



**“Evaluación de la estabilidad y las características físico-químicas de la ricota, según el precipitante utilizado y su método de conservación”**

**Fava, Miguel**

**Director:** Ing. Agr. Miceli, Elisa C.

**Lugar de Trabajo:**



## INDICE GENERAL

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
1.1 La leche y su importancia .....	7
1.2 Breve reseña histórica de los comienzos de la lechería en la ARGENTINA.....	10
1.3 Elaboración de productos lácteos: los quesos.....	13
1.4 Ricota generalidades y aspectos de conservación.....	14
<b>2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b>	<b>18</b>
2.1 Generales.....	19
2.2 Específicos.....	19
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>20</b>
3.1 Análisis de la materia prima.....	21
3.2 Elaboración de ricota con diferentes coagulantes.....	21
3.3 Determinaciones analíticas en la ricota.....	25
<b>4. RESULTADOS y DISCUSIÓN</b>	<b>28</b>
4.1 Caracterización de la materia prima.....	29
4.2 Caracterización de la ricota obtenida con HAc y CaCl <sub>2</sub> .....	29
4.2.1 Rendimiento.....	29
4.2.2 Extracto seco total y recuperación de sólidos de la leche..	30

4.2.3 Proteína.....	30
4.2.4 pH.....	31
4.2.5 Estabilidad.....	31
5. CONCLUSIONES	33
6. BIBLIOGRAFÍA	34

## **ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS**

### **I. TABLAS**

**Tabla 1:** Fracción nitrogenada de la leche (según Alais, 1985)

**Tabla 2:** Comparación entre la composición de la ricota y la leche fluida (USDA, 2012).

**Tabla 3.** *Materia grasa, pH, acidez, proteínas, densidad y sólidos totales de leche utilizada para la elaboración de ricota entera.*

**Tabla 4:** *Rendimiento de ricota elaborada con cloruro de calcio y ácido acético. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de ( $\alpha=0,05$ ).*

**Tabla 5:** *Extracto seco de ricota elaborada con cloruro de calcio y ácido acético conservadas a 4 ° C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de ( $\alpha=0,05$ ).*

**Tabla 6:** *Proteína de ricota elaborada con cloruro de calcio y ácido acético. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de ( $\alpha=0,05$ ).*

**Tabla 7:** *pH de ricota elaborada con cloruro de calcio y ácido acético. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de ( $\alpha=0,05$ ).*

**Tabla 8:** *Estabilidad de ricota elaborada con cloruro de calcio y ácido acético y almacenada a 4 o -18 °C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de ( $\alpha=0,05$ ).*

## **II. FIGURAS**

**Figura 1:** *Paila utilizada en la elaboración*

**Figura 2.** *Movimiento para lograr calentamiento homogéneo de la leche*

**Figura 3.** *Control de la temperatura*

**Figura 4.** *Agregado del agente precipitante*

**Figura 5.** *Precipitación de ricota*

**Figura 6.** *Extracción de ricota de la paila*

**Figura 7.** *Desuerado de la ricota*

**Figura 8.** *Muestras de ricota de 200 gramos*

**Figura 9.** *Balanza utilizada para pesada de muestras*

**Figura 10.** *Muestras colocadas en estufa a temperatura de 105 °C*

# 1- Introducción



## **1.1 La leche y su importancia**

La leche, se entiende al producto obtenido por el ordeño total e ininterrumpido, en condiciones de higiene, de la vaca lechera en buen estado de salud y alimentación, provenientes de tambos inscriptos y habilitados por la autoridad Sanitaria y Bromatológica Jurisdiccional y sin aditivos (Código Alimentario Argentino, 1969). La función primaria de la leche es nutrir y facilitar protección inmunológica a los mamíferos jóvenes, pero también ha sido una fuente de alimentación para el hombre quien ha desarrollado la especialización productiva de varias especies. Ya sea en forma fresca o procesada la leche es uno de los alimentos más completos para el ser humano, por sus incomparables características nutricionales. Contiene proteínas de alto valor biológico, diversas vitaminas y minerales imprescindibles para la nutrición humana, y es la fuente por excelencia del calcio dietario, conteniendo también potasio, vitamina D, fósforo y magnesio. Su consumo presenta una estrecha relación con la prevención y tratamiento de diversas patologías metabólicas, como las denominadas enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), como obesidad, hipertensión arterial, diabetes, dislipemias, síndrome metabólico y osteoporosis, así como algunas formas de cánceres como el de colon y el de mama. Es adecuada para lograr una buena rehidratación y reposición de los depósitos musculares de proteína luego de realizar actividades deportivas y contribuyen a la prevención de caries. Por último es adecuada para la vehiculización de nutrientes como vitaminas, minerales, ácidos grasos, fibras, lo que los convierte en un grupo de alimentos importantes para los procesos de fortificación (FEPALE, 2011). Datos de la FAO (2001), hablan de que éste producto cubre más del 20 % de las necesidades energéticas, 25 % de las proteínas y del 50 % del calcio de la población en países desarrollados.

