



Universidad Nacional de La Plata  
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.

## **Tesis de grado**

### **“Evaluación de la calidad de ricota de leche de vaca obtenida a partir del uso de diferentes coagulantes”**

**Alumno:** Paola Julieta Gutiérrez

**Legajo Nº:** 25364/3, DNI: 31.826.955

**Dirección:** Ing. Agr. Elisa Miceli

**Co dirección:** Dra. M. Laura Lemoine

**Lugar de Trabajo:** Cátedra de Agroindustrias y Laboratorio de investigación en Productos Agroindustriales, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales UNLP.



**Este trabajo final de grado de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales se enmarca dentro de los estudios que realiza la Lic. Carolina Ortiz en la temática como estudiante de Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad Nacional de La Plata, y fue realizado en el Laboratorio de Investigación en Productos Agroindustriales (LIPA) Facultad de Cs Agrarias y Forestales UNLP.**

*Este trabajo final de tesis está dedicado plenamente a todas aquellas personas que me apoyaron siempre en este hermoso camino de la vida en el que me propuse empezar y el cual está llegando a su fin:*

*A mis padres por ser lo más valiosos en mi vida, estar siempre a mi lado brindándome su cariño, apoyo y transmitiéndome los valores necesarios para cumplir éste y todos los objetivos en los que la vida me toque atravesar.*

*A mi hermana que siempre con su ejemplo me ayudó a no abandonar nunca esta carrera.*

*-A mi familia que siempre estuvieron acompañándome y sin ellos no podría haber llegado hasta acá.*

*De todo corazón...muchas gracias.*

*Querría expresar mi reconocimiento y agradecimiento a todas aquellas personas que, gracias a su colaboración, han contribuido a la realización de este Trabajo final de grado*

*-A Ariel y Elisa que siempre me guiaron y aconsejaron, no sólo en temas de la tesis, sino también en la vida. Les agradezco su paciencia, buen trato y predisposición.*

*Por estar siempre presentes y totalmente dispuestos a ayudarme.*

*-A los docentes de la cátedra de Agroindustrias (Gabriela, Laura T, Laura L, Jorge) que siempre estuvieron predispuestos a ayudarme en lo que necesité.*

*-A mi amiga Magalí y a Carolina con las que compartí el trabajo de la tesis y estuvieron siempre ayudándome, por la ayuda mutua que nos dimos.*

## **INDICE GENERAL**

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	7
<b>1. INTRODUCCIÓN.</b>	8
1.1. Producción láctea en la Argentina.	9
1.2. Descripción del sector lácteo argentino.	9
1.3. Destino de la producción.	11
1.4. Quesos.	11
1.4.1. Definición y clasificación.	11
1.4.2. Quesos de coagulación enzimática.	12
1.4.3. Quesos de coagulación ácida.	17
<b>2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.</b>	20
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.</b>	22
3.1. Análisis de la materia prima.	23
3.2. Elaboración de ricota con diferentes coagulantes.	23
3.3. Determinaciones analíticas.	23
3.3.1. Rendimiento.	23
3.3.2. Humedad.	24
3.3.3. Materia grasa, proteína.	24
3.3.4. pH y acidez.	24
3.3.5. Color.	25
3.3.6. Dureza	25
3.3.7. Aceptabilidad.	25
3.4. Análisis estadístico.	25
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	26
4.1. Análisis de la materia prima.	27
4.2. Determinaciones analíticas.	28
4.2.1. Rendimiento.	28
4.2.2. Humedad.	29
4.2.3. Materia grasa y proteína.	30
4.2.4. pH y acidez.	32
4.2.5. Color y apariencia.	34
4.2.6. Dureza	37
4.2.7. Aceptabilidad.	37
<b>5. CONCLUSIONES.</b>	39
<b>6. REFERENCIAS.</b>	41

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### Tablas

	<b>Página</b>
<b><u>Tabla 1:</u></b> <i>Calidad de la leche utilizada en la elaboración de ricota.</i>	27

### Figuras

	<b>Página</b>
<b><u>Figura 1:</u></b> <i>Distribución de la producción de leche Argentina por provincia.</i>	9
<b><u>Figura 2:</u></b> <i>Distribución geográfica de los tambos en la Argentina.</i>	10
<b><u>Figura 3:</u></b> <i>Destino de la leche orientada a elaboración de productos lácteos en la Argentina.</i>	11
<b><u>Figura 4:</u></b> <i>Esquema del proceso de elaboración de quesos de coagulación enzimática.</i>	13
<b><u>Figura 5:</u></b> <i>Esquema del proceso de elaboración de quesos de coagulación ácida.</i>	18
<b><u>Figura 6:</u></b> <i>Rendimiento de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de <math>\alpha \leq 0,05</math>.</i>	28
<b><u>Figura 7:</u></b> <i>Humedad de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de <math>\alpha \leq 0,05</math>.</i>	30
<b><u>Figura 8:</u></b> <i>Materia grasa de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de <math>\alpha \leq 0,05</math>.</i>	31

- Figura 9:** *Proteína de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $\alpha \leq 0,05$ .* 32
- Figura 10:** *pH de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $\alpha \leq 0,05$ .* 33
- Figura 11:** *Acidez de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $\alpha \leq 0,05$ .* 34
- Figura 12:** *Color ( $L^*$ ) de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $\alpha \leq 0,05$ .* 35
- Figura 13:** *Color ( $b^*$ ) de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $\alpha \leq 0,05$ .* 35
- Figura 14:** *Apariencia de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $\alpha \leq 0,05$ .* 36
- Figura 15:** *Dureza de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $\alpha \leq 0,05$ .* 37
- Figura 16:** *Aceptabilidad (sabor, color, textura y aceptabilidad global) de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $\alpha \leq 0,05$ .* 38

## **RESUMEN**

En la actualidad existe una amplia gama de quesos con marcadas diferencias en función de su contenido de grasa, humedad, textura, proceso de elaboración y destino. La ricota es un queso de muy alta humedad obtenido por coagulación de la proteína de la leche o del suero de quesos, a través del tratamiento térmico y adición de sustancias acidificantes. Algunos estudios parciales han sugerido que el tipo de coagulante empleado en el proceso de elaboración podría afectar el rendimiento, la composición y las características sensoriales del producto. No obstante, esto no se ha evaluado en forma conjunta para los principales acidificantes permitidos en el Código Alimentario Argentino. En el presente trabajo se estudió la influencia de distintos agentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio) sobre el rendimiento, las características físicas, químicas y sensoriales de ricota elaborada a partir de leche entera. Para cada coagulante se realizaron dos elaboraciones con 25-35 L de leche y se evaluó su influencia sobre el rendimiento, la humedad, el contenido de proteína y materia grasa, el pH, la acidez, la aceptabilidad global y preferencia de color, textura y sabor por parte de un panel no entrenado. La ricota elaborada con cloruro de calcio mostró un rendimiento promedio de 19,2% p/p superando a los demás coagulantes. La ricota obtenida con este coagulante fue la que presentó menor acidez y un pH (6,2) superior al de las obtenidas con ácidos cítrico y acético (pH cercano a 5,6). El cloruro de calcio produjo una ricota de color más claro (mayor  $L^*$ ) y menos amarilla (menor  $b^*$ ). Contrariamente, la ricota obtenida con ácido cítrico fue más amarilla (mayor  $b^*$ ), presentó menos humedad y mayor porcentaje de grasa y proteína. Finalmente el producto obtenido con cloruro de calcio fue el que mostró mayor aceptabilidad global. Los resultados de este trabajo sugieren que el coagulante empleado posee influencia sobre el rendimiento y las propiedades físicas, químicas y sensoriales de la ricota.

