

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



Trabajo Final de Grado

Carrera Ingeniería Agronómica

**“Efecto de la inclusión de la etapa de termo –
excitación sobre la velocidad final de
elaboración de un queso Cuartirolo.”**

Director: Hilda R. Castagnasso

Co-Director: Elisa C. Miceli

Alumno: Fusé, Juan Martín

Legajo N°: 23419/2

1. Introducción



1.1. Características generales de la estructura de producción y consumo lechero mundial

Según el Código Alimentario Argentino con la denominación de leche, se entiende al producto obtenido por el ordeño total e interrumpido, 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 de ninguna especie.

La producción global de leche se ubica en los 460 millones de toneladas anuales. Según estimaciones de la FAO y del Departamento de Agricultura de Estados Unidos la producción mundial de leche en el 2009 se incrementó en un 2%. La expansión estuvo alentada por el alza de los precios de la leche. La producción de China creció un 18% en el año para transformarse en el tercer productor mundial. Sin embargo, este país seguirá siendo el principal importador de lácteos ya que la demanda continúa superando la oferta doméstica, debido a su rápido crecimiento económico (a una tasa del 10 % anual sostenida. India y Pakistán también han mostrado aumentos de entre 3 y 4%. El fuerte crecimiento de la producción en este país y en Asia en general ha sido estimulado por el incremento de las inversiones tendientes a mejorar en la capacidad de producción e industrialización como el comercio de los productos. Nueva Zelanda registró también un repunte en la producción y en menor medida también lo hicieron Australia, Brasil y Argentina, garantizando disponibilidad de suministros exportables. La lechería Argentina se encuentra recuperación luego de la disminución productiva derivada de la crisis de inicios de la década pasada, por la mejora de la situación coyuntural así como en la superación de un importante período de sequía.

Cerca del 90% de producción mundial de leche (incluyendo a todas las especies) se destina a satisfacer los mercados internos y sólo un 10-12% se comercializa

internacionalmente. El consumo total de leche y productos lácteos alcanza, en el mundo, los 80 litros de equivalentes de leche fluida por habitante por año, con una gran polarización en función del grado de desarrollo de los países. Así en naciones en desarrollo el consumo aparente por habitante por año promedia los 45,2 litros valor que asciende a 197,4 litros en países desarrollados.

1.2. Historia y caracterización de la lechería Argentina

La industria lechera comenzó a dar sus primeros pasos al finalizar la Revolución de Mayo y sus principales indicadores fueron los inmigrantes europeos, entre los cuales podemos nombrar españoles, escoceses, ingleses y vascos. En sus principios, las actividades se realizaban en forma artesanal, pero a principios del siglo XX, la industria lechera moderna ya era un hecho, gracias al esfuerzo y espíritu innovador de los pioneros. Con la inserción de tecnología, los procesos de obtención y tratamiento la leche se mejoró paulatinamente. En esta primera etapa las principales mejoras se orientaron a mejorar la calidad, higiene y pureza de la leche. Hasta casi fines del siglo pasado, la leche era consumida o utilizada en la fabricación de productos lácteos sin tratamiento alguno y tal cual era ordeñada (leche cruda). Pero con la introducción y difusión de ciertos procesos básicos industriales, entre los que se destacan los procesos térmicos y la estandarización del contenido graso, se logró un gran avance, al poder obtenerse masivamente una materia prima más uniforme y segura. Desde entonces el complejo lácteo Argentino ha dado históricamente acabadas pruebas de su capacidad para generar valor y fuentes genuinas de trabajo. La producción en el año 2010 fue superior a los 10.000 millones de litros obtenidos a partir de un stock estimado de 1,8 millones de cabezas, distribuidos en aproximadamente 11.500 tambos. Esto hace un promedio de aproximadamente 150 vacas por tambo. La raza más difundida la Holando

Argentino, sin embargo, existe también, aunque en una proporción marginal, explotaciones de razas Jersey y Shorthorn. (SAGPyA, 2010). Las principales provincias productoras de leche de la Argentina son: Córdoba (37% de la producción) seguida por Santa Fe (32 %) y Buenos Aires (27 %). El resto se reparte en pequeños aportes de otras regiones, entre otras de Entre Ríos y La Pampa. Según se observa en la **Figura 1** la provincia de Buenos Aires presenta una zonificación de la actividad en lo que se conoce como “cuencas”. Las mismas son la del Oeste, Abasto Norte, Abasto Sur y Mar y Sierras y Sur. La cuenca del Oeste, es la más importante con el 51 % de los tambos y 54 % de la producción. Le siguen Abasto Sur, Abasto Norte ubicándose en el último lugar la cuenca Sur.

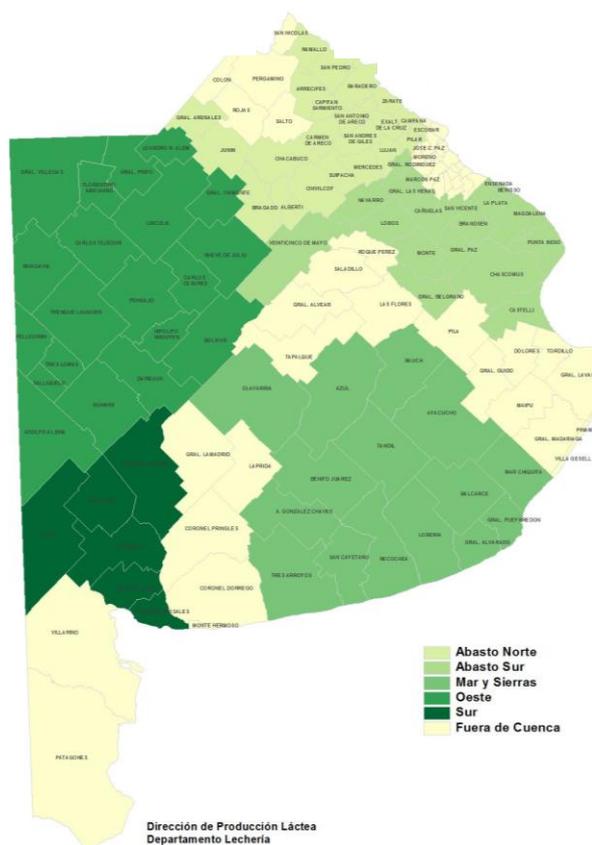


Figura 1: Diferentes cuencas lecheras de la Provincia de Buenos Aires (Fuente: Ministerio de Asuntos Agrarios Pcia. Bs. As., 2010).