Los macrocomponentes de la leche se pueden dividir en tres grandes grupos: agua, sólidos grasos y sólidos no grasos (Escobar, 1980). La leche de vaca está compuesta básicamente por agua (87-88%), proteínas (3,3%), grasa (3,4%), lactosa (4,8 %), minerales (Ca, Na, P, K, Mg, Cl), vitaminas (A, B, D, E.). Estos valores son promedios pero es

importante mencionar que la concentración de los diferentes componentes lácteos puede variar dependiendo de la raza, animal, momento de lactancia, alimentación, etc. (Callanan, 1991). Así por ejemplo, la cantidad de grasa que puede contener la leche varía, según la raza de bovinos y su estado de nutrición, entre el 2,8 y el 5%.

La fracción nitrogenada de la leche está compuesta por dos grandes grupos: las proteínas verdaderas y el nitrógeno no proteico. Es importante aclarar que en nuestro país, tanto los sistemas de calificación de la leche para su pago como los resultados del control lechero, informan el valor de la fracción nitrogenada (proteínas + nitrógeno no proteico) como proteína total (nitrógeno total por 6,38).

**Tabla 1.** Fracción nitrogenada de la leche (según Alais, 1985)

	Promedio (g/kg)	Valor relativo (%)
<b>Fracción Nitrogenada</b>	32	<b>100</b>
<b>Proteínas</b>		
A. Caseína isoelectrica	25	<b>78</b> <b>100</b>
a. Alfa s1	9	36
b. Alfa s2	2.5	10
c. Beta	8.5	34
d. Kapa	3.2	13
e. Gama 1,2,3	1.75	7
B. Proteínas lactosuero	5.4	<b>17</b> <b>100</b>
B1. Albúminas		
a. Beta lactoglobulina	2.7	50
b. Alfa-lactoalbúmina	1.2	22
c. Suero-albúmina	0.25	5
B2. Globulinas Inmunes	0.65	12
B3. Proteosa-petona	0.6	10
<b>Nitrógeno no proteico</b>	1.6	<b>5</b>



La proteína verdadera representa alrededor del 95% de la fracción nitrogenada. Las proteínas más importantes de la leche son las caseínas. En leches producidas por vacas sanas (fundamentalmente sin mastitis) las caseínas representan el 80% de las proteínas verdaderas, valor relativamente constante a lo largo de la lactancia y entre razas lecheras.

La grasa es un componente de la leche con características bastantes complejas. Sirve como medio de transporte a las vitaminas liposolubles (A, D, E y K). Se encuentra en la leche en la forma de glóbulos (2-10  $\mu\text{m}$ ) recubiertos con una película lipoproteica. Está formada por triglicéridos (95-98%) en los que predominan los ácidos grasos (AG) saturados (60 – 70 %) y mono-insaturados (25-30%). Los AG poli-insaturados representan sólo el 2 a 5% del total dentro de los cuales prevalece el linoleico (Veisseyre 1988).

Una particularidad de la grasa láctea es la presencia de AG de cadena corta (4-10 C, butírico, caproico, cáprico y caprílico) en comparación con las grasas vegetales más comunes (aceite de girasol y soja). Estos AG tienen además relación directa con el sabor de la leche (Revilla, 1985). La membrana que recubre al glóbulo está formada por fosfolípidos, lecitina (que tiene un gran poder emulsionante), glucolípidos, parte del colesterol total contenido en el glóbulo, lipoproteínas, carotenos y vitamina A.

La lactosa es el carbohidrato más importante de la leche. Constituye la mitad de los sólidos no grasos. Posee importancia en la elaboración de quesos y leches fermentadas por ser el principal sustrato para los fermentos lácticos (Revilla, 1985).

La producción total de leche a nivel mundial (Datos de FAO (2012)) correspondiente al año 2011 fue de 730.1 millones de toneladas, lo que representó un crecimiento del 2.31 % con respecto al año precedente. La producción de los cinco principales países exportadores que producen el 40 % de la leche mundial y contribuyen con el 80 % de las exportaciones se mantiene relativamente igual respecto a los niveles del año anterior. La producción y las diferentes formas de consumo de la leche son afectadas por factores como el transporte y acopio, la industrialización, la investigación de nuevas tecnologías productivas, la regulación de precios, las redes de distribución, la demanda y la oferta. (BCIE, 1990). Sus

características microbiológicas y químicas le permiten ser procesada de muchas maneras pudiendo obtenerse diversos productos como por ejemplo: quesos de distintos tipos, dulce de leche, leche en polvo, leche descremada, leche condensada, yogures, etc.