**Palabras clave:** acidificación, quesos, muy alta humedad, calidad.

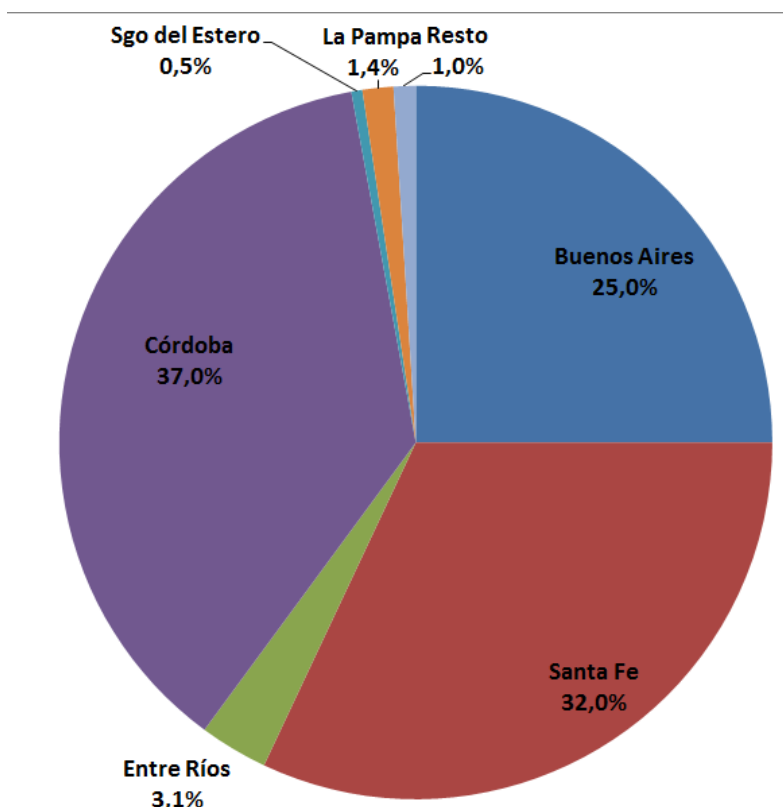


# 1. INTRODUCCIÓN



### 1.1. PRODUCCIÓN LÁCTEA EN LA ARGENTINA.

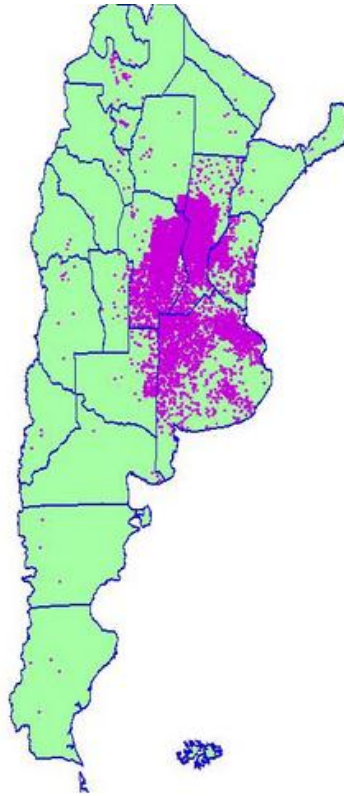
La República Argentina es el segundo productor de leche de América Latina (después de Brasil) y se ubica en el décimo primer lugar a nivel mundial por sus exportaciones globales (FAO, 2012). La producción actual en Argentina es de 11.600 millones de litros de leche, de los cuales 8.800 millones de litros se destinan al consumo interno y 2.800 millones de litros, tienen como destino las exportaciones (MinAgri, 2012). Esta producción se concentra, según litros de leche en las provincias de: Córdoba 37%, Santa Fe 32%, Buenos Aires 25%, Entre Ríos 3,1%, La Pampa 1,4%, Santiago del Estero 0,5% y resto del país 1% (**Figura 1**) (MinAgri 2012).



**Figura 1:** Distribución de la producción de leche Argentina por provincia.

### 1.2. DESCRIPCIÓN DEL SECTOR LÁCTEO ARGENTINO.

La cantidad de tambos en la Argentina está en continua disminución. En efecto, en el Censo Agropecuario 1988 existían más de 30.000 establecimientos dedicados al tambo en el país. Según datos oficiales en Marzo de 2012 se registran 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 (**Figura 2**) (SENASA, 2012).



***Figura 2:*** Distribución geográfica de los tambos en la Argentina.

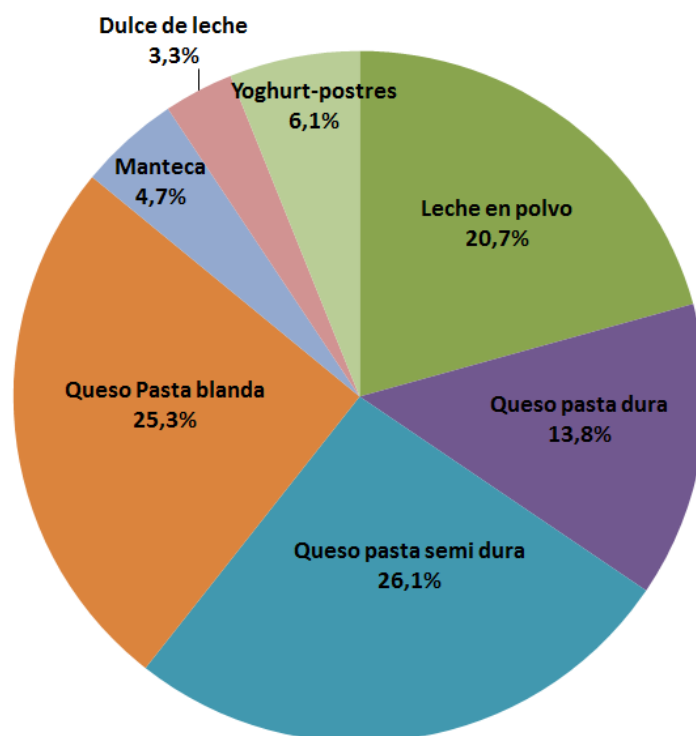
Los tambos medios de nuestro país poseen alrededor de 250 ha, de las cuales el 85% se destina al rodeo de tambo y el resto a agricultura, con la característica de que el 64% de los tambos arriendan la mitad de la superficie operada.

El sector industrial lechero de la Argentina está compuesto por una gran cantidad de empresas, desde las más grandes hasta otras que procesan sólo la leche del establecimiento propio (tambos-fábrica). A pesar de esta heterogeneidad, es posible dividir al conjunto del sector industrial en tres segmentos claramente diferenciados:

- Un grupo de unas 10-12 empresas con una recepción mayor a 250.000 litros diarios de leche, diversificadas en sus líneas de producción, que poseen la capacidad de acceder con sus productos al mercado externo y que procesan el 50-55% de la producción nacional (dos de ellas superan los dos millones de litros diarios procesados cada uno).
- Un grupo de unas 90-100 empresas con una recepción de entre 20.000 y 250.000 litros diarios, con una alta participación del rubro quesos, con una actividad exportadora prácticamente inexistente, que procesan el 25% de la producción nacional.
- Más de 1.000 empresas y tambos-fábrica, con menos de 20.000 litros diarios de recepción, que se dedican casi exclusivamente a la elaboración de quesos, y que procesan el 20-25% de la producción nacional (CFI, 2012).

### 1.3. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN.

Del total de la leche cruda producida, tres cuartas partes se destinan a la elaboración de productos lácteos, 17% a leches fluidas y el resto está considerada como leche informal (leche que no entra en ningún circuito de comercialización y elaboración formal). La industria láctea argentina muestra una fuerte concentración en el rubro quesos absorbiendo más del 60% de la producción nacional de leche no comercializada en forma fluida (**Figura 3**).



**Figura 3:** Destino de la leche orientada a elaboración de productos lácteos en la Argentina. (CIL, 2012).

### 1.4. QUESOS.

#### 1.4.1. Definición y clasificación.

El queso es el producto fresco o madurado que se obtiene por separación parcial del suero de la leche (entera, parcial o totalmente descremada), o de sueros lácteos, coagulados por la acción física, del cuajo, bacterias específicas, de ácidos orgánicos, sólo o combinados, con o sin el agregado de sustancias alimenticias y/o especias, aditivos aromatizantes y colorantes (CAA, 1969).

Existen diversas formas de clasificar a los quesos según el parámetro que se considere:

#### **a. Materia grasa del extracto seco:**

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

#### **b. Humedad:**

- *Baja humedad* (<36% de H<sub>2</sub>O). Ejemplo: Reggiano, Parmesano, Sardo.
- *Mediana humedad* (36-46% de H<sub>2</sub>O). Ejemplo: Fontina, Pategrás.
- *Alta humedad* (46-55% de H<sub>2</sub>O). Ejemplo: Cuartirolo, Cremoso.
- *Muy alta humedad* (>55% de H<sub>2</sub>O). Ejemplo: Ricota.

#### **c. Maduración:**

- *Frescos*. Ejemplo: Ricota, Cremoso.
- *Madurados*. Ejemplo: Fontina, Pategrás, Reggiano, Parmesano.

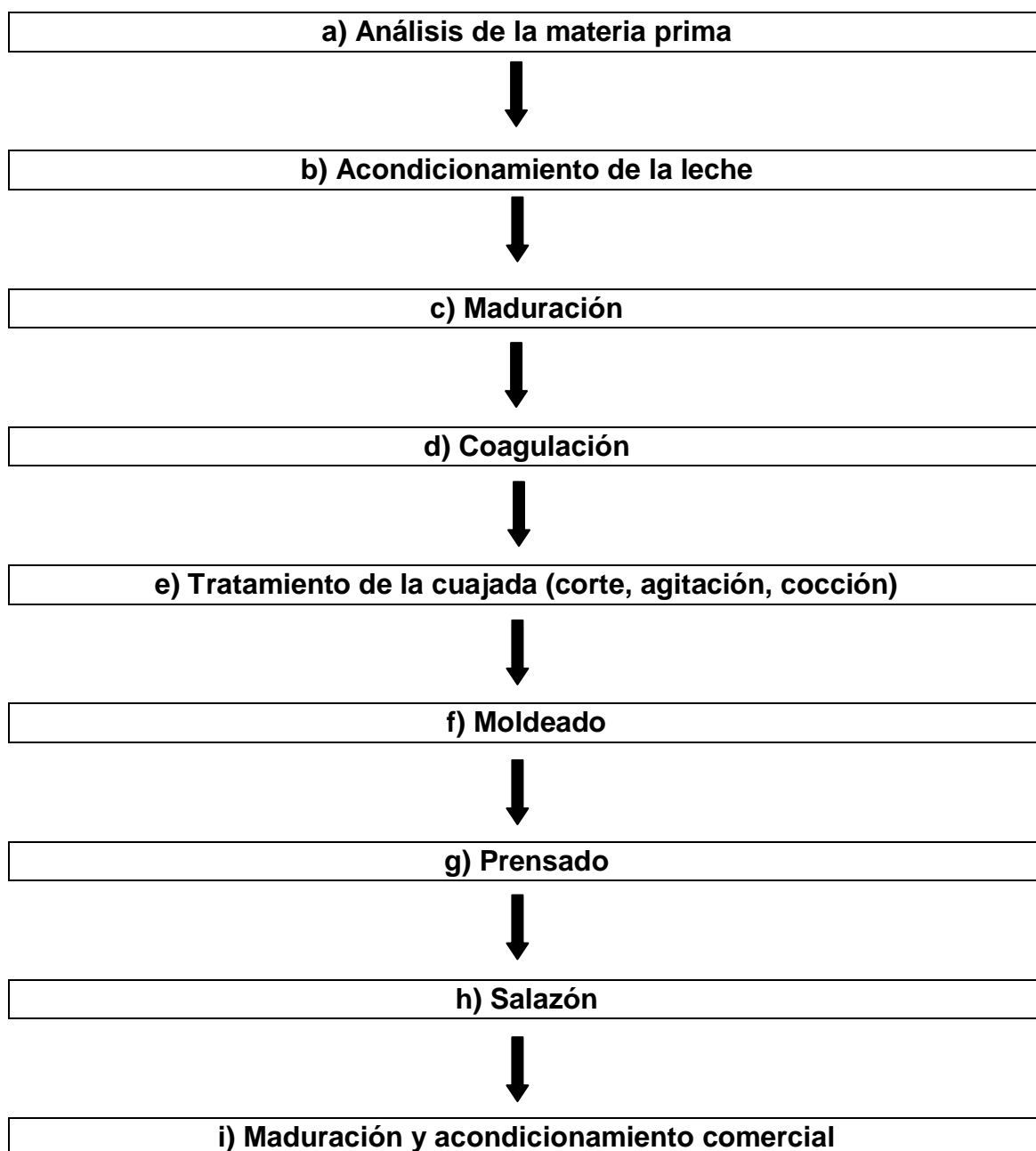
#### **d. Tipo de coagulación:**

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

#### 1.4.2. Quesos de coagulación enzimática.

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

La elaboración de quesos de coagulación enzimática comprende un número de etapas principales comunes para la mayoría de los quesos (**Figura 4**).