1.3. La leche: composición y principales destinos

La leche cruda normal está compuesta básicamente por agua (87-88 %), lactosa (4,8 %), grasa (3,6 %), proteínas (3,3 %), minerales (0,9%) y vitaminas (A, B, D, E). La concentración de estos componentes varía según la raza de que se trate y dentro de esta existen importantes variaciones en función de la genética de cada animal. Por otra parte, el estado nutricional y sanitario juega un rol fundamental en la producción láctea. Así animales enfermos o mal alimentado producen bajo volumen de leche y de mala calidad (Alais, 1985). La calidad de la leche se define en sus dos aspectos: riqueza en sus componentes nutritivos y características higiénico-sanitarias. Los sistemas de pago de la leche en la mayor parte de los países del mundo incluyen ambos aspectos. La calidad composicional está referida al nivel de sólidos totales y dentro de estos al contenido de grasa y de proteína, que son los principales componentes desde el punto de vista del rendimiento en los procesos de elaboración de la leche. Por su parte la calidad higiénico-sanitaria se mide básicamente por medio de dos parámetros que son los recuentos de bacterias viables (RBV) y de células somáticas (RCS). Estos son considerados en los sistemas de bonificación por calidad. El RBV mide la cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC) y es un indicador de la higiene con que se realiza el manejo del rodeo y las rutinas de ordeño y lavado y del buen funcionamiento del sistema de almacenamiento y enfriado de la leche en el establecimiento. El recuento de células somáticas (RCS) es un indicador del estado general de sanidad de las ubres, y se relaciona con el correcto funcionamiento de los equipos de ordeño, de las rutinas de ordeño, y un plan de control de mastitis. La leche, apenas obtenida tiene la temperatura corporal de la vaca, (alrededor de 37°C) que es una temperatura óptima para el desarrollo de microorganismos, por lo que resulta vital enfriarla apenas ordeñada, para evitar su proliferación. El almacenamiento a baja temperatura y en condiciones

higiénicas de la leche cruda en el tambo, como en todo el resto de la cadena de recolección y transporte permite mantener la pureza e higiene. *De los aspectos anteriormente mencionados se desprende que el punto de partida para la obtención de leche de calidad se basa en un ajustado manejo de la sanidad y alimentación de los rodeos así como de la realización de una correcta rutina de ordeño y posterior conservación de la leche hasta la llegada a las usinas lácteas.*

La leche en nuestro país posee en términos promedio buena calidad bacteriológica (<100.000 UFC/mL) mientras que un 50-60% presenta recuentos de células somáticas inferiores a las 400.000 por mililitro. Este es un aspecto importante de considerar ya que si bien para su consumo las leches son sometidas a tratamientos para eliminar patógenos y que a su vez permiten una reducción significativa de la flora banal, existe consenso en que se debe propender a obtener un producto higiénico con el del mínimo posible de carga microbiana a partir del control sanitario del ganado. Esto es debido a que la pasteurización, aunque reduce el recuento de bacterias de la leche, no puede mejorar una materia prima de calidad composicional mediocre o mala. *Si bien no se trata de una tarea sencilla y requiere más allá del conocimiento técnico y las instalaciones apropiadas del compromiso y responsabilidad de los encargados de la producción.*

Del la leche producida aproximadamente un 20% se destina al consumo en la forma de leche fluida, un 7% constituye leche que no ingresa en los canales formales y que el resto es utilizado en la obtención de diferentes productos. Del cerca de millón y medio de toneladas de productos lácteos 32% del total en peso de producto corresponde a las leches fermentadas 31% a quesos 14% es el porcentaje de peso leche polvo (aunque 2000 millones de litros). Finalmente una fracción cercana al 8% se destina a la

obtención de dulce de leche y cerca del 4% a la producción de manteca y un 11% a otros productos (**Figura 2**).

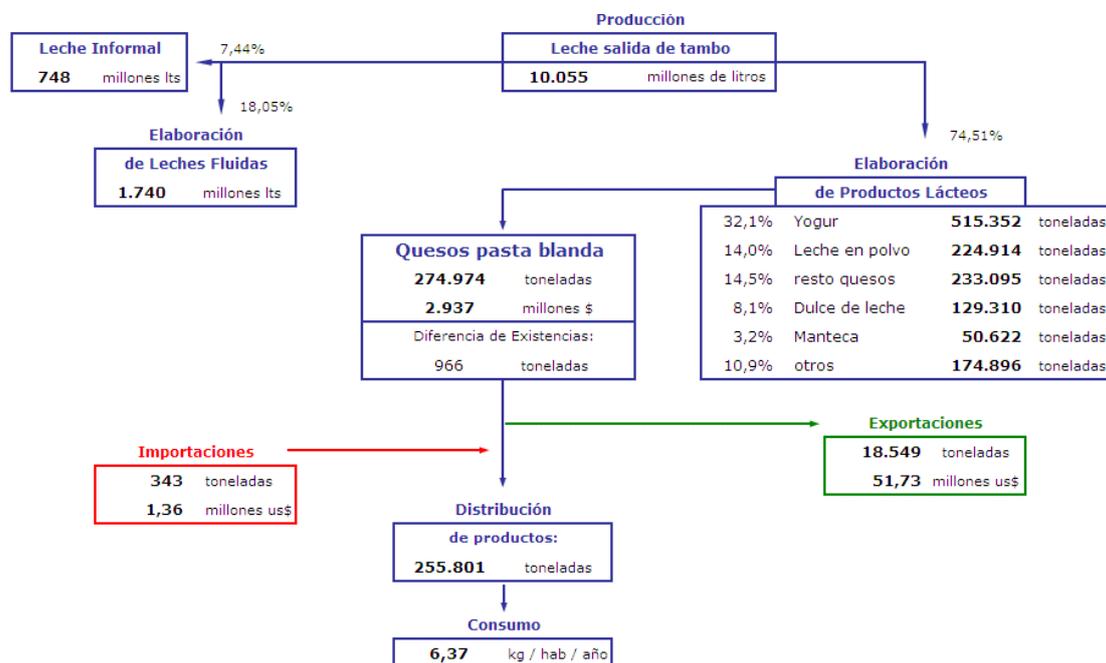


Figura 2: Destinos de la leche producida en nuestro país (Fuente: Ministerio de Agricultura de la Nación, 2010).

1.4. El queso

1.4.1. Orígenes y definición

La palabra queso se deriva de la palabra caseína (latín *caseus*). La mitología otorga la elaboración del primer queso a Aristeo, hijo de Apolo y Cirene. Más allá de esto todo hace indicar que muy probablemente el queso se inventó por sí solo. Cuenta la leyenda que en un día caluroso, en Asia Menor, un pastor había puesto la leche en el interior de un saco obtenido a partir de un estómago de cabrito y al cabo de algunas horas al querer beberla, se encontró con que la leche se había transformado en una cuajada y suero. (Borbonet Legnani, 2001).