## **1.2. Breve reseña de los comienzos de la lechería en la Argentina**

La historia de la lechería “comercial” en Argentina se inicia alrededor del año 1886, dónde se comienzan a armar los primeros tambos a partir de pequeños productores ganaderos de los alrededores de la ciudad de Buenos Aires interesados en abastecer las primeras fábricas de manteca. En 1890 se instalan las primeras fábricas a vapor para elaboración de manteca y entre 1895 y 1900 se construyen los primeros frigoríficos para exportación de manteca, dando inicio a lo que puede considerarse el nacimiento de la verdadera industria lechera láctea. En esos tiempos el resto del país no tenía desarrollada la producción lechera, salvo una pequeña cuenca en los alrededores de Rosario, destinada a surtir de leche fluida a dicha ciudad. De 1903 a 1939, abierto el mercado de Londres para la manteca Argentina, comienza el interés de capitalistas para invertir en la industria láctea y, sumado al advenimiento del ferrocarril y el denominado “tren lechero”, las cuencas del interior comienzan a desarrollarse con mayor impulso, enviando la leche producida hacia las usinas centrales de la Ciudad de Buenos Aires. Éste sistema continuó expandiéndose y tuvo su apogeo desde inicio de los años `40 hasta mediados de los `60. (Mancuso 2008).

En éste período, la producción y exportación de caseína, subproducto de la industria mantequera, también fue creciendo en importancia, teniendo su apogeo en la década del `50, donde el 50% del comercio mundial de caseína de leche era cubierto por la Argentina. En éste contexto, se fueron desarrollando dos grandes “Cuencas lecheras”: la “Cuenca de Abasto” de leche fresca para consumo en la ciudad de Buenos Aires y la “Cuenca de industria”, especializada en manteca, caseína y quesos. La primera abarcaba las áreas rurales que rodeaban al casco urbano de Buenos Aires desde el noroeste y hasta el sur, contra el Río de la Plata, en tanto la segunda se ubicaba en áreas más alejadas, como una opción a la invernada y sobre suelos menos aptos para la agricultura: centro–oeste y sur de

Santa Fe, centro – este de Córdoba, noroeste de Buenos Aires y sur de Entre Ríos. (INTA, 2007).

La historia cercana de la lechería argentina muestra un período de crecimiento “lento” en su producción: un 2 % anual promedio durante las décadas del ´70 (4500 millones de litros/año) y ´80 (6.000 millones de litros/año). Esquema muy ligado a la necesidad de cubrir las necesidades del consumo interno, sin espíritu exportador definido y con recurrentes ciclos estacionales e inter-anales en la producción de leche, vinculados a factores climáticos y a los precios recibidos por el productor. El sistema abarcaba alrededor de 4000 tambos, cuya alimentación se basaba en el aprovechamiento de pasturas naturales e implantadas y en un alto porcentaje de verdeos invernales, donde el forraje conservado por excelencia era el heno.

A partir de los años ´90 se produce en Argentina un cambio importante en las relaciones de precios, con un esquema económico de “Convertibilidad”, basado en la relación “1 peso: 1 dólar” y con una mejora relativa en cuanto al precio de la leche en relación a los principales insumos necesarios para producirla, especialmente el grano de maíz. Sumado a esto, un aumento sostenido en la demanda interna provocó un incremento sin precedentes en las importaciones lácteas argentinas (alcanzó el 13% de la producción en 1992). Esto estimuló a invertir en el sector, generando un crecimiento notable en la producción láctea (72%) en solamente diez años. Así, se llega en 1999 a la producción récord de 10.329 millones de litros anuales, en un marco de lento crecimiento en la cantidad de vacas de tambo (2,2 millones) y una importante caída en el número de tambos (alrededor de 22.000 tambos). Por su parte la industria láctea realizó una importante inversión, fundamentalmente en plantas de secado de leche, en función de la perspectiva de incremento en las exportaciones de lácteos, con Brasil como destino principal. Sin embargo, la devaluación de la moneda de dicho país hacia fines de 1999 retrajo las exportaciones de productos lácteos y afectó los precios en el mercado interno, con repercusión negativa sobre el productor local. Este hecho, sumado a condiciones climáticas adversas en gran parte de las cuencas lecheras, originó una crisis sin precedentes para el sector, que tuvo su mayor

expresión a comienzo del 2002, al producirse la salida de la convertibilidad monetaria en Argentina.

La importante caída de los precios recreó el comportamiento cíclico de la lechería argentina de las décadas anteriores, potenciada por la importante depresión que experimentó el consumo interno en nuestro país.

Así, la producción cayó abruptamente, alcanzando un volumen apenas superior a los 8.000 millones de litros en el año 2002. Fue un período nefasto para la lechería argentina, donde alrededor de 7000 tamberos dejaron la actividad y la gran mayoría de los establecimientos que continuaron lo hicieron liquidando parte de su rodeo de tambo, disminuyendo o incluso eliminando la suplementación con concentrados.