**Figura 4:** Esquema del proceso de elaboración de quesos de coagulación enzimática.

### **a. Análisis de la materia prima.**

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

- Composición química:

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

- Calidad higiénica:

Se refiere a la composición microbiológica y a la presencia de productos químicos anormales. Deberá exigirse calidad bacteriológica excelente para todas las leches de quesería. Los aspectos a tener en cuenta son presencia de microorganismos por contaminaciones de la leche por el ambiente. Esta evaluación puede realizarse en forma indirecta mediante la determinación de la acidez. En leches con alto contenido de bacterias lácticas se degrada en mayor medida la lactosa a ácido láctico resultando esto en niveles de acidez elevados. También se debe evaluar la presencia de inhibidores que pudieran atentar contra la correcta elaboración del queso.

- Calidad sanitaria.

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

### **b. Acondicionamiento de la leche.**

Esta etapa consiste en realizar el filtrado de la leche, la tipificación del contenido de materia grasa, el tratamiento térmico (TT) y los agregados de aditivos que correspondiesen.

La tipificación de la materia grasa se realiza con el objetivo de estabilizar los lípidos de la materia grasa y evitar la separación de fases por formación de crema.

El (TT) tiene como principal objetivo la eliminación de microorganismos patógenos de la leche. Es obligatorio en nuestro país pasteurizar la leche cuando el queso a elaborar tiene menos de 60 días de maduración. Los procesos de pasteurización se definen a partir de la determinación de la temperatura que debe alcanzarse y el tiempo de exposición del producto a esa temperatura. Existen dos tipos de pasteurizaciones, una clásica denominada pasteurización de baja (63 °C 30 min.) y otra llamada comúnmente pasteurización de alta o rápida (73°C 15 s), siendo esta última la más frecuentemente empleada debido a su menor tiempo requerido. Con posterioridad se realizan agregados de aditivos. Para aquellas leches que sufren tratamiento térmico, se debe adicionar cloruro de calcio. El calcio es necesario para la formación de la cuajada y se suele adicionar ya que se insolubiliza en parte con el TT. En ciertos casos se adicionan colorantes. Los mismos pueden ser naturales o artificiales por ejemplo, la Bixa orellana (rocú, achiote o falso azafrán) y su función es la de dar una coloración ligeramente amarillenta a la pasta haciendo más atractivo el queso. En algunas variedades se agregan especies como la pimienta en grano, el orégano, el ají molido.

### **c. Maduración.**

Consiste en enriquecer la leche con una microflora láctica activa. Para ello se puede adicionar a la leche el fermento específico según el tipo de queso a elaborar, por ejemplo, si se busca una variedad con sabor suave, el fermento deberá tener baja actividad proteolítica y lipolítica y a la inversa, si se busca un queso de sabor intenso. Cuando el objetivo es buscar quesos con ojos se elegirán bacterias heterofermentativas capaces de producir gas. Otra forma es realizar la maduración de la leche pasteurizada sin la necesidad de agregar fermentos, esto se logra colocando la leche a temperatura de 37 °C para favorecer la multiplicación de las bacterias lácticas que posee naturalmente la leche. La finalidad de esta etapa es lograr mediante el desarrollo de una flora específica que el queso adquiera características organolépticas deseables (Alais, C 1971).



#### **d. Coagulación.**

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

#### **e. Tratamiento de la cuajada.**

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

#### **f. Moldeado.**

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

#### **g. Prensado.**

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

#### **h. Salazón.**

Permite mejorar el sabor del queso y favorece la pérdida de suero y además, regula el desarrollo microbiano, sea inhibiendo bacterias indeseables y controlando el desarrollo de la flora durante la maduración. La salazón puede realizarse agregando sal a la leche o a la cuajada, en seco sobre la superficie de los quesos o bien colocando a los quesos en salmuera. Esta última es la forma más común. La salmuera posee comúnmente alrededor de 24% de NaCl y el período de permanencia depende de la forma, tamaño y del tipo de queso.

#### **i. Maduración y acondicionamiento comercial.**

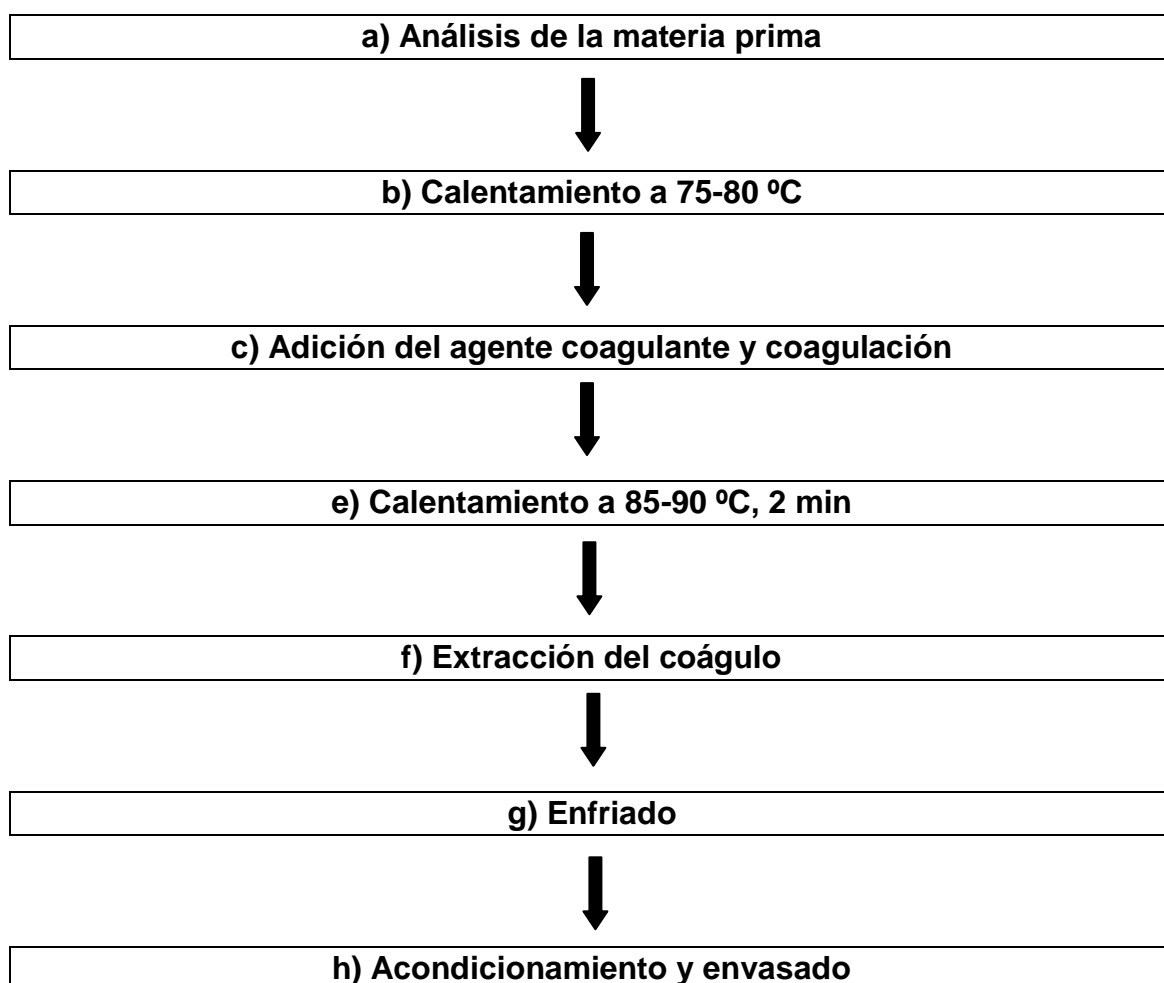
Esta etapa incluye una serie de cambios físicos y químicos que van dotando al producto de su textura y sabor definitivo. Los agentes responsables de la transformación de la cuajada en su producto final son las enzimas procedentes de la leche, el cuajo y la flora microbiana. La velocidad en la que está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

#### **1.4.3. Quesos de coagulación ácida.**

La elaboración de quesos de coagulación ácida es mucho más sencilla que la descrita para quesos de coagulación enzimática. La elaboración de quesos por acidificación química directa, se utiliza en forma tradicional en América Latina en la producción de queso como cottage y ricota. Este proceso reduce los requerimientos de tiempo y mano de obra, pero también otros aportes que realizan los fermentos se pierden al utilizar un acidificante químico. (Anon, 2012). La ricota es un queso conocido a nivel mundial desde la antigüedad (Pizillo et al., 2005). Posee mucha popularidad en Italia donde se lo consume en forma directa y en nuestro país se la utiliza frecuentemente en la elaboración de rellenos en confitería y elaboración de pastas (Gianuzzi, 1998). Tradicionalmente ha sido un queso obtenido del suero de la elaboración de otros quesos con el objetivo de aprovechar al máximo los componentes del extracto seco de la leche. Su elevado porcentaje de agua determina que la carga calórica sea relativamente baja en comparación con otros quesos aunque esto determina también que sean quesos con una conservación limitada (hasta 7 días a 4 °C) (Carminati et al., 2002). Posee 15-30% de proteínas, 0-13% de grasa y se caracteriza por una elevada digestibilidad. La variabilidad en los niveles de grasa y proteína está dada por el tipo de materia prima utilizada, ya que puede realizarse tanto

a partir de leche ya sea entera o parcialmente descremada como de suero proveniente de la elaboración de otros productos lácteos (Pizzillo et al., 2005; Monsalve y González, 2005).

