias (bacterias mesófilas, mohos y levaduras) en ricotta obtenida a partir de 100% de leche entera, 50% de leche entera y 50% de suero y 30% leche entera y 70% de suero, al día 7 de almacenamiento a 4°C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Tukey con un nivel de significancia de $P < 0,05$.

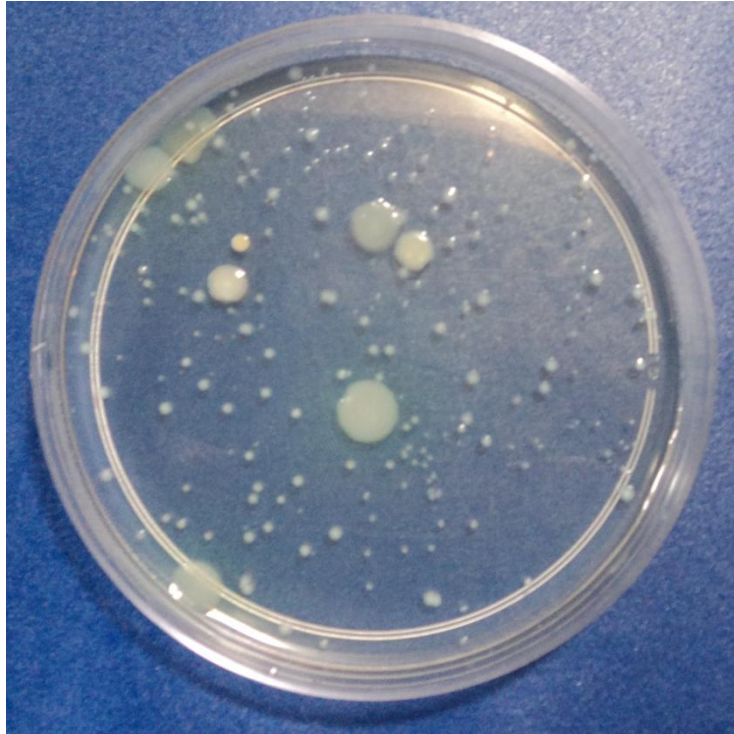


Figura 4.13. Apariencia de colonias microbianas en medio de cultivo PCA.

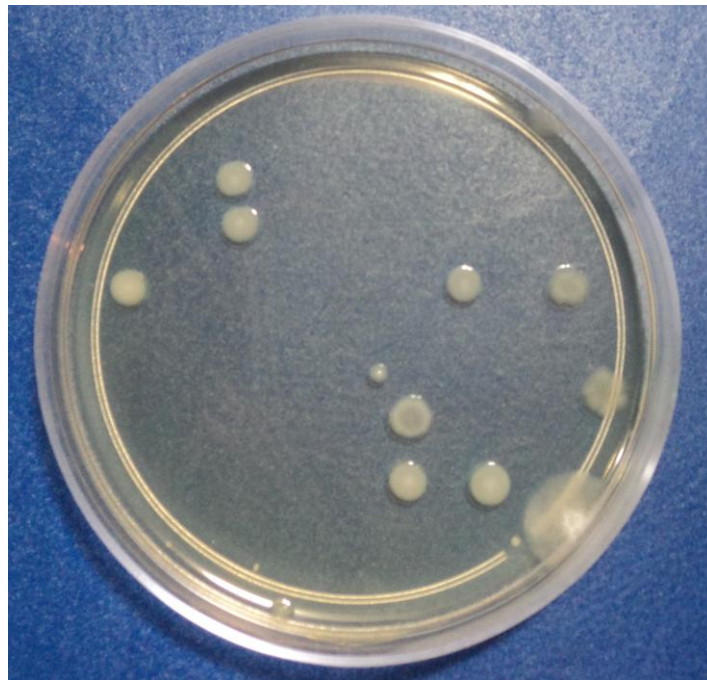


Figura 4.14. Apariencia de colonias de mohos y levaduras en medio de cultivo YGC.

5. CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo muestran que la proporción de suero de queso y leche empleada, posee una marcada influencia en el rendimiento, calidad y estabilidad de la ricotta. La ricotta de leche como es esperable muestra más rendimiento y posee un mayor contenido de grasa y proteína. Por su parte la ricotta elaborada con porcentajes crecientes de suero posee un mayor contenido de humedad. La ricotta de leche fue más ácida, más amarilla y seis veces más dura que la elaborada con proporciones crecientes de suero. Los cambios observados durante el almacenamiento fueron menos pronunciados que los provocados por el tipo de materia prima empleada; exceptuando el desarrollo microbiano, el cual fue aumentó con el almacenamiento, evidenciándose un deterioro del producto luego de 7 días de su elaboración. A pesar de la marcada diferencia entre las muestras en cuanto a composición, y propiedades físicas y químicas, no se encontraron diferencias en la aceptabilidad sensorial, sugiriendo que existen consumidores que prefieren productos con características disímiles.