A partir de mediados de 2003, la situación comienza a cambiar, apoyada en el aumento del consumo interno y en un salto de las exportaciones de productos lácteos, mejora la relación de precios entre la leche cruda y los concentrados, al tiempo que se vuelve más competitiva la rentabilidad de la lechería frente a la agricultura. Se produjo así un importante crecimiento de la producción, superando los 9.800 millones de litros en el año 2005 (24% de incremento en relación al 2003), en un contexto de continua disminución en el número de tambos, aunque a una tasa menos marcada que en los años anteriores (4% anual en el período 2003-2005). Esto se dio en un contexto de intensificación en los sistemas de producción, con cambios en las prácticas de manejo y en la escala de los rodeos, que redundó en un constante aumento de la entrega diaria por tambo. (INTA, 2007).

Según datos oficiales en marzo de 2012 existían en la Argentina un total de 3.449.087 bovinos de leche distribuidos en 11.049 tambos que se concentran mayoritariamente en las provincias de Santa Fe, Córdoba y Buenos Aires (SENASA, 2012).

En la actualidad la cadena láctea conforma uno de los complejos agroalimentarios más importantes y dinámicos dentro de la economía Argentina, siendo considerada como uno de los principales por su distribución territorial y generación de empleo, lo cual lo constituye en un motor fundamental para las economías regionales y donde conviven grandes, medianas y pequeñas empresas de producción primaria e industrial.

Estimaciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA), mencionan que en el año 2007 la producción se retrajo un 11% en relación a dicho período, debido especialmente a serios problemas climáticos en las principales cuencas lecheras de Santa Fe y Córdoba.

En relación al sector industrial nacional, las 15 principales empresas que presentan la mayor capacidad de recibo procesan 18 millones de litros y son las principales responsables del crecimiento exportador de los últimos años. Los litros restantes son elaborados por pequeñas y medianas industrias (PYMES) del sector que tienen como destino casi excluyente el mercado interno. Del total de litros procesados, alrededor del 66% son destinados a elaborar quesos y leche en polvo. (Terán J.C. 2007).

### **1.3. Elaboración de productos lácteos: los quesos**

Argentina exhibe una larga tradición en el consumo de productos lácteos y niveles de ingesta por habitante comparables con los de países desarrollados. Como dato de referencia puede citarse que en 2011, con un nivel anual estimado en 210 litros per cápita, el consumo nacional duplica al promedio mundial, triplica al de los países en desarrollo y equivale aproximadamente al 80% de la ingesta promedio de las naciones desarrolladas.

La producción en 2006 fue de aproximadamente 3,2 millones de toneladas, donde se incluyen todos los productos elaborados por las plantas lácteas del país. En los últimos años la elaboración evolucionó de forma muy variable acompañando la oferta de leche cruda y la demanda interna, ésta última afectada por las diversas crisis económicas. A partir de 2003 se registra un incremento significativo en la elaboración de productos lácteos, originado tanto por aumento en la demanda interna (mejora en los salarios) como externa (altos precios internacionales de la leche en polvo). Más allá de algunas oscilaciones, la producción primaria y la industrial exhibieron una tendencia creciente en los últimos años. Las leches fluidas (53% respecto de las toneladas totales elaboradas), los yogures (16%), los quesos (15%) y las leches en polvo (7%) constituyen, tradicionalmente, los principales productos lácteos.

La Argentina ocupa un lugar de privilegio en el ámbito internacional en lo que respecta a la producción de quesos, ubicándose hoy como el séptimo productor mundial de este producto (INTI, 2012). El 50% de la producción de leche industrializada se destina a la actividad quesera. El queso se define como el producto fresco o madurado obtenido por coagulación de la leche entera u otros productos lácteos como nata, leche desnatada (total o parcialmente), suero de mantequilla o de una mezcla de cualquiera de ellos, y su posterior separación del suero”.

Pueden clasificarse de acuerdo al contenido en materia grasa del extracto seco de la pasta en:

- Doble Crema: cuando contengan no menos de 60.0% de Materia Grasa.
- Grasos: cuando contengan más de 40.0 y hasta 59.9% de Materia Grasa.
- Semi-grasos: cuando contengan entre 25.0 y 39.9% de Materia Grasa.
- Magros: cuando contengan más de 10.0 y hasta 24.9% de Materia Grasa.
- De leche descremada: cuando contengan menos de 10% de Materia Grasa.

El artículo 609 (También modificado por el Decreto 111/76) clasifica a los quesos de acuerdo al tiempo de maduración y al contenido de agua de la pasta:

Maduración:

- Frescos: Ejemplo: ricota, cremoso
- Madurados: Ejemplo: Fontina, Pategrás, Reggiano, Parmesano.

Humedad:

- De pasta blanda o frescos: los que contengan entre 45.0 y 55.0% de agua.
- De pasta semidura: deberán contener entre 36.0 y 44.0% de agua.
- De pasta dura: deberán contener entre 27.0 y 35.0% de agua.

#### **1.4. Ricota generalidades y aspectos de conservación**

La ricota tiene su origen en Italia pero hoy en día se encuentra difundido en gran cantidad de países conociéndose con distintas denominaciones como por ejemplo, queso de

albúmina (Brasil), ricotta (Italia), o producto obtenido por precipitación de leche y/o del suero, pues para algunos no son considerados quesos propiamente dichos.