El proceso de elaboración de la ricota es relativamente sencillo y se inicia al igual que los demás quesos, con un análisis de calidad de la materia prima. Posteriormente se adiciona un acidificante y se realiza un calentamiento para insolubilizar a las proteínas solubles del suero por desnaturalización y a las caseínas al reducir su carga neta (Forsum y Hambraeus, 1977). La acidificación directa se ha dirigido básicamente a variedades de queso que no requieren maduración. En general, la leche se calienta a 75-80 °C y luego se adiciona el agente coagulante. El agregado del mismo se realiza hasta que se produzca una separación de los coágulos y el suero se torne amarillento y límpido. Posteriormente se sube la temperatura hasta 85 °C en un período de 2-3 minutos y se cierra la fuente de calor. Después de 3-4 minutos, se extrae el coágulo que se deposita sobre un molde con una tela donde se enfría (**Figura 5**).



**Figura 5:** Esquema del proceso de elaboración de quesos de coagulación ácida.

La 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. A nivel industrial suele utilizarse el cloruro de calcio que posee bajo costo y normalmente disponible en las queserías. Si bien se trata de una sal neutra, su adición a la leche produce su acidificación a partir de la reacción con el fosfato presente en la leche o suero:



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

En el presente trabajo de tesis, se estudió la influencia de distintos agentes coagulantes: ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio, sobre el rendimiento y las características físicas, químicas y sensoriales de ricota elaborada a partir de leche entera.

## **2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS**



## **OBJETIVO GENERAL**

***- Conocer la influencia de factores de proceso sobre la calidad de quesos de muy alta humedad.***

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el efecto de diferentes agentes coagulantes sobre el rendimiento de ricota obtenida a partir de leche entera.
- Determinar el efecto de diferentes agentes coagulantes sobre la composición y calidad físico-química y sensorial de ricota obtenida a partir de leche entera.

## **HIPÓTESIS**

- El coagulante utilizado en la elaboración de la ricota (ácido cítrico, ácido láctico, ácido acético y cloruro de calcio) a partir de leche entera afecta su rendimiento y la calidad físico-química y sensorial.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS



### **3.1. ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA.**

La densidad de la leche se determinó colocando una muestra de leche en una probeta de 200 mL utilizando un lacto-densímetro. La acidez de la leche se evaluó mediante el método de Dornic. Para ello se colocaron 10 mL de leche en un erlenmeyer, se agregaron 3 gotas de solución de fenoftaleína al 1% m/v y se tituló con NaOH 0,1 N hasta el viraje del indicador a color rosa pálido. Los resultados se expresaron en grados Dornic. El pH se evaluó en forma potenciométrica. La materia grasa se analizó por el método de Gerber. Para ello se colocaron 10 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ( $\delta$ : 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. Las determinaciones se realizaron por duplicado. El extracto seco se determinó a partir de los datos de densidad y materia grasa, utilizando la fórmula de AOAC (AOAC, 1980).

### **3.2. ELABORACIÓN DE RICOTA CON DIFERENTES COAGULANTES.**

Se realizaron elaboraciones con los siguientes coagulantes: a) ácido cítrico (25% p/v); b) ácido láctico (25% p/v), c) ácido acético (25% p/v), d) cloruro de calcio (25% p/v). En cada elaboración se colocaron 35 L de leche en una tina y se calentaron a 80 °C, se le adicionó el respectivo coagulante hasta que se produjo la separación de los coágulos y el suero se tornó amarillento y límpido. Se subió entonces la temperatura hasta 85 °C por un período de 2 min y se cerró la fuente de calor. Después de 3-4 minutos se extrajo el coágulo y se depositó sobre un molde con una tela. Una vez que disminuyó la tasa de desuerado se colocaron las muestras en envases de polipropileno. Se realizaron dos elaboraciones para cada uno de los coagulantes a evaluar. Se analizaron los parámetros que se detallan en la sección 3.3.

### **3.3. DETERMINACIONES ANALÍTICAS.**

#### **3.3.1. 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:  
Rendimiento (%)= Peso ricota (kg) x100 / Volumen de leche (L) x  $\delta$  (kg/L)



### **3.3.2. Humedad.**

Se pesaron aproximadamente 3 g de muestra (PM) en una cápsula conteniendo arena previamente calcinada y una varilla pequeña 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 2 determinaciones para cada coagulante utilizado y en cada una de las dos elaboraciones (n=4).

### **3.3.3. Materia grasa y proteína.**

El contenido de materia grasa de la ricota 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 ( $\delta$  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 ( $\delta$  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. 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, 3 g de catalizador (sulfato de cobre y sulfato de zinc) en una relación 1:10 m/m y 0,5 g de muestra. El balón se colocó en el digestor hasta que la muestra tomó 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 clorhídrico 0,1 N 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 2 determinaciones y en cada una de las dos elaboraciones (n=4).

### **3.3.4. pH y acidez.**

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 elaboraciones (n=4). La acidez se determinó por titulación con hidróxido de sodio 0,02 N hasta pH 8,2 (AOAC, 1980). En el caso de la ricota los resultados se expresaron como porcentaje de ácido láctico. 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 de normalidad conocida 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 coagulante utilizado y en cada una de las elaboraciones (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  $b^*$ .  $L^*$  representa la luminosidad y varía entre 0 (color negro) y 100 (color blanco). Las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$  son los valores de cromaticidad y permiten calcular el tono o tinte básico del color. La coordenada  $a^*$  es el componente en el eje verde-rojo y la  $b^*$  es el componente en el eje amarillo-azul. Se realizaron 10 determinaciones para cada coagulante utilizado y en cada una de las dos elaboraciones (n=20).

### **3.3.6. Dureza.**

Se realizó un ensayo de penetración en un equipo Texture Analyzer equipado con una sonda plana de 3 mm. La muestra de ricota se comprimió una distancia de 10 mm a una velocidad de 1 mm por segundo. Se registró la fuerza máxima durante el ensayo. Los resultados se expresaron en N. Se realizaron 24 determinaciones para cada tratamiento analizado (n=24).

### **3.3.7. Aceptabilidad.**

La calidad sensorial de la ricota elaborada con los 4 coagulantes 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 48 evaluadores no entrenados.

## **3.4. 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  $P < 0,05$ . Se empleó el paquete estadístico SYSTAT.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



#### 4.1 ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA.

La leche utilizada en las elaboraciones se analizó para conocer algunas características generales de la materia prima. El contenido de grasa fue de 3,6%, la densidad relativa 1,0317 y el extracto seco calculado de 11,7%. Estos valores son normales para leche de vaca. El pH se ubicó en 6,8 lo que también se encuentra dentro del rango normal definido en el Código Alimentario Argentino. La acidez es una medida de importancia en la calidad de la leche (Veisseyre, 1988). La misma está dada al momento del ordeño principalmente por la presencia de caseínas y de algunas sales de ácidos poli-próticos como el ácido cítrico o el fosfórico (Alais, 1985). Si la leche no se almacena y refrigera apropiadamente las bacterias lácticas rápidamente descomponen parte de la lactosa para producir ácido láctico. Por tal motivo, un incremento de la acidez puede permitir estimar aspectos relacionado con la historia de la leche en forma indirecta. Los valores normales de acidez para la leche se encuentran entre 13 y 18°D (1°D equivale a 0,01% de ácido láctico) (Alais, 1985). La producción excesiva de ácido láctico es indeseable aún en caso de su empleo para elaborar quesos por acidificación directa ya que puede resultar en una degradación parcial de otros componentes lácteos. Por otra parte, las leches ácidas presentan menor estabilidad al calor y por lo tanto en el caso de su utilización para la elaboración de ricota podría dar lugar a la coagulación aún antes del calentamiento requerido. En el caso de la leche utilizada para las elaboraciones en este trabajo la acidez se ubicó en valores normales.