La organización internacional para la Agricultura y la Alimentación (FAO, Food and Agricultural Organization) define el queso como el producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido por:

- coagulación de la leche, leche desnatada, leche parcialmente desnatada, nata de suero o mazada, solos o en combinación, gracias a la acción del cuajo o de otros agentes coagulantes apropiados y por eliminación parcial del lacto - suero resultante de esta coagulación, o

-por el empleo de otras técnicas de fabricación que conllevan a la coagulación de la leche y/o de materias de procedencia láctea, de manera que se obtiene un producto acabado con las mismas características físicas, químicas y organolépticas esenciales que el producto definido en el apartado anterior.

Los ingredientes básicos que se utilizan en la fabricación del queso además de la leche son:

-Cultivos de bacterias lácticas o fermentos.

-Cuajo, ácidos o enzimas coagulantes.

Sal.

Aditivos autorizados según tipos de quesos y según la legislación de cada país (cloruro de calcio, nitrato de potasio, β caroteno, etc.).

Según la norma internacional de la FAO se puede aplicar el calificativo de quesos a los productos obtenidos por coagulación de leches recombinadas o reconstituidas (leche desnatada, leche parcialmente desnatada o de nata), a condición de que en su etiqueta se lo indique (Madrid Vicente, 1990). El Código Alimentario Argentino define al queso el producto fresco o madurado (se entiende por fresco al que está listo para el consumo poco después de su fabricación y madurado al que ha experimentado los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos de la

variedad) que se obtiene por separación parcial del suero de la leche o leche reconstituida (entera, parcial o totalmente descremada), o de sueros lácteos, coagulados por la acción física del cuajo, de enzimas específicas, de bacterias específicas, de ácidos orgánicos, solos o combinados, todos de calidad apta para uso alimentario; con o sin el agregado especias, condimentos, aromatizantes, colorantes u otros aditivos específicamente indicados. Resulta importante mencionar que la denominación queso está reservada a los productos en que la base láctea no contenga grasa y/o proteínas de origen no lácteo. Por otra parte, todos los productos denominados queso deben incluir el nombre de la variedad que corresponda, siempre que responda a las características especificadas en el Código.

1.4.2. Clasificación e importancia relativa de los diferentes grupos

Según el Código Alimentario y la normativa del MERCOSUR los quesos se pueden clasificar:

I) De acuerdo al contenido de materia grasa del extracto seco total en:

*Extra grasos o doble crema: mayor a 60 % MG.

*Grasos: entre 45 % y 60 % de MG

*Semi - grasos: entre 25 % y 45 % MG

*Magros: entre 10 % y 25 % de MG

*Descremados: menos de 10 % de MG

II) De acuerdo al contenido de agua:

*Quesos de muy alta humedad o pasta muy blanda: mayor a 55 % de agua.

*Quesos de alta humedad o pasta blanda: entre 45 % y 55 % de agua.

*Quesos de mediana humedad o pasta semi - dura: entre 36 % y 45 % de agua

*Quesos de baja humedad o pasta dura: hasta el 35 % de agua.

III) De acuerdo a uso doméstico:

* Quesos de mesa

* Quesos de rallar

* Quesos de pasta hilada

Según puede apreciarse en la **Figura 3** los quesos de alta humedad o de pasta blanda, son los de mayor consumo por la población

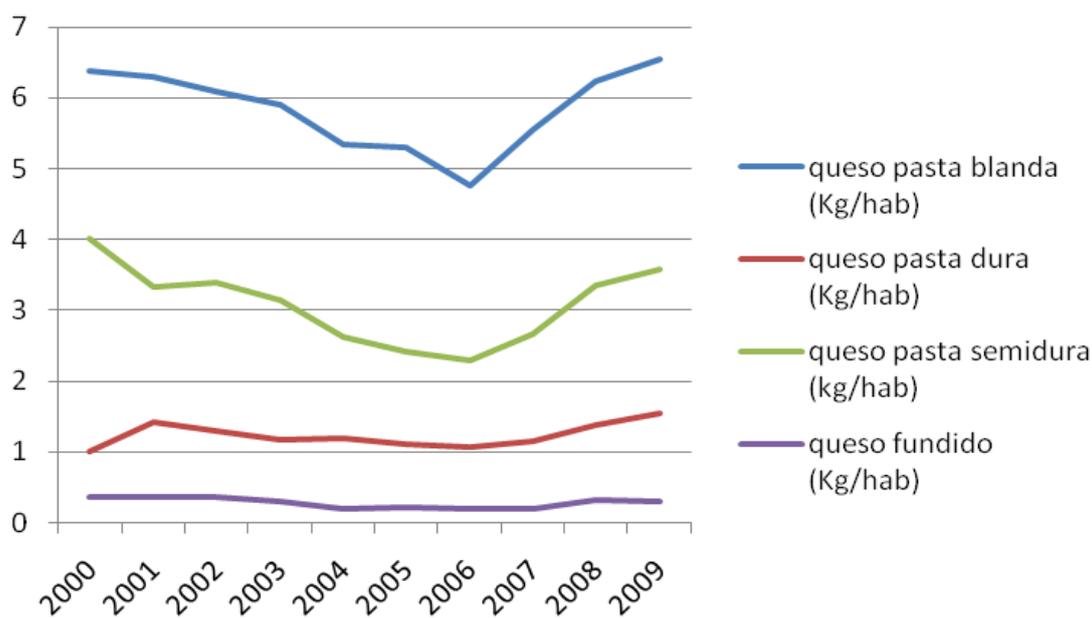


Figura 3: Consumo nacional per cápita de quesos (Fuente: Dirección de Industria Alimentaria. Convenio SAGPyA-CIL-FIEL, 2010).

Asimismo los quesos de pasta blanda constituye junto con los semiduros los grupos de quesos más importante en términos de volumen exportado principalmente a partir de un aumento de su importancia relativa desde 2005 (**Figura 4**).