Con la denominación de ricota, según el Código Alimentario Argentino (2006) se entiende el producto obtenido por precipitación mediante el calor en medio ácido producido por acidificación, debida al cultivo de bacterias lácticas apropiadas o por ácidos orgánicos permitidos a ese fin, de las sustancias proteicas de la leche (entera, parcial o totalmente descremada) o del suero de quesos. Es un queso no madurado, escaldado de alta humedad, de textura blanda y suave.

El proceso de acidificación durante la elaboración de ricota puede realizarse utilizando diferentes sustancias. (Sánchez Sánchez et al., 2009). A nivel doméstico puede utilizarse ácido cítrico o acético obtenido del jugo de limón o vinagre. El ácido láctico también se encuentra permitido por el Código Alimentario Argentino, pero suele ser más costoso y difícil de conseguir. Las queserías en las que se realiza ricota a partir de suero, normalmente suelen usarse como coagulantes el cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) o el ácido acético (HAc), por ser los componentes más comúnmente disponible y de fácil adquisición. El cloruro de calcio es un insumo común en la elaboración de quesos ya que se adiciona luego de la pasteurización para lograr mejorar la firmeza de las cuajadas obtenidas, entre otras cosas. Si bien se trata de una sal neutra, su adición a la leche produce su acidificación a partir de la siguiente reacción con el fosfato presente en la leche o suero:



Por su parte, el ácido acético es un coagulante de fácil acceso ya que se comercializa libremente (vinagre). La elaboración de ricota a partir de suero lácteo permite obtener rendimientos 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 15-20%.

Algunos estudios sugieren que el tipo de coagulante adicionado podría afectar el rendimiento y la composición del producto final.

En el presente trabajo de tesis, se estudió la influencia de los 2 agentes coagulantes más utilizados en el mercado (ácido acético, y cloruro de calcio), sobre el rendimiento, las características físico-químicas y la estabilidad de ricota elaborada a partir de leche entera.

La ricota es un producto perecedero, debido a su alto porcentaje de humedad (**Tabla 2**) y su facilidad de alcanzar un alto grado de acidez, por lo que posee una vida útil muy corta cobrando importancia el rendimiento logrado y su calidad organoléptica.

**Tabla 2:** Comparación entre la composición de la ricota y la leche fluida (USDA, 2012).

Componente	Ricota entera	Leche fluida
Agua (%)	71	88,1
Energía (kcal)	180	60
Proteína (%)	11,3	3,15
Azúcares (%)	0,27	4,80
Fibra (%)	0	0
Lípidos (%)	14	3,25
Ca (mg/100g)	207	113
Na (mg/100g)	84	0,03
Ac. grasos sat. (%)	8,3	1,9
Ac. grasos. monoins. (%)	3,6	0,8
Ac. grasos. poli-ins. (%)	0,4	0,2
Colesterol (mg/100g)	51	10

Existen muchas técnicas para la conservación de alimentos, una de las más utilizadas es la remoción de calor. El fundamento de ésta se basa en la disminución del



contenido de calor del alimento hasta una temperatura dada. La congelación y la refrigeración se encuentran entre los métodos más antiguos de conservación de alimentos. Si la temperatura es inferior a la ambiente pero superior a la de congelación se denomina refrigeración y si la misma es inferior se denomina congelación. La congelación es un medio excelente para mantener casi inalteradas durante un tiempo prolongado la composición química de los alimentos. Esto es debido a que a temperaturas tan bajas las reacciones bioquímicas de deterioro son más lentas y a que se inhibe la actividad microbiana.

*Como segunda etapa del presente trabajo se estudió el efecto de dos condiciones de almacenamiento (refrigeración y congelación) sobre el rendimiento, composición y estabilidad de la ricota.*

## **2-OBJETIVOS E HIPOTESIS**



### **2.1. General:**

-Evaluar la influencia de las condiciones de elaboración y almacenamiento sobre el rendimiento y la calidad de la ricota.

### **2.2. Específicos:**

-Determinar la influencia del coagulante ( $\text{CaCl}_2$  y HAc) sobre el rendimiento y composición de la ricota.

-Evaluar la vida útil de ricota obtenida con  $\text{CaCl}_2$  y HAc sometida a diferentes métodos de conservación (refrigeración, congelación).

### **HIPOTESIS**

El coagulante utilizado (ácido acético y cloruro de calcio) afecta al rendimiento y la calidad físico-química de la ricota obtenida a partir de la leche entera, no siendo afectada por el método de conservación.

### **3 - Materiales y métodos**



### **3.1 Análisis de la materia prima**

Se trabajó con leche bovina proveniente del tambo experimental “6 de agosto” de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP, a la cual se le realizaron análisis, por duplicado, para determinar: la calidad de la materia prima, materia grasapor el método de Gerber (FIL, 1997), proteína por el método de Kjeldahl (FIL, 1993), la densidad con termo – lacto - densímetro de Quèvene (IRAM, 1984), acidez Dornic a través de volumetría ácido base (IRAM 2006), el contenido de sólidos totales por gravimetría (FIL, 1987), y el pH por método potenciométrico.