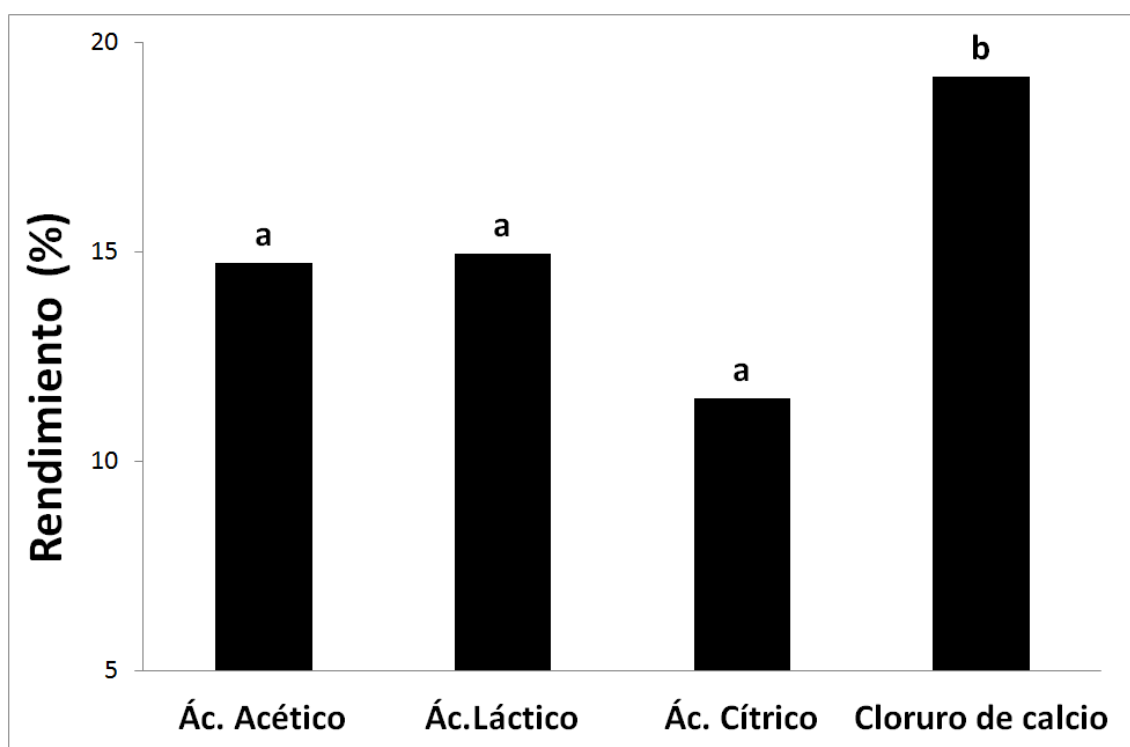
***Tabla 1:*** Calidad de la leche utilizada en la elaboración de ricota.

<b>Parámetro</b>	<b>Nivel</b>
<b>Grasa</b>	3,6 %
<b>Acidez</b>	16 °D
<b>pH</b>	6,8
<b>Densidad</b>	1,0317 g/mL
<b>Extracto seco</b>	11,7%

## 4.2. DETERMINACIONES ANALITICAS.

### 4.2.1. Rendimiento.

El rendimiento es sumamente importante desde el punto de vista industrial. En las queserías en las que se elabora ricota a partir de suero, normalmente suelen utilizarse como coagulante el cloruro de calcio o el ácido acético, por ser compuestos comúnmente disponibles y de más fácil adquisición. El cloruro de calcio es un insumo común ya que se adiciona luego de la pasteurización para lograr mejorar la firmeza de los coagulos obtenidos (Veisseyre, 1988). Por su parte, el ácido acético es un coagulante de fácil disponibilidad en el mercado.(que se distribuye comercialmente como vinagre). La elaboración de ricota a partir de suero de quesería permite obtener un rendimiento del 1,5 a 2,5%. En caso que se adicione leche, el rendimiento se incrementa conforme aumenta el porcentaje agregado. Para leche de vaca pura puede obtenerse un rendimiento de 15-20% (Veisseyre, 1988). En el presente trabajo el rendimiento de la ricota se vio afectada por el tipo de coagulante utilizado (**Figura 6**).

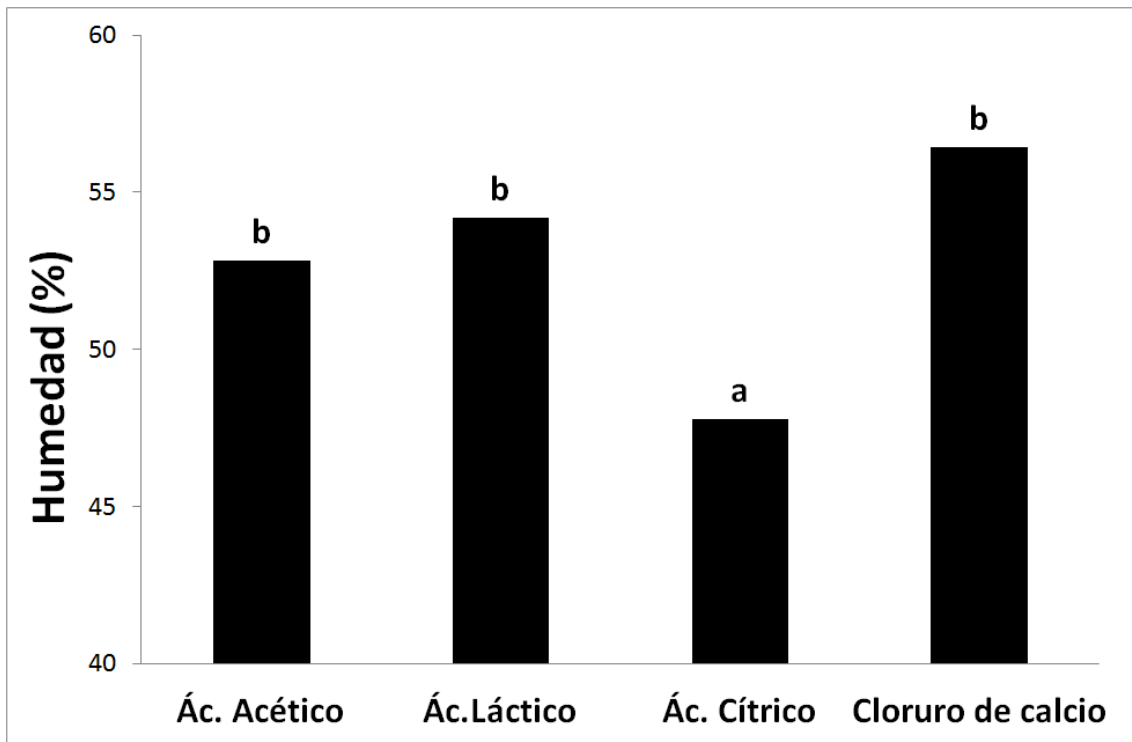


**Figura 6:** Rendimiento de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ .

El rendimiento de ricota obtenida de leche entera de vaca osciló entre 14 y 19% (**Figura 6**). La ricota obtenida con cloruro de calcio presentó un rendimiento significativamente mayor al producido con los otros tres coagulantes que no mostraron diferencias entre sí. El ácido cítrico presentó el menor rendimiento, pero las diferencias con respecto al ácido acético y ácido láctico no fueron significativas. El mayor rendimiento de la ricota coagulada con cloruro de calcio podría asociarse con una separación más completa del suero de la caseína, como consecuencia de una mayor integridad de las micelas. El descenso de pH provoca una descalcificación de las micelas (Alais, 1985) y la utilización de una sal de calcio podría reducir este proceso y de algún modo favorecer una menor pérdida de proteína en el suero.

#### **4.2.2. Humedad.**

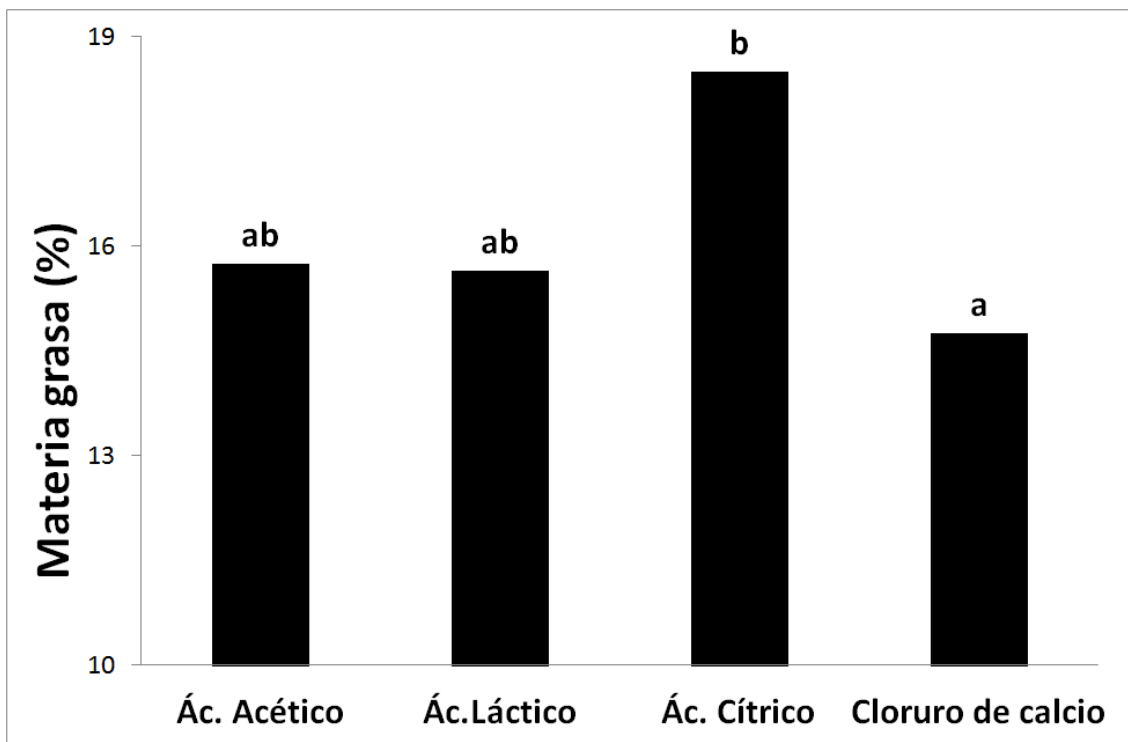
La humedad de la ricota presentó valores entre 45 y 56% (**Figura 7**). El ácido cítrico permitió obtener una ricota con menor contenido de agua que con los otros tres coagulantes, que no mostraron diferencias significativas entre sí, y cuya humedad osciló entre 53 y 56%. La menor humedad de la ricota obtenida con ácido cítrico podría asociarse con una acidificación más marcada que favorecería el desuerado. De todos modos, esto debiera haber ocurrido también con los otros ácidos. Podría también especularse que las propiedades quelantes del ácido cítrico (Alais, 1985) contribuyan a las diferencias observadas. Así, contrariamente a lo descrito para el cloruro de calcio se favorecería la pérdida de este catión desorganizando las micelas de caseína.