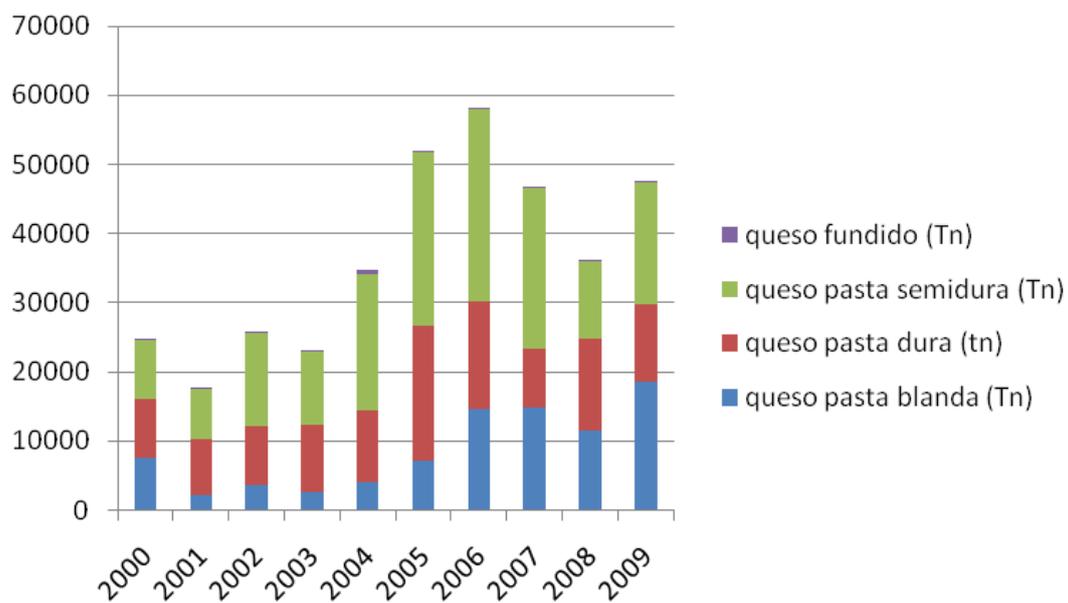


Figura 4: Exportación nacional de quesos según tipo (Fuente: Dirección de Industria Alimentaria, 2010).

1.4.3. Queso Cuartirolo

Este queso blando, dulce y de rápida maduración, tiene sus orígenes en Italia, en la región de Lombardía (provincias de Bergamo, Brescia, Como, Cremona, Lecco, Lodi, Milano, Pavia y Varese). La palabra Cuartirolo proviene del dialecto lombardo Quartirolo y se refiere a la cuarta cosecha de la hierba que se la transforma en heno durante el otoño para alimentar a las vacas en invierno. El cuarto brote de esta hierba es el que se deja para consumo directo de los animales (*erba quartirola* o cuarta hierba), y la leche por ellos producida se utilizaba para elaborar el queso Quartirolo Lombardo (**Figura 5**).



Figura 5: *Queso Cuartirolo.*

El pastoreo duraba no más de sesenta días y luego se llevaba a las vacas a los establos a pasar el duro invierno. Sin embargo, hoy se elabora este queso durante todo el año. Los inmigrantes lombardos que llegaron a la Argentina conservaron la tradición de elaboración de este queso con las variantes que conocemos en nuestros días.

Antiguamente la legislación Argentina consideraba dos variantes de queso Cuartirolo: el Cuartirolo mantecoso (con un mínimo de 50% de grasa en extracto seco) y el Cuartirolo (con un porcentaje entre 35 y 50% de grasa en extracto seco). Estrechamente vinculado al queso Cremoso, el queso Cuartirolo representa industrialmente una variante de aquel, en el cual la pasta se seca un poco más, para dar mayor vida útil al producto. Actualmente según el Código Alimentario Argentino se entiende por Queso Cuartirolo al producto de alta y muy alta humedad, graso, elaborado con leche entera o leche estandarizada, acidificada por cultivo de bacterias lácticas y coagulada por cuajo y /o enzimas específicas con masa: cruda, moldeada, prensada, salada y madurada. La pasta es blanco-amarillenta uniforme, blanda, cerrada y algo elástica (**Figura 5**).

El queso Cuartirolo tiene generalmente forma de paralelepípedo, pero también se permite la forma cilíndrica achatada. Se comercializa en hormas de 2 a 5 kg o trozado. Su corteza es incolora, (cuando la posee) ligeramente consistente, entera, lisa o rugosa en algunos casos cubierta con almidón o fécula de maíz y No posee ojos, presentando sabor ligeramente ácido, aroma suave y agradable. Su conservación para el consumo es mínimo 20 días (hormas de hasta 2.5 kg.) y mínimo 30 días (hormas de 2.5 a 5 kg.) a una temperatura no superior a 8 ° C. (CAA, 2006). A continuación se presenta la composición proximal del Queso Cuartirolo (**Tabla 1**):

Tabla 1: Composición porcentual aproximada del queso cuartirolo (Fuente: Argenfoods, 2010)

Componente	Concentración
Proteína	20,8 g/100g
Grasa	21,4 g/100g
Hidratos de carbono	3,9 g/100g
Cenizas	3,7 g/100g
Sodio	360 mg/100g
Potasio	64 mg/100g
Calcio	625 mg/100g
Fósforo	700 mg/100g
Energía	291 Kcal/100g
Tiamina	0,04 mg/100g
Riboflavina	0,5 mg/100g

1.4.4. Proceso tecnológico de elaboración del queso Cuartirolo

La obtención de los diferentes tipos de queso se reduce a la obtención de una cuajada ácida, enzimática o sus combinaciones para su posterior separación del suero de los componentes lácteos. Las etapas detalladas en la elaboración de quesos se muestran a continuación (**Figura 6**):

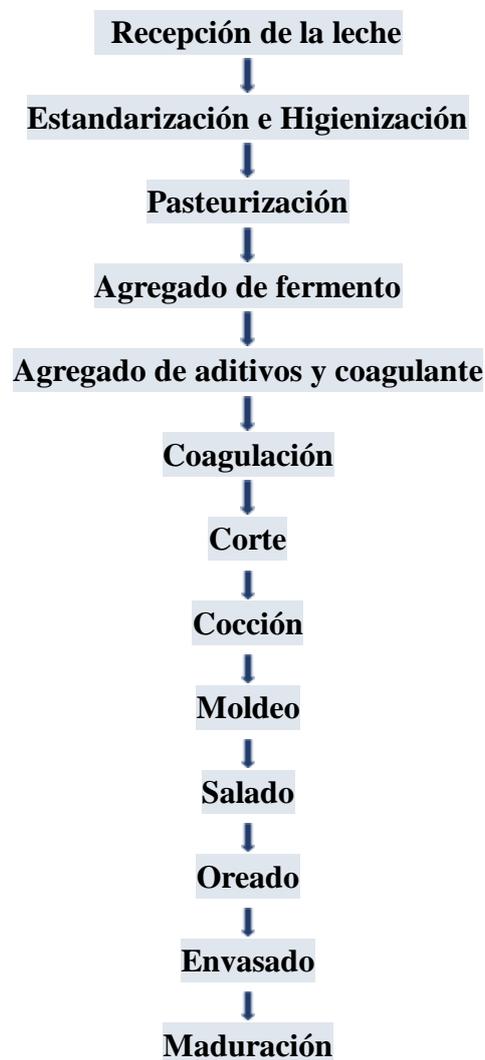


Figura 6: Esquema del proceso de elaboración de quesos.

Luego de los análisis de la leche para evaluar su calidad se procede a acondicionar la materia prima, para ello se debe filtrar la misma para eliminar la suciedad que pudiera estar presente (tierra, pasto) y someterla a tratamiento térmico para eliminar patógenos y reducir la flora banal. La pasteurización queda definida por dos factores, que son la temperatura alcanzada y el tiempo de exposición a dicha temperatura (Veisseyre, 1988). La pasteurización alta consiste en un calentamiento a 72° C durante 15 segundos. Luego del tratamiento térmico se debe añadir el fermento, ya sea antes de adicionar el cuajo o un determinado tiempo antes (una hora o más), de tal forma que se inicie la actividad de los microorganismos acidificantes. La dosis de fermento a sembrar depende de la temperatura de la leche y de la duración de la maduración; en general, es pequeña 0,50 a 1,00 %. Hay dos formas principales de realizar la siembra láctica: la inoculación de fermentos obtenidos por cultivo en leche (método tradicional) o la inoculación directa en la tina de cultivos congelados o liofilizados (Loguercio Cruzat, 1992). Luego de esta etapa inicial denominada maduración de la leche, el proceso continúa con la coagulación, considerada como la etapa fundamental de transformación de leche fluida en un gel de caseína capaz de retiene en buena medida la materia grasa ciertos minerales (principalmente calcio y fósforo) y algo de lactosa.

Los tratamientos térmicos muy enérgicos pueden disminuir la aptitud de la leche para la coagulación. Por tal motivo es recomendable una vez logrado el tratamiento deseado reducir rápidamente la temperatura hasta cerca de 35°C que suele ser una temperatura común para realizar la coagulación. La deficiencia de leches con tratamientos térmicos excesivos en su aptitud para la producción de queso subyace en la reducción de la forma ionizada de calcio y de la forma soluble de los fosfatos y citratos y en la desnaturalización parcial de las proteínas solubles. Es probable que el depósito

de proteínas desnaturalizadas sobre las micelas de caseína tenga como consecuencia una acción protectora sobre la acción del cuajo (Alais, 1985). Estas dificultades pueden al menos en parte revertirse mediante la adición de sales de calcio que reemplazan a parte del catión insolubilizado durante el tratamiento térmico. Posteriormente se adiciona el cuajo el cual se diluye en agua para facilitar su mezclado con la leche. La cantidad de cuajo por unidad de volumen de leche depende del tiempo deseado de coagulación para la temperatura que se utilice y de la fuerza del mismo. En general se realiza la obtención de la cuajada en 25-40 minutos. El descenso del tiempo permite obtener geles más firmes en contraposición con coagulaciones prolongadas que generan cuajadas más blandas. Una vez adicionado el cuajo se agita para distribuirlo homogéneamente y posteriormente se mantiene la mezcla en reposo. Las cuajadas predominantemente enzimáticas son flexibles, elásticas, compactas, impermeables y contráctiles. Esta última propiedad permite realizar el desuerado. Su carácter compacto tolera la intervención de acciones mecánicas potentes que facilitan la contracción del coágulo y la salida del suero. Sin esta acción, el gel no desuera debido a su impermeabilidad (Veisseyre, 1988). Los medios mecánicos de desuerado utilizados en quesería son el troceado y la agitación. En la elaboración de quesos blandos se realiza un corte de la masa en trozos grandes 1,5-2,5 cm. Su acción se completa, o se controla, por la temperatura y la acidificación. El objetivo de trocear el gel es producir una gran superficie libre para que pueda salir el suero y para facilitar la retracción del coágulo. Esta operación se puede realizar manualmente mediante cuchillas o liras. La operación de troceado se ha de comenzar cuidadosamente para no destruir el gel aún poco consistente, circunstancia que provocaría importantes pérdidas de caseína y grasa con el suero (Spreer, 1991).

Para acompañar el desuerado se acude a la cocción de la cuajada que provoca la contracción de la matriz proteica con la subsiguiente eliminación de una nueva fracción de suero. El incremento de temperatura acelera también el metabolismo de las bacterias retenidas en la cuajada: la producción de ácido láctico aumenta, el pH desciende y esta acidez facilita la retracción de las partículas lo que provoca una nueva expulsión de suero. Dicha elevación debe ser progresiva, sobre todo al comienzo del calentamiento. Cuando el calentamiento es brusco, se observa la formación, en la superficie de los granos, de una costra impermeable, mientras que la parte central permanece húmeda y el desuerado se detiene (Scott, 1991). En el caso del queso cuartirolo el incremento de la temperatura luego del corte es sólo en caso de ser necesario y de unos pocos grados ya que se desea una cuajada que retenga un elevado contenido de agua.

El prensado acelera el desuerado de los quesos. Fundamentalmente se prensan los quesos de pasta dura y los de pasta firme para que adquieran una mayor consistencia. El prensado reduce a su vez la acidez, lo que les confiere a estos quesos un sabor más suave, menos ácido. Se realiza tanto, por la presión que ejerce el peso de los mismos quesos como aplicando una fuerza adicional (Spreer, 1991).

A continuación se procede al salado, que tiene por finalidad completar el desuerado y participar de la formación del gusto. La sal actúa sobre los microorganismos del queso, sobre todo los de la superficie, seleccionando los que la toleran como los mohos y algunas bacterias. El salado provoca cambios de estructura al alterar la cantidad de agua ligada a la fracción proteica. También regula la humedad de la horma y contribuye a la formación de la corteza (Taverna y Coulon, 2000).

Una vez terminada la operación de salado se expone la superficie del queso a una corriente de aire para que se seque y comienza una etapa de maduración que incluye

todos aquellos procesos que tienen lugar y cuyo origen es físico, microbiológico y enzimático.

1.4.5. Termo-excitado de quesos

La maduración hace que el queso crudo de sabor casi insípido se transforme en un producto acabado de sabor suave y agradable que presenta muchas características específicas (Spreer, 1991). En los quesos de alta humedad este proceso es corto y luego de un oreo a temperatura ambiente por 1-3 d se realiza en cámaras refrigeradas a 4-8°C por unas semanas. De todos modos se han sugerido alternativas tendientes a reducir el tiempo de maduración como el termo-excitado (Belfiore, 1980). En esta técnica los quesos, dentro de los moldes, generalmente se someten a un proceso térmico en un lugar apropiado. La temperatura se sitúa entre 40- 43 ° C; se invierten cada media hora. El tratamiento se suspende cuando el suero extraído alcanza una acidez de 0,65 - 0,70 % de ácido láctico. Después se quita el molde y se introduce el queso en salmuera fría, a 2 - 4 ° C, con una concentración de cloruro de sodio de 25 - 28 % m / v. Se mantiene así durante 3 ó 4 horas. Se extrae de la salmuera y se coloca para su maduración a una temperatura entre 8 - 10 ° C y una humedad relativa cercana al 85 % que debería resultar más corta que en el caso de masas mantenidas sólo a temperatura ambiente. De todos modos no se conoce bien el efecto que esta estrategia posee en el caso de queso cuartirolo sobre su rendimiento, extracto seco, nivel de proteína, grasa y acidez aspecto que se decidió comenzar a evaluar en el presente trabajo.

2. Objetivo



El objetivo de este trabajo fue estudiar la incidencia de la incorporación de la etapa de termo - excitación sobre la composición y rendimiento de queso Cuartirolo.

3. Materiales y métodos



3.1. Materia prima

Para la elaboración de queso Cuartirolo, se utilizó una leche procedente del establecimiento “La Cecilia”. Dicho tambo se encuentra ubicado en la ruta provincial 54, km 6,3 en la localidad de Bartolomé Bavio, partido de Magdalena. El mismo se considera de mediano a pequeño pues cuenta con una superficie de 150 hectáreas propias y 10 hectáreas alquiladas. El tambo está integrado por un rodeo de 100 vacas Holando Argentino. La producción promedio de este tambo a lo largo del año es de 2.200 litros por día.

El sistemas de producción utilizado se denominan semi-extensivos o intermedio. En estos los animales se encuentran expuestos al ambiente, se realizan dos ordeñes por día y las pariciones son continuas siendo las de otoño más numerosas (60%) que las de primavera (40%). Este sistema también se basa en el aprovechamiento directo de pasturas y verdeos de clima templados. Los concentrados no superan el 30% de la dieta siendo utilizados como suplementos para balancear dietas, cubrir deficiencias estacionales en la producción de pasto y atender los mayores requerimientos que presentan los animales de elevado merito genético, especialmente en determinadas etapas de su ciclo productivo, es decir, la alimentación se basa en praderas, suplementadas con concentrados durante las épocas de pastoreo (otoño, primavera y verano) y en forraje conservado (heno y silaje) y concentrados durante el invierno. Este tipo de manejo ha ido desplazando a las lecherías con sistemas de pastoreo absoluto, como lo es en Nueva Zelanda donde los sistemas son pastoriles con muy poco grano y baja suplementación energética, ya que sus producciones son menos estacionales y por lo tanto reciben mejor precio por litro de leche.

En el establecimiento “La Cecilia” los animales a lo largo del año se alimentan de pasturas sembradas con trébol rojo, trébol blanco, alfalfa, “ryegrass” perenne,

cebadilla y pasto ovillo y se los suplementa con “silaje” de maíz, semilla de algodón, “pellets” de girasol y de trigo, grano de maíz molido, grano de cebada molida, rollos de “moha” y pasturas asociados con un suplemento mineral. Como complemento de esos potreros, había verdeos de invierno como “ryegrass” anual, avena y verdeos de verano como soja y sorgo forrajero. A las vacas se las ordeña dos veces por día durante un período aproximado de 9 meses. A este rodeo se le realizó control lechero y en caso de baja producción se las secó, teniendo un intervalo aproximado entre partos de 14,5 meses. Se practicó inseminación artificial con semen de animales de alta producción. La leche producida en el tambo se trasladó a la planta experimental del Curso de Agroindustrias de la FCAYF para su análisis y procesamiento.

3.2. Análisis físicos y químicos de la materia prima

Se realizaron previamente los análisis de materia prima para conocer su calidad y poder realizar un producto con las mismas características. Sobre las muestras de materia prima (FIL, 1985) se analizaron el contenido de sólidos totales por gravimetría (FIL, 1987), los porcentajes de materia grasa por el método de Gerber (FIL, 1997), proteína por el método de Kjeldahl (FIL, 1993), calcio por complejo-volumetría (FIL, 1992), la densidad con el termo-lacto-densímetro de Quèvene (IRAM 1984), acidez Dornic a través de volumetría ácido-base (IRAM 2006).

3.3. Elaboración del queso Cuartirolo

En el proceso de elaboración del queso, que se realizó en una tina de 100 litros de capacidad, de acero inoxidable, con doble camisa, alimentada con vapor de agua, se utilizó la técnica para quesos de pasta blanda sin mohos. Se partió de 20 litros de leche a la que se le realizó una pasteurización alta (73° C 15s). Una vez cumplido este proceso

se enfrió hasta que llegó a los 35 ° C y se midió la acidez Dornic. Luego se procedió a agregar cloruro de calcio en una dosis de 0,4 g/L y solución de colorante para quesos (*Bixa orellana*) diluida en agua destilada. Posteriormente se procedió a realizar una maduración de la leche con incorporación de un cultivo iniciador de bacterias lácticas termófilas, para uso directo en tina. Se dejó reposar y se midió la acidez Dornic para comprobar que las bacterias lácticas comenzaran su actividad. Finalmente se efectuó una coagulación predominantemente enzimática, mediante el agregado de cuajo de origen animal diluido en agua destilada y con el agregado de cloruro de sodio. Mientras se agregó el cuajo se agitó, con poca energía, para evitar que se formaran burbujas de aire en la leche y así lograr que el mismo se mezclara homogéneamente. Una vez logrado esto se detuvo todo movimiento, debiendo cuidar que la temperatura se mantuviera constante hasta que alcanzara la consistencia de un gel firme (tiempo aproximado 20 minutos). Alcanzado el punto de firmeza deseado se procedió a cortar la cuajada con una lira suiza en dados de 2 - 3 cm de lado. Se dejó reposar 10 minutos revolviendo en forma lenta para evitar romper demasiado el gel. La cocción se realizó entregando calor de manera paulatina hasta alcanzar como máximo los 42 ° C y la consistencia deseada de la masa. Para separar la misma del suero se la extrajo de la tina con una tela suiza previamente humedecida y se la colocó sobre la mesa de escurrido. Se dejó escurrir bien el suero y se dividió la masa en 4 porciones semejantes que se colocaron en los moldes (recipientes de acero inoxidable, de forma cilíndrica y cribados). Estos moldes debieron ser previamente tarados para que posteriormente después de llenarlos, se pudieran pesar nuevamente y así calcular el rendimiento. A 2 de estos 4 recipientes similares se los apiló para alcanzar un pequeño prensado, dándolos vuelta con frecuencia para que eliminaran suero de manera homogénea y después se desmoldaron. Más tarde se los colocó en salmuera fría (a 4 ° C) con una

concentración de sal de 25-28 % m/v durante 3 - 4 horas. Los otros 2 quesos, que se encontraban en los recipientes, se colocaron en una cámara caliente a una temperatura cercana a 40 ° C invirtiéndolos cada media hora (etapa de termo - excitado) hasta que el suero alcanzó una acidez de 65 - 70 ° Dornic. Para ello se determinó la acidez a diferentes tiempos por titulación con hidróxido de sodio y fenolftaleína como indicador para poder construir curvas de acidificación (variación de acidez del suero en función del tiempo). Cuando se llegó a la acidez mencionada se los extrajo de la cámara caliente, se desmoldaron y se los llevó a salmuera fría (a 2- 4 ° C) con una concentración de sal de 25-28 % m/v durante 3 - 4 horas. Luego se extrajeron de la salmuera. Una vez extraídos los quesos de la salmuera se colocaron a madurar en cámara a una temperatura de 8 -10 ° C y con una humedad del 85 % invirtiéndolos una vez por día. Se realizaron 6 elaboraciones independientes.

3.4. Análisis del producto elaborado

Una vez que los quesos alcanzaron el punto de madurez (acidez de 65 ó 70 ° D), y se salaron, se muestrearon (FIL, 1985), determinando la composición final en porcentaje de sólidos totales por gravimetría (FIL, 1987), materia grasa por el método de Gerber (FIL, 1997), proteína por método de Kjeldahl (FIL, 1993).

3.5. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se analizaron por medio de las varianzas de las muestras entre los tratamientos (termo-excitado y tradicional). La misma se aplicó a cada una de las características estudiadas (materia grasa, rendimiento, proteína y sólidos totales). Posteriormente se compararon las diferencias de medias a través de la prueba de Fisher a un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

4. Resultados



4.1. Calidad de la materia prima y proceso de elaboración

Un aspecto muy importante en la elaboración de productos lácteos y en particular en la de quesos, es la calidad de la materia prima. La densidad es una característica física que se ve afectada por la temperatura, contenido de sólidos no grasos y de materia grasa. Tiene la ventaja de ser una medida rápida que permite identificar alteraciones importantes en la composición. La densidad de la leche normal según el Código Alimentario Argentino oscila entre 1.028 y 1.034. Valores más cercanos pueden estar relacionados con la remoción de materia grasa. En las muestras de leche utilizadas para las elaboraciones se observaron valores de densidad que se ubicaron dentro de estos niveles normales (**Figura 7**). Otro componente de gran importancia en la elaboración de quesos es el calcio ya que el mismo participa en el proceso de formación de geles de caseína durante la segunda etapa no enzimática del proceso de coagulación. Leches con niveles de calcio bajos se asocian con tiempos de coagulación más prolongados y cuajadas menos firmes. En ese sentido, en el caso de muestras que puedan poseer escaso contenido de calcio resulta de importancia conocerlo de antemano. Los niveles de calcio de la leche se ubican normalmente cerca de 1,2 g/L valores más bajos se relacionan con leches provenientes de animales con mastitis, en los que se observa un incremento marcado de otros cationes como el cloruro y el sodio en detrimento del calcio. Asimismo la dieta recibida por los animales puede tener influencia en el contenido de calcio. En las muestras analizadas el contenido de calcio se ubico en 1-1,1 g/L (**Figura 7**) lo que es un valor moderado.

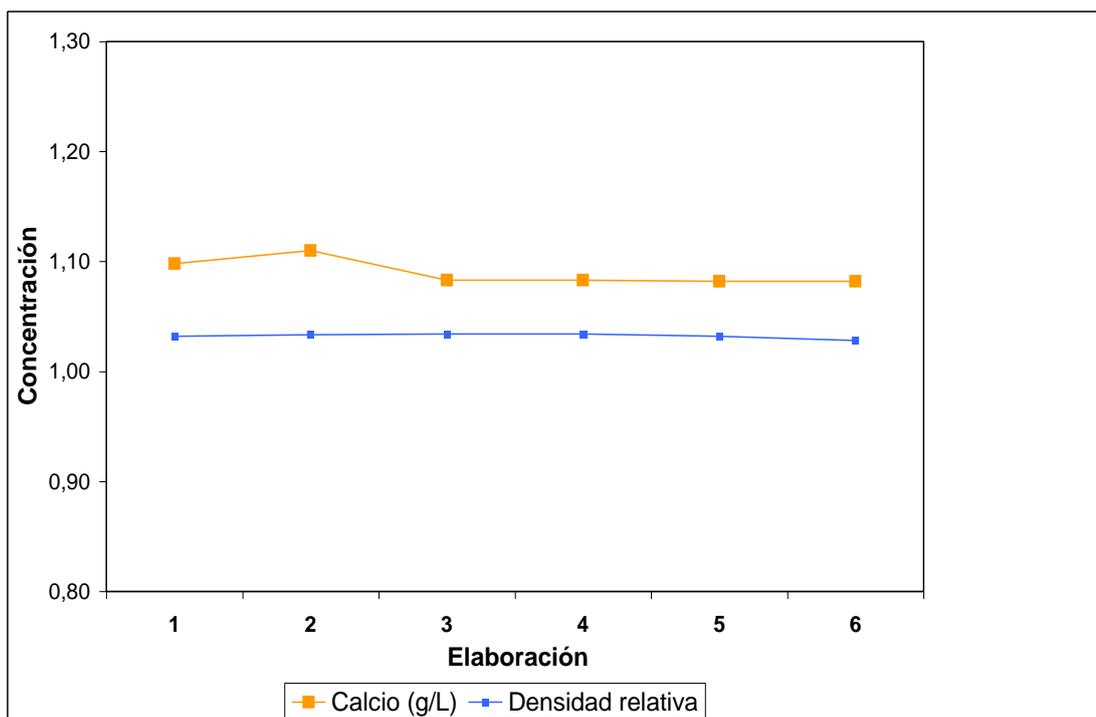


Figura 7: *Contenido de calcio y densidad relativa de la leche utilizada en las elaboraciones de queso Cuartirolo.*

Más allá de esto, resulta importante considerar que durante el proceso de pasteurización de la leche en la elaboración de productos lácteos, parte del calcio precipita como fosfato de calcio, por lo que resulta una práctica común la adición de una fuente externa de este catión. En el caso de los quesos que se elaboraron en el presente trabajo se adicionó para 20 litros 32 mL de una solución de CaCl_2 al 25%. El contenido de sólidos totales de la leche no mostró variaciones entre las diferentes elaboraciones ubicándose alrededor del 12% (**Figura 8**) que es un valor aceptable para leche entera de rodeos Holando Argentino. Por otra parte se determinó el contenido de materia grasa de la leche. La misma osciló entre 2,97 y 3,7 (**Figura 8**). La mayor variación observada en la MG es esperable, ya los niveles de este componente se ven afectados por diversos factores tales como el número de ordeños, el momento del ordeño, el animal, la etapa dentro de la curva de lactancia, la presencia de patologías y la alimentación entre otras.

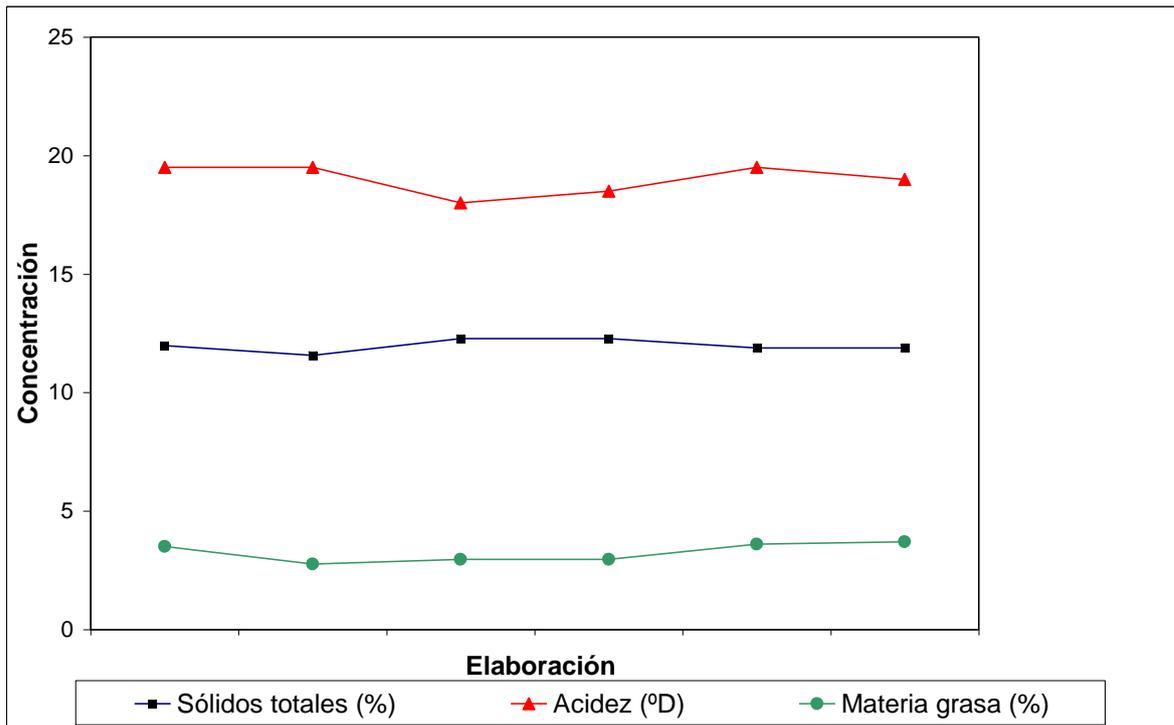


Figura 8: *Contenido de sólidos totales, acidez y materia grasa de la leche utilizada en las elaboraciones de queso Cuartirolo.*

Por último se determinó la acidez de la materia prima por titulación con hidróxido de sodio hasta pH 8,2. Esta es una medida indirecta del desarrollo microbiano ya que las condiciones de obtención y manipulación luego, del ordeño pueden modificar la población de bacterias lácticas que al degradar a la lactosa producen ácido láctico. En consecuencia, leches con una acidez titulable muy elevada indican un excesivo desarrollo de microorganismos productores de ácido láctico. Los valores normales se ubican en 13-18°D siendo 1°D equivalente a 0,01% m/v de ácido láctico. En las muestras que se utilizaron en términos generales las leches se ubicaron cerca del límite superior de acidez (**Figura 8**). En este caso podría atribuirse estos valores al traslado que sufrieron las muestras sin refrigeración desde Bartolomé Bavio. Los valores elevados de acidez son indeseables porque pueden resultar en leches inestables durante el tratamiento térmico y por otra parte provocan una pérdida de calcio de las

micelas de caseína. De todas maneras, en nuestro trabajo se pudo realizar la elaboración de queso sin mayores problemas. En resumen con respecto a la claridad de la materia prima los valores fueron en término generales normales y no se encontraron grandes variaciones entre días de elaboración salvo en algunos parámetros particulares. De todos modos, los dos tratamientos que se estudiaron en el presente trabajo (convencional y termo-excitado) se elaboraron a partir de muestras de leche de los diferentes días (6 elaboraciones) lo que permite independizarse de las oscilaciones que haya sufrido la materia prima.

El tipo de queso que se elaboró en todos los casos fue un producto de alta humedad a partir de leche pasteurizada (73 °C, 15 seg), con agregado de CaCl₂ y fermento láctico termófilo. Luego de 30 min de la adición del fermento se procedió a adicionar el cuajo. La temperatura de coagulación fue 35°C. Posteriormente se procedió al corte que se realizo con un tamaño de 2,5 cm luego se dejo reposar la masa y se posteriormente se incremento la temperatura hasta 42°C. La masa se agitó cuidadosamente para evitar la ruptura facilitar la expulsión de suero, se dejó reposar siguiendo este proceso hasta que se considero que la textura de la cuajada era apropiada. Posteriormente, se retiró la misma, se colocó en moldes y se apiló. A partir de aquí se realizó la separación de las cuajadas en 2 grupos que se sometieron a diferentes tratamientos. El primer grupo (Convencional) recibió un tratamiento típico que consistió en salado y maduración en cámara a 15-20°C. El segundo grupo (Termoexcitado) se llevo a estufa a 40°C hasta lograr una acidez de 70°D y posteriormente se saló por inmersión en salmuera (25% m/v) por 3-4h). Finalizado este período se tomaron muestras de los dos grupos mencionados. El fundamento del termo-excitado de los quesos es acelerar el proceso de acidificación de la masa como consecuencia de un período de exposición a la misma a condiciones más favorables para

el desarrollo de la población láctica. Esto incrementa su actividad metabólica y con ello la transformación de la lactosa remanente en ácido láctico. La **Figura 9** muestra la evolución de la acidez del suero eliminado de la masa en función del tiempo