### **3.2. Elaboración de ricota con diferentes coagulantes**

Se elaboró ricota empleando como precipitantes a)  $\text{CaCl}_2$  25% y b) HAc 25%. Para la elaboración se calentaron 10 L de leche hasta 75 °C y se adicionaron 250 mL de agente coagulante correspondiente). Luego del agregado del agente precipitante, se continuó calentando hasta llegar a los 80 °C y posteriormente se interrumpió el calentamiento. Después de 15 minutos, se extrajo el precipitado mediante una tela Suiza y se depositó en un molde cribado. Luego del desuerado (4h), se determinó el rendimiento, el contenido de humedad, pH, contenido de proteína y materia grasa según se detalla en la sección 3.3. Asimismo se almacenaron muestras obtenidas con cada uno de los coagulantes a 4 y -18 °C. A diferentes tiempos se realizaron observaciones visuales con el objetivo de establecer cambios negativos que pudieran afectar la calidad (desarrollo de hongos, cambios de color). Se realizaron 9 elaboraciones independientes.

A continuación se muestran imágenes de las etapas y materiales utilizados en la elaboración de la ricota.



**Figura 1:** Paila utilizada en la elaboración



**Figura 2:** Movimiento para lograr calentamiento homogéneo de la leche.



**Figura 3:** Control de temperatura.



**Figura 4:** Agregado del agente precipitante.



**Figura 5:** Precipitación de ricota.



**Figura 6:** Extracción de ricota de la paila.



**Figura 7:** Desuerado de ricota.





**Figura 8:** Muestras de ricota de 200 g. en envases plásticos.

### **3.3 Determinaciones analíticas en la ricota**

#### **Rendimiento.**

Se pesó la ricota obtenida y se midió el volumen de leche empleado. Se calculó el rendimiento para cada uno de los tratamientos a partir de la siguiente fórmula:

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

#### **Extracto seco total.**

Para su determinación, se prepararon muestras de 5 g. de ricota se colocaron en recipientes de aluminio previamente tarados y se llevaron a estufa a 105 °C hasta peso constante. (FIL.1987) (**figura 10**). Con el conocimiento del extracto seco podemos calcular el rendimiento probable de queso a obtener en una elaboración.

Para su determinación, lo más corriente es obtenerlo por deshidratación y pesadas sucesivas, realizadas con balanza de precisión (**figura 9**).

Junto al extracto seco total se puede obtener el extracto seco desengrasado. Este valor es más regular que el del extracto seco total porque no considera el componente más variable que tiene la leche, que es la materia grasa.



**Foto 9:** Balanza utilizada para pesado de las muestras.



**Foto 10:** Muestras colocadas en estufa a temperatura de 105 ° C.

### **Proteína**

Se realizó la digestión de cada muestra colocando en balones 25 mL de ácido sulfúrico concentrado, 3 g. de catalizador (sulfato de cobre: sulfato de zinc 10:1) y 0,5 g de muestra. El balón se colocó en el digestor hasta que la muestra tomó un color verde azulado (esmeralda) se lo retiró y colocó en el destilador. Se adicionó hidróxido de sodio 6 N para favorecer la destilación del  $\text{NH}_3$  formado y se colocó la muestra en el destilador. Se destiló la muestra recogiendo en una solución conteniendo 50 mL de ácido bórico y 3-4 gotas de reactivo de Mortimer. Finalmente se tituló el destilado con hidróxido de sodio al 0,1 N y se calculó el porcentaje de proteína ( $N \times 6,38$ ). Para cada coagulante se realizaron 6 determinaciones.

### **pH**

El pH de las muestras de ricota se determinó en forma potenciométrica con un electrodo de sólidos. Se realizaron dos determinaciones para cada una de las dos elaboraciones.

### **Estabilidad**

La estabilidad fue evaluada a través de observaciones visuales día por medio en el caso de las muestras conservadas en heladera, y semanalmente en las muestras conservadas en freezer.

### **Análisis estadístico**

Se utilizó un ensayo factorial y los resultados obtenidos fueron evaluados mediante el ANOVA. Las medias fueron comparadas mediante un test de comparaciones múltiples (Fisher). Se trabajó con un grado de significación  $P < 0,05$

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



#### 4.1 Caracterización de la materia prima

La leche utilizada en las elaboraciones se analizó para conocer algunas características generales de la materia prima. La prueba del alcohol fue negativa; valores de pH (6,66), acidez titulable (15,85 °D), proteínas (3,20%), grasa (3,39%), sólidos totales (11,92%) y densidad (1,02963 g/mL). (**Tabla 3**). 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 3:** composición de la materia prima utilizada para la elaboración de ricota entera.