**Figura 7:** Humedad de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ .

#### 4.2.3. Materia grasa y proteína.

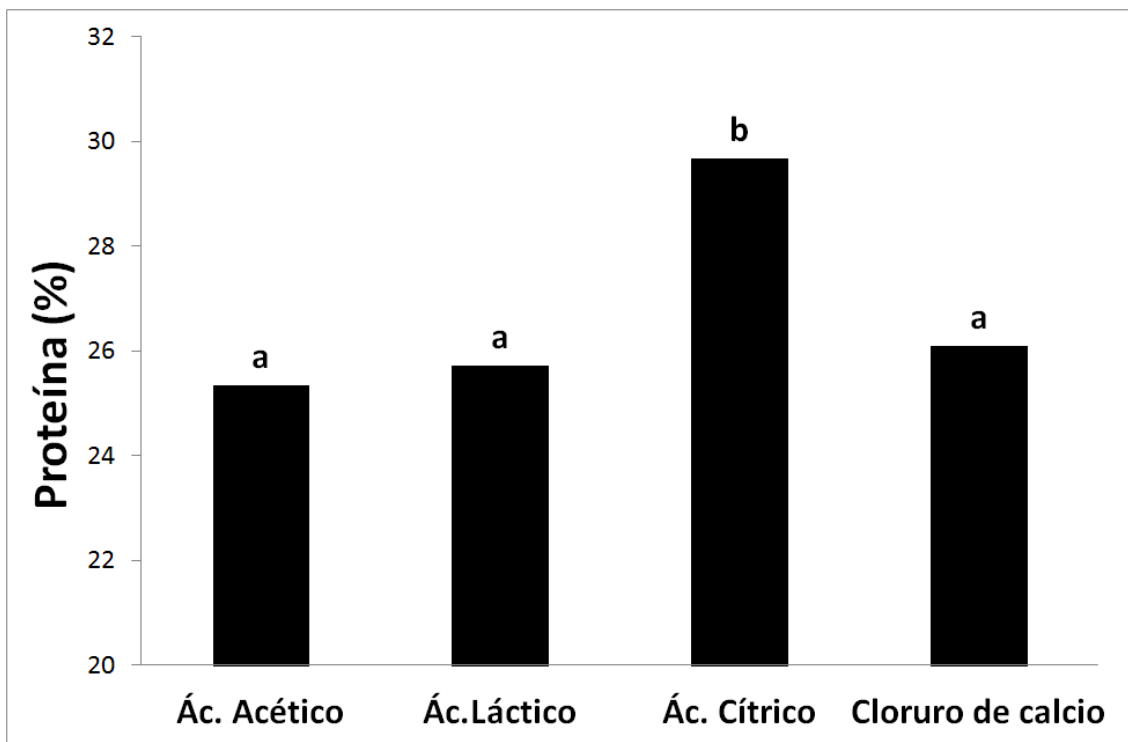
El contenido de materia grasa de la ricota presentó valores entre 14 y 18,5% (**Figura 8**). La utilización de ácido cítrico resultó en una ricota con mayor contenido de grasa (18,5%). La ricota obtenida a partir de cloruro de calcio arrojó el menor contenido de materia grasa. Por su parte no se observaron diferencias significativas entre las ricotas obtenida con ácido acético y ácido láctico.



**Figura 8:** *Materia grasa de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ .*

El contenido de proteína de la ricota también fue afectado por el tipo de coagulante utilizado (**Figura 9**). La utilización de ácido cítrico permitió obtener una ricota con un contenido de proteína significativamente mayor que los otros tres coagulantes. Resulta de interés destacar que el mayor contenido de proteína y grasa de la ricota obtenida con ácido cítrico no se asoció con un mayor rendimiento sino que como se mencionó anteriormente se compensó con una menor humedad. Si bien las diferencias físico-químicas en el proceso de coagulación por acción de los diferentes compuestos no se conoce, resulta posible especular que esto se haya asociado con un mayor desuerado resultante del uso del ácido cítrico. La mayor desorganización de las micelas de caseína podría favorecer el arrastre de grasa generando coágulos más hidrofóbicos. Resultaría de interés analizar estos aspectos en futuros estudios.



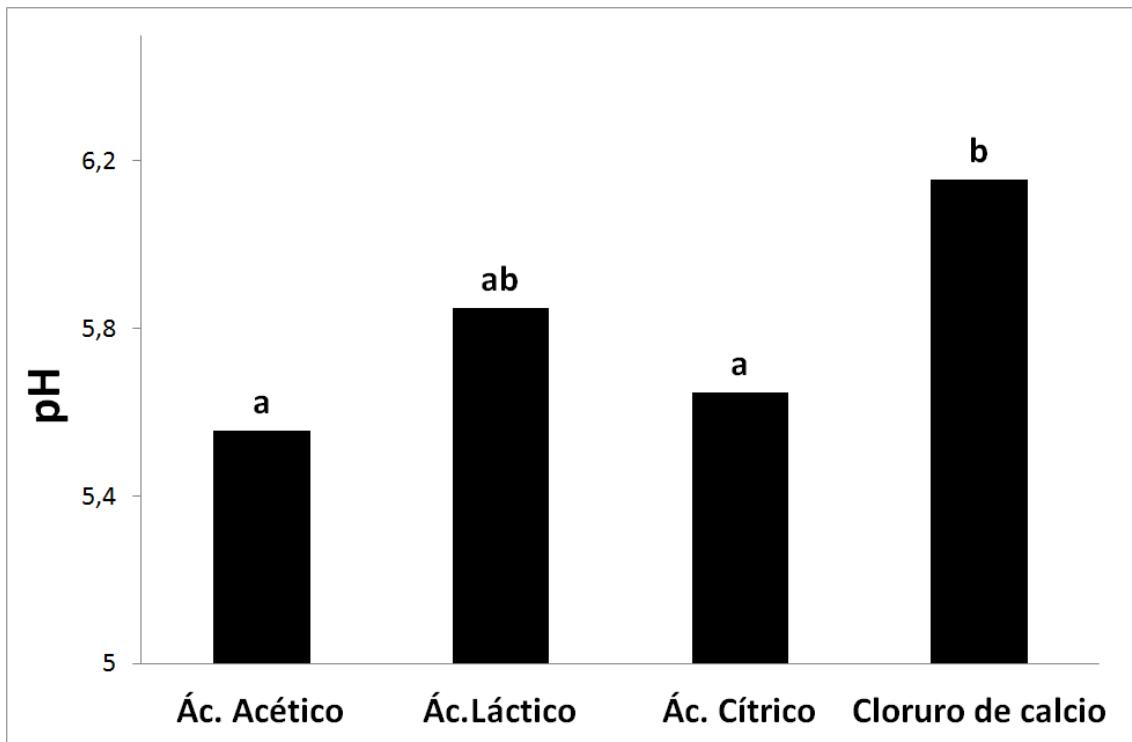


**Figura 9:** Proteína de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ .

Si bien el Código Alimentario Argentino indica algunas características generales que debe poseer la ricota, como su humedad y contenido de grasa dependiendo de si fue obtenida a partir de leche descremada, o entera, es importante analizar otros aspectos que puedan afectar su sabor, apariencia, color y textura (Pizzillo et al., 2005; Cattaneo et al., 2005).

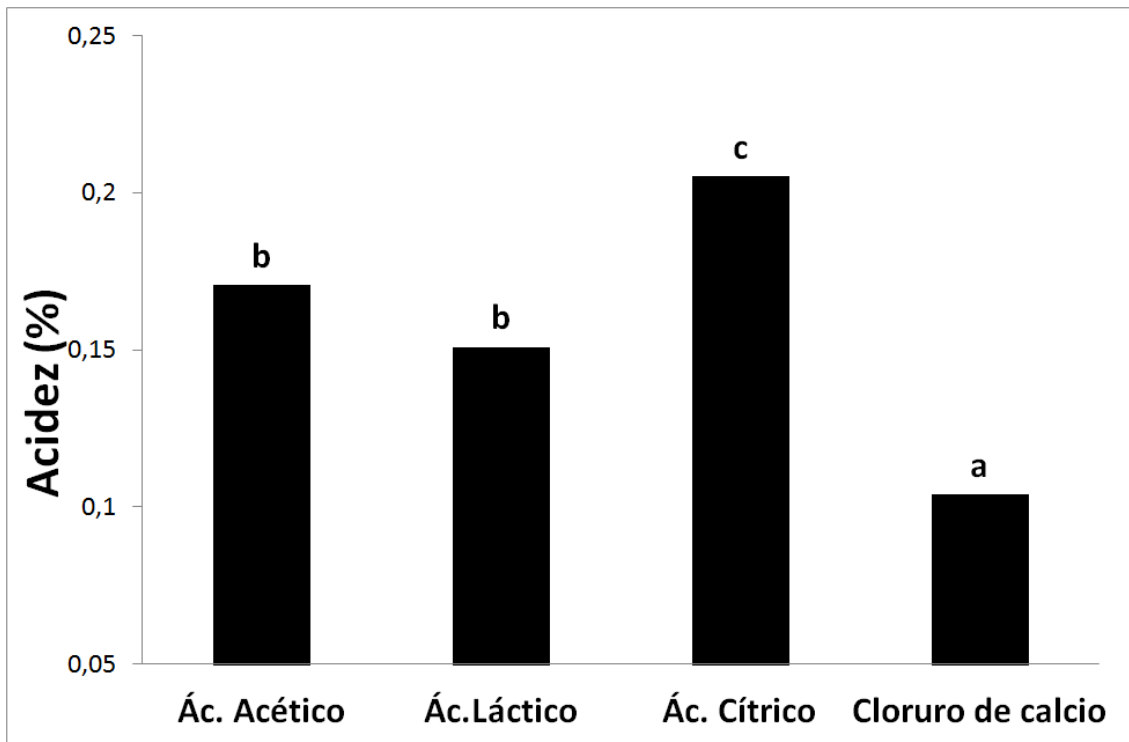
#### 4.2.4. pH y acidez.