ANEXO I

Evaluación de aceptabilidad por atributos

Fecha: _____

Nombre: _____

Evaluador N°: _____

Ud. recibirá cuatro (3) muestras de ricotta. Por favor, evalúe, la aceptabilidad de cada atributo. Marque con una cruz la casilla correspondiente. Evalúe todos los atributos de la primera muestra, y luego pase a la siguiente, ubicada a la derecha de la anterior.

Muestra N°: _____

	Me disgusta mucho			Me es indiferente			Me gusta mucho		
Color	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Textura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aceptabilidad general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Muestra N°: _____

	Me disgusta mucho			Me es indiferente			Me gusta mucho		
Color	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Textura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aceptabilidad general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Muestra N°: _____

	Me disgusta mucho			Me es indiferente			Me gusta mucho		
Color	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Textura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aceptabilidad general	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REFERENCIAS

- Alais, C.** 1985. Ciencia de la leche. Editorial Reverté. Capítulo 5.

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

- Azbar, N., Dokgöz, F.T.Ç, Keskin, T., Korkmaz, K.S., Syed, H.M.** 2009. Continuous fermentative hydrogen production from cheese whey wastewater under thermophilic anaerobic conditions. *Int. J. Hydrogen Energy* 34, 7441-7447.

- Badui Dergal, S.** 2006. Química de los Alimentos Pearson Educación, México, 736 pp.

- Berruga, M.I., Jaspe, A., San Jose, C.** 1997. Selection of yeast strains for lactose hydrolysis in dairy effluents. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 40, 119-123.

- 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.

- Casal, E., Montilla, A., Moreno, F.J., Olano, A., Corzo, N.,** 2006. Use of chitosan for Selective removal of b-Lactoglobulin from whey. *J. Dairy Sci.* 89, 1384-1389.

- CAA.** 1969. Código Alimentario Argentino. Capítulo VIII. En: www.anmat.gov.ar. Visitado 2014.

- Cordi, L., Almeida, E.S., Assalin, M.R., Duran, N.** 2007. Intumescimento filamentoso no processo de lodos ativados aplicado ao tratamento de soro de queijo: Caracterização e uso de floculantes para melhorar a sedimentabilidade. *Engenharia Ambiental-Espírito Santo do Pinhal* 4, 26-37.

- Curso de Agroindustrias UNLP,** 2013. Introducción a la quesería. Pág. 6-7.

-**De Wit, J.N.**, 2001. Lecturer's handbook on whey and whey products, First Ed. European Products Association, Brusells: Belgium.

-**Dragone, G., Mussatto, S.I., Oliveira, J.M., Teixeira, J.A.** 2009. Characterisation of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation. Food Chem. 112, 929-935.

-**Ferchichi, M., Crabbe, E., Gil, G. H., Hintz, W., Almadidy, A.**, 2005. Influence of initial pH on hydrogen production from cheese whey. J. Biotechnol. 120, 402-409.

-**Ghaly, A.E., El-Taweel, A.A.** 1997. Kinetic modelling of continuous production of ethanol from cheese whey. Biomass Bioenerg. 12, 461-472.

-**Guía de trabajos prácticos de Agroindustrias de la UNLP, 2014. Elaboración de ricotta.** Pág. 2.

-**Guimarães, P.M.R., Teixeira, J.A., Domingues, L.** 2010. Research review paper: fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey. Biotechnol. Adv. 28, 375-384.

-**Janczukowicz, W., Zieliński, M., Debowski, M.**, 2008. Biodegradability evaluation of dairy effluents originated in selected sections of dairy production. Bioresour. Technol. 99 4199-4205.

-**Kelling K.A., Peterson, A.E.**, 1981. Using Whey on Agricultural Land: a disposal alternative. Cooperative Extension Programs, Univ. of Wisconsin, Madison, Wisconsin. Serial No. A3098.2012.

-**Lay, J.J., Lee, Y.J., Noike, T.**, 1999. Feasibility of biological hydrogen production from organic fraction of municipal solid waste. Water Res. 33, 2579-2586.