Muestra	Grasa (%)	pH	Acidez (°D)	Proteínas (%)	Densidad (g/mL)	Sólidos totales (%)
Leche entera	3,39	6,66	16	3,20	1.029	11,92

#### 4.2 Caracterización de la ricota obtenida con HAc y CaCl<sub>2</sub>

##### 4.2.1. Rendimiento

El rendimiento es un aspecto de mucha importancia dentro de la industria quesera, en la que se busca recuperar la máxima cantidad posible de los componentes de la leche. En éste trabajo el rendimiento de la ricota se vio afectado por el tipo de coagulante utilizado. El rendimiento oscilo entre 16,41 y 23,5 % (**Tabla 4**). La utilización de cloruro de calcio resultó en un rendimiento significativamente mayor que la ricota elaborada con ácido acético esto podría asociarse con una más completa separación del suero de la caseína quizás como consecuencia de un mantenimiento de mayor integridad de las micelas. Si bien se trata de una sal neutra, su adición a la leche produce acidificación a partir de la reacción con el fosfato ácido presente en la leche o suero, formando fosfato de calcio insoluble y liberando protones al medio.

El descenso de pH provoca una descalcificación de las micelas (Cita) y la utilización de una sal de calcio podría retrasar este proceso y favorecer una coagulación más completa. De todos modos esto requeriría mayores estudios.

Comentario [M1]:

**Tabla 4:** Rendimiento de ricota elaborada con cloruro de calcio y ácido acético. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de ( $\alpha=0,05$ ).

Muestras	Rendimiento (%)
CaCl <sub>2</sub>	23,5 a
HAc	16,41b

#### **4.2.2. Extracto seco total y recuperación de sólidos de la leche**

El extracto seco total representa el peso de la materia sólida, con exclusión del agua.

El mismo varió entre 41,35% y 35,41% para la ricota obtenida con HAc y CaCl<sub>2</sub> (Tabla 5). Los contenidos de sólidos tuvieron diferencias significativas según el agente precipitante utilizado, obteniendo un mayor contenido de sólidos con HAc 41,35 %. No mostraron diferencias estadísticas por el método de conservación.

El mayor contenido de sólidos en la ricota obtenida con HAc podría asociarse con que el mismo provoque una acidificación más marcada que favorecería un mayor desuerado. Contrariamente a lo descrito para el CaCl<sub>2</sub> se favorecería la pérdida de calcio de las micelas, una solubilización de caseínas principalmente hidrofóbicas como la beta-caseína.

**Tabla 5:** Extracto seco de ricota elaborada con cloruro de calcio y ácido acético conservadas a 4 ° C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de ( $\alpha=0,05$ ).

Muestras	(%)	Freezadas
CaCl <sub>2</sub>	35,41a	35,62a
HAc	41,15 b	41,35b

#### **4.2.3. Proteína**

El contenido de proteína de la ricota también fue afectado por el tipo de coagulante utilizado (Tabla 6). La utilización de CaCl<sub>2</sub> permitió obtener una ricota con un contenido de proteína significativamente mayor que con HAc. Si bien el mecanismo involucrado no se conoce, resulta posible especular que esto se haya asociado con un mayor desuerado resultante del uso del HAc o bien que la mayor degradación de las micelas de caseína y con ello un aumento en homogeneidad de distribución resulte en un mayor arrastre de grasa y con ello en coágulos más hidrofóbicos. Resultaría de interés analizar estos aspectos en futuros estudios.

**Tabla 6:** Proteína de ricota elaborada con cloruro de calcio y ácido acético. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de ( $\alpha=0,05$ ).

Muestras	(%)	Freezadas
CaCl <sub>2</sub>	26,20 a	26,02 a
HAc	25,47 b	25,29 b

#### **4.2.4 pH**

El pH de la ricota fluctuó entre 5,58 y 6,08 (**Tabla 7**). La ricota elaborada con cloruro de calcio fue la que arrojó el pH más alto. Esto apoya lo anteriormente mencionado respecto a la menor descalcificación de las micelas por el pH más alto y la menor tendencia al desuerado. Durante el almacenamiento en freezer no se observaron cambios en estos atributos.

**Tabla 7:** pH de ricota elaborada con cloruro de calcio y ácido acético. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de ( $\alpha=0,05$ ).

Muestras	pH	Freezadas
CaCl <sub>2</sub>	6,07 a	6,08 a
HAc	5,59 b	5,58 b

#### **4.5 Estabilidad**

El queso ricota es un producto lácteo que se caracteriza por una vida útil muy corta. En nuestro ensayo se observó una gran diferencia en la estabilidad entre las muestras conservadas en heladera (4°C) 13,44 días y en freezer (-18°C) superando los 40 días. Este último caso, se decidió suspender las observaciones a los 40 días por una cuestión de practicidad, seguramente la estabilidad permanece por varios días más.

El almacenamiento en estado de congelación permite detener la multiplicación de organismos perjudiciales, y alargar la vida útil de la ricota, siempre tomando los recaudos de almacenar inmediatamente después de elaborada, con la menor contaminación posible.