El pH de la ricota osciló entre 5,5 y 6,2 (**Figura 10**). La ricota elaborada con de cloruro de calcio 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 que los otros tratamientos. De todos modos, entre los tres ácidos (ácido acético, ácido láctico y ácido cítrico) no se hallaron diferencias de pH aunque si valores distintos de humedad por lo que sería interesante analizar si el efecto de menor retención de agua se asocia con un carácter hidrofóbico de la ricota coagulada con ácido cítrico más que con su menor sinéresis.



**Figura 10:** pH de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ .

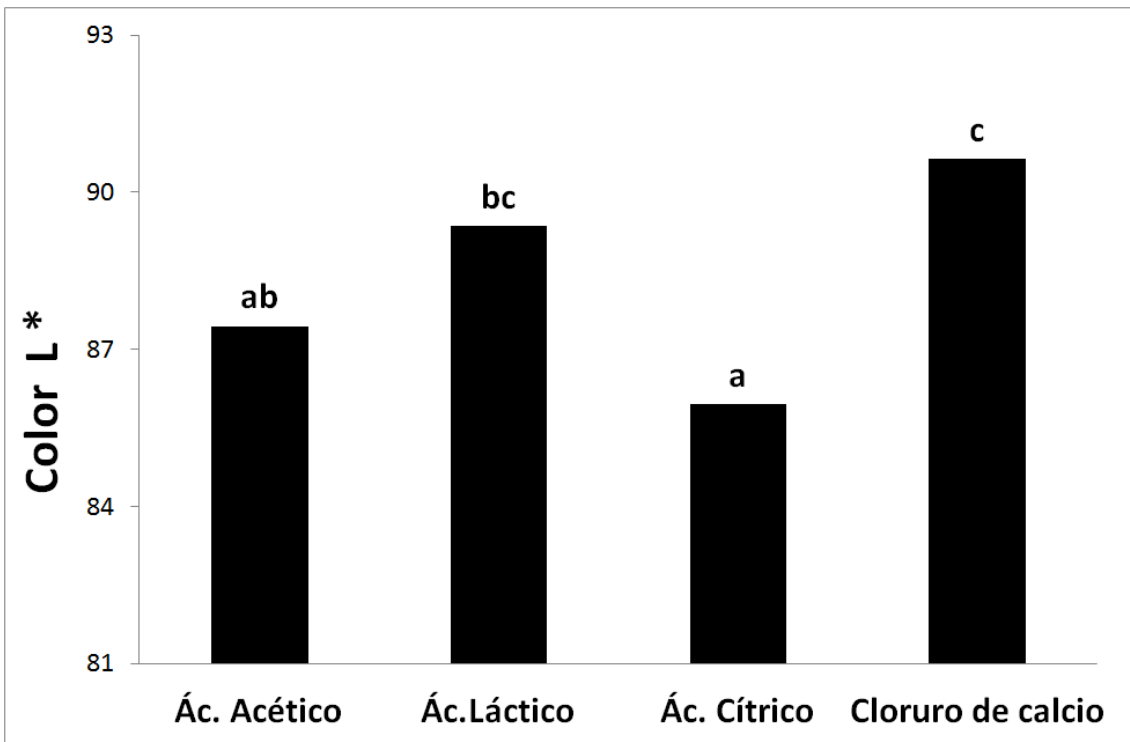
Los ácidos orgánicos más que afectar el proceso de coagulación propiamente dicho, podrían tener efectos sobre el sabor del producto. Los perfiles de sabor aportado dependen del ácido considerado (Veisseyre, 1988). Por otra parte el cloruro de calcio en concentraciones elevadas puede dar lugar a sabores amargos (Veisseyre, 1988). La ricota coagulada con ácido cítrico mostró la mayor acidez con niveles cercanos a 0,2% de ácido láctico que aquellas ricotas obtenidas con ácido láctico (0,17%) y ácido acético (0,15%) que no mostraron diferencias significativas entre sí. (**Figura 11**). La utilización de cloruro de calcio arrojó el menor valor de acidez (0,10%). Esto se atribuiría a que en el caso del cloruro de calcio el proceso de acidificación es más gradual como consecuencia de la precipitación de los fosfatos. Por otra parte, la mayor acidez del ácido cítrico a igualdad de pH final con los demás ácidos podría explicarse con el hecho de que este es un ácido más débil.



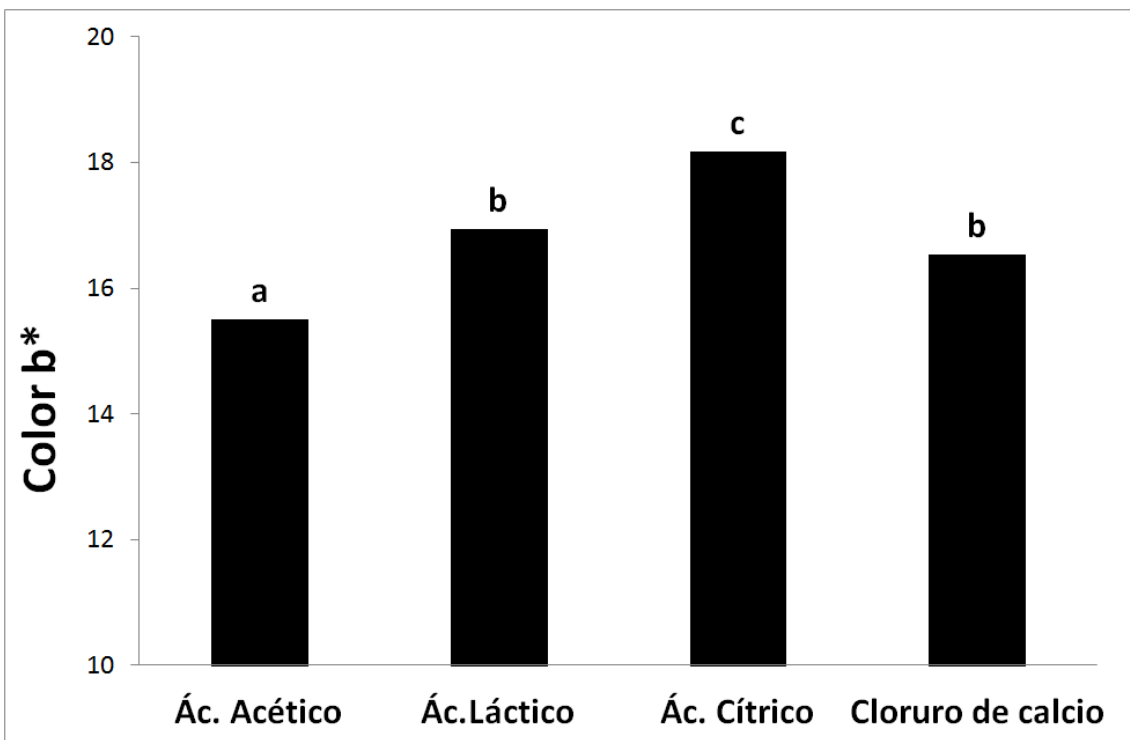
**Figura 11:** Acidez de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ .

#### 4.2.5. Color y apariencia.

La ricota elaborada con ácido cítrico presentó un color más oscuro (menor  $L^*$ ) y más amarillo (mayor  $b^*$ ). Por su parte, el color más claro fue el de la ricota obtenida con cloruro de calcio (**Figuras 12 y 13**). Los otros dos acidificantes mostraron valores intermedios. Más allá de las mediciones realizadas con el colorímetro, las diferencias se observaron claramente en forma visual (**Figura 14**). El tono más amarillo de la ricota ácido cítrico es esperable por su mayor contenido de grasa. Esto podría resultar en un mayor contenido de pigmentos liposolubles de la leche como los carotenoides asociados con la materia grasa (Alais, 1985). Otros pigmentos hidrosolubles como la riboflavina permanecerían en el suero (Veisseyre, 1988).