- Minhalma, M., Magueijo, V., Queiroz, D.P., Pinho, M.N., 2007.** Optimization of “Serpa” cheese whey nanofiltration for effluent minimization and by-products recovery. *J. Environ. Manag.* 82, 200-206.
- Misún, D., Curda, L., Jelen, P. 2008.** Batch and continuous hydrolysis of ovine whey proteins. *Small Rum. Res.* 79, 51-56.
- Monsalve, J., González, D. 2005** Elaboration of a ricotta type cheese from whey and flowing milk. *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. *Latte-milano,* 27, 154-167.
- Ozmihci, S., Kargi, F., 2007.** Ethanol fermentation of cheese whey powder solution by repeated fed-batch operation. *Enzyme Microb. Technol.* 41, 169-174.
- Pavlostathis, S.G., Giraldo-Gomez, E. 1991.** Kinetics of anaerobic treatment. *Water Sci. Technol.* 24, 35-59.
- Pizzillo, M., Claps, S., Cifuni, S.F., Fedele, V., Rubino, R. 2005.** Effect of goat breed on the sensory, chemical and nutritional characteristics of ricotta cheese. *Liv. Prod.Sci.* 94, 33–40.
- Prazeres, A.R., Carvalho, F., Rivas, J. 2012.** Cheese whey management: A review. *J. Env. Manag.* 110, 48-68.

- Rachinski, S., Carubelli, A., Mangoni, A.P., Mangrich, A.S.** 2010. Revisão: Pilhas de combustíveis microbianas utilizadas na produção de eletricidade a partir de rejeitos orgânicos: uma perspectiva de futuro. *Quim. Nova* 33, 1773-1778.
- Robbins, C.W., Lehrs, G.A.** 1998. Cheese whey as a soil conditioner. In:Wallace, A.,Terry, R.E. (Eds.), *Handbook of Soil Conditioners: Substances that Enhance the Physical Properties of Soil*. Marcel Dekker Inc., New York, United States of America, pp. 167-186.
- Rogosa, M., Browne, H.H., Whittier, E.O.** 1947. Ethyl alcohol from whey. *J. Dairy Sci.* 30, 263-269.
- Rosales-Colunga, L.M., Razo-Flores, E., Ordoñez, L.G., Alatraste-Mondragón, F., León-Rodríguez, A.** 2010. Hydrogen production by *Escherichia coli* DhycA DlacI using cheese whey as substrate. *Int. J. Hydrogen Energy* 35, 491-499.
- Saddoud, A., Hassaïri, I., Sayadi, S.** 2007. Anaerobic membrane reactor with phase separation for the treatment of cheese whey. *Bioresour. Technol.* 98, 2102-2108.
- Sharrat, W.J., Peterson, A.E., Calbert, H.E.** 1959. Research-article: whey as a source of plants nutrients and its effects on the soil. *J. Dairy Sci.* 42, 1126-1131.
- Siso, M.I.G.** 1996. The biotechnological utilization of cheese whey: a review. *Bioresour.Technol.* 57, 1-11.
- Souza, R.R., Bergamasco, R., Costa, S.C., Feng, X., Faria, S.H.B., Gimenes, M.L.** 2010. Recovery and purification of lactose from whey. *Chem. Eng. Process.* 49, 1137-1143.

- Tango, M.S.A., Ghaly, A.E.** 1999. Effect of temperature on lactic acid production from cheese whey using *Lactobacillus helveticus* under batch conditions. *Biomass Bioenerg.* 16 (1), 61-78.
- Vasala, A., Panula, J., Neubauer, P.** 2005. Efficient lactic acid production from high salt containing dairy by-products by *Lactobacillus salivarius* ssp. *salicinius* with pre-treatment by proteolytic microorganisms. *J. Biotechnol.* 117, 421-431.
- Vidal, G., Carvalho, A., Méndez, R., Lema, J.M.** 2000. Influence of the content in fats and proteins on the anaerobic biodegradability of dairy wastewaters. *Bioresour. Technol.* 74, 231-239.
- Wildenauer, F.X., Winter, J.** 1985. Anaerobic digestion of high-strength acidic whey in a pH-controlled up-flow fixed film loop reactor. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 22, 367-372.
- Yorgun, M.S., Balcioglu, I.A., Saygin, O.** 2008. Performance comparison of ultrafiltration, nanofiltration and reverse osmosis on whey treatment. *Desalination* 229, 204-216.