**Tabla 8:** Estabilidad de ricota elaborada con cloruro de calcio y ácido acético y almacenada a 4 o -18 °C. Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de ( $\alpha=0,05$ ).

Muestra	Refrigeradas 4°C (días)	Freezadas (días)
HAc	13,78 b	>40 a
CaCl <sub>2</sub>	13,11 c	>40 a



## **5. CONCLUSIONES**

*Los resultados muestran que el coagulante empleado posee influencia sobre el rendimiento y las propiedades físicas y químicas de la ricota.*

*La coagulación con cloruro de calcio resulta en un producto con un rendimiento significativamente mayor, pH más elevado y un mayor contenido de proteínas. La ricota obtenida con ácido acético en cambio mostró una mayor estabilidad en su conservación en heladera.*

En cuanto a la estabilidad de las muestras conservadas en freezer, se observa que ambas ricotas se mantienen estables por más de 40 días, y además conservan inalteradas sus principales propiedades físicas y químicas.

Los resultados de éste trabajo sugieren que se podría incrementar la vida útil de la ricota, producto altamente perecedero, sin provocar cambios negativos en sus principales características.

## 6. Bibliografía



- Alais, C. 1985. Ciencia de la leche. Ed. Reverté. Barcelona.
- Callanan, T. 1991. "Recovery of milk constituents in cheesemaking (Relation to Process Control)".
- Código Alimentario Argentino (CAA) 1969, modificado 2006. Resolución (Decreto N° 111/76 artículo 554) En: [www.anmat.com.ar/](http://www.anmat.com.ar/) legislación / alimentos lácteos/ Visitado 2011.
- Escobar, J. 1980. Fabricación de Productos Lácteos. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. 343 p.
- FAO/SMIA (2001). Perspectivas Alimentarias No. 5, p. 12 En [www.fao.org](http://www.fao.org) Año 2010/ Visitado. 2012.
- Federación Lechera Internacional. (FIL) (1987). Leche, crema y leche evaporada. Determinación del contenido total de sólidos (método de referencia) pp.3. Bruselas. (Standard Internacional 21 B).
- Guía "Remoción de calor: refrigeración y congelación" 2008. Curso de Agroindustrias de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de La Plata.
- Instituto Argentino de Normalización (IRAM) (1984). 14.066. Leche. Método de determinación de la densidad relativa.
- Instituto Argentino de Normalización (IRAM) (2006). 14.005 - 2. Leche. Determinación de la acidez titulable. Parte 2: Valoración alcalimétrica con dilución de la muestra.
- INTA En: [www.inta.gov.ar/rafaela/seminario/9seminario/articulos/](http://www.inta.gov.ar/rafaela/seminario/9seminario/articulos/) Visitado 2012.
- INTI. 2012. Quesos Argentinos. En: [www.quesosargentinos.gov.ar/](http://www.quesosargentinos.gov.ar/) Visitado. Junio 2012.
- International Dairy Federation (FIL). (1993). Milk. Determination of nitrogen content pp.:12. Brusels. (International Standard 20 B).
- International Dairy Federation (FIL). (1997). Milk and milk products Determination of fat content pp.:4. Brusels. (International Standard 152 A).
- Mancuso W. (2008):"El sector lácteo Argentino". XXI Curso internacional de lechería para profesionales de America Latina, pp 13-26.Paraná.
- Revilla, A. 1985. Tecnología de la leche; Procesamiento Manufactura y Análisis. IICA. San José, Costa Rica, 399 p.
- Sánchez Sánchez GL, Gil Garzón MJ, Gil Garzón MA, Giraldo Rojas FJ, Millán Cardona L de J, Villada Ramírez ME. 2009. Aprovechamiento del suero lácteo de una empresa del norte antioqueño mediante microorganismos eficientes. Línea de investigación: Productos naturales. Grupo de investigación alimentos GRIAL. Corporación Universitaria Lasallista.
- Terán J.C. 2007. Caracterización de la Cadena Láctea Argentina. Rev. IDIA Leches.

-Veisseyre. 1988. Lactología técnica. Segunda edición. Editorial Acribia. España.

**Páginas web :**

http:// [www.anmat.com.ar/](http://www.anmat.com.ar/) legislación / alimentos lácteos/ Visitado. Agosto 2012.

http:// [www.fao.org](http://www.fao.org) Año 2010/ Visitado. Septiembre 2012.

http://[www.inta.gov.ar/rafaela/seminario/9seminario/articulos/](http://www.inta.gov.ar/rafaela/seminario/9seminario/articulos/) Visitado. Agosto 2012.

http://www.fepale.org Año 2011/ Visitado. Febrero 2013.

http:// www. ndb.nal.usda.gov/ Visitado. Julio 2012. -USDA. 2012. USDA Nutrient database for standard reference. En: www. ndb.nal.usda.gov/ Visitado. Julio 2012.