**Figura 12:** Color ( $L^*$ ) de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $P < 0,05$



**Figura 13:** Color ( $b^*$ ) de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ .



**Cloruro de calcio**



**Ácido Cítrico**



**Ácido Acético**



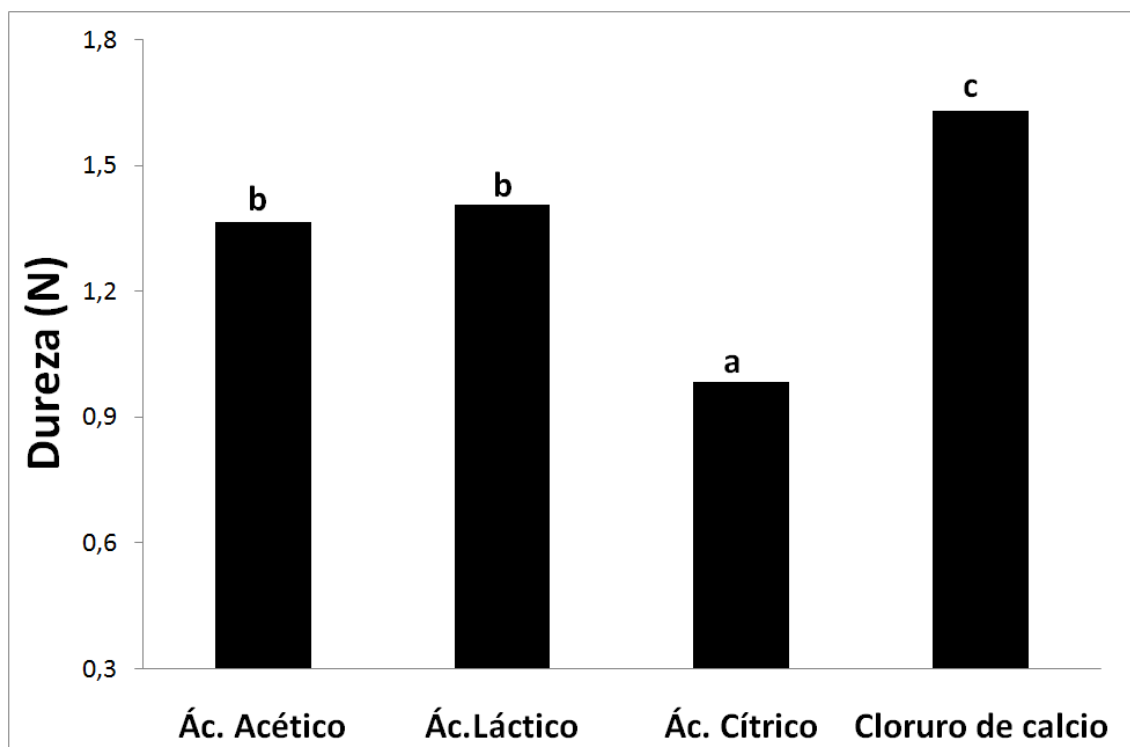
**Ácido Láctico**

**Figura 14:** Apariencia de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ .

En la imagen, se puede observar claramente que la ricota obtenida con ácido cítrico presentó color más amarillo y la obtenida con cloruro de calcio un color mucho más blanco.

#### 4.2.6 Dureza.

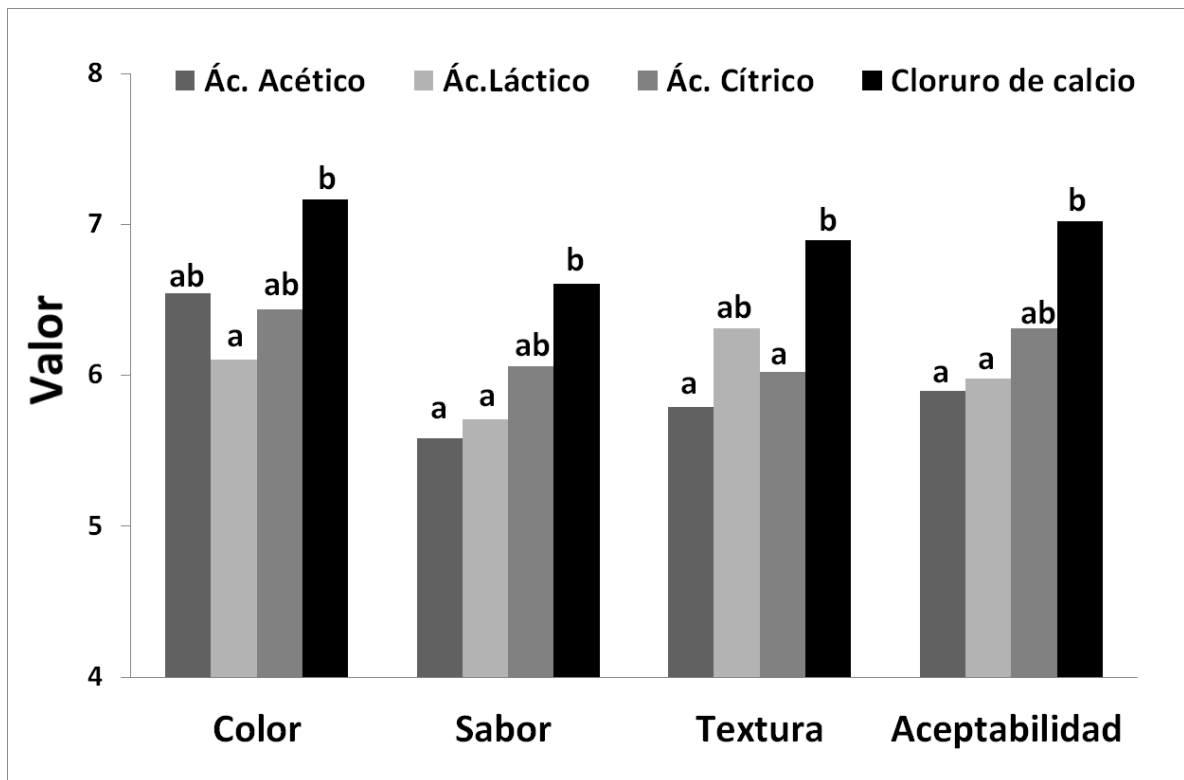
La dureza de la ricota osciló entre 0,9 y 1,6 N (**Figura 15**). La ricota elaborada con cloruro de calcio arrojó el valor de dureza más alto, esta característica podría deberse a la mayor unión de las proteínas al formar el coágulo debido a una mayor concentración de calcio aportado por este precipitante. Esto apoya lo anteriormente mencionado respecto a la menor descalcificación de las micelas por el pH más alto y la menor tendencia al desuerado que los otros tratamientos.



**Figura 15:** Dureza de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ .

#### 4.2.7. Aceptabilidad.

Finalmente se realizó una prueba de aceptabilidad global y por atributos con panelistas no entrenados. Los resultados arrojaron una mayor aceptabilidad global de la ricota obtenida con cloruro de calcio (**Figura 16**). Esto se debió a niveles superiores tanto en el color como en el sabor y la textura.



**Figura 16:** Aceptabilidad (sabor, color, textura y aceptabilidad global) de ricota de leche de vaca elaborada con diferentes coagulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico y cloruro de calcio). Las letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos en un test de Fisher con un nivel de significancia de  $P < 0,05$ .

## 5. CONCLUSIONES





*Los resultados muestran que el coagulante empleado posee influencia sobre el rendimiento y las propiedades físicas, químicas y sensoriales de la ricota. La coagulación con cloruro de calcio resulta en un producto con un rendimiento mayor, pH más elevado y menor acidez. La ricota obtenida a partir de la coagulación con ácido cítrico es menos dura, posee mayor contenido de grasa y proteína, menor humedad y color más amarillo. Por su parte las ricotas obtenidas con ácido acético y láctico muestran propiedades intermedias entre las dos antes mencionadas. La ricota obtenida con cloruro de calcio fue la que mostró mayor aceptabilidad global.*

## 6. REFERENCIAS



- Anon** 2012
- Alais, C.** 1971. Ciencia de la leche. Cia Editorial continental, Mexico Capitulo 12
- Alais, C.** 1985. Ciencia de la leche. Cuarta edición. Reverte. España. 884 pp.
- AOAC.** 1980. Official Methods of Analysis, 13th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
- CAA.** 1969. Código Alimentario Argentino. Capítulo VIII. En: [www.anmat.gov.ar](http://www.anmat.gov.ar). Visitado 2012.
- Carminati, D., Bellini, E., Perrone, A., Neviani, E., Mucchetti, G.** 2002. Traditional ricotta cheese: Survey of the microbiological quality and its shelf-life. *Industrie Alimentari*. 41, 549-555.
- Cattaneo, T.M.P., Summa C., Bertolo G., Giangiaco, R.** 2005. Spreadability of mascarpone cheese: Sensory and objective measurements. *Milchwissenschaft*. 60, 399-402.
- CIL. 2012.** Centro de la Industria lechera argentina. En: <http://www.cil.org.ar/> Visitado Octubre 2012
- CFI.** 2012. Consejo Federal de Inversiones. Cadena de la producción láctea. En: <http://www.cfired.org.ar/Default.aspx?nId=966> Visitado en Octubre 2012.
- FAO.** 2012 [www.faostat.org](http://www.faostat.org). Visitado Octubre 2012
- Forsum, E., Hambraeus, L.** 1977. Nutritional and biochemical studies of whey products. *Journal of Dairy Science*. 60, 370–377.
- Giannuzzi, L.** 1998. Mathematical modeling of microbial growth in fresh filled pasta stored at different temperatures. *Journal of Food Processing Preservation*. 22, 433-447.
- Hough, G., Puglieso, M.L., Sanchez, R., Da Silva, O.M.** 1999. Sensory and microbiological shelf-life of a commercial ricotta cheese. *Journal of Dairy Science*. 82, 454-459.

**-MinAgri.** 2012. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Estadísticas, Subsecretaria\_de\_lecheria. En [http://64.76.123.202/site/\\_subsecretaria\\_de\\_lecheria](http://64.76.123.202/site/_subsecretaria_de_lecheria) Visitado Octubre 2012.

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

**-Pizzillo, M., Claps, G.F., Cifuni, V., Fedele, R.** 2005. Effect of goat breed on the sensory, chemical and nutritional characteristics of ricotta cheese. Livestock Production Science. 94, 33-40.

**-Sánchez Sánchez et al.,** 2009

**-SENASA.** 2012. En: [www.senasa.gov.ar](http://www.senasa.gov.ar). Visitado Octubre 2012.

**-Veisseyre, R.** 1988. Lactología técnica. Segunda edición. Editorial Acribia. España. 714 pp.

**-Weatherup, W.** 1986. The effect of processing variables on the yield and quality of ricotta cheese. Dairy Industries International. 51, 43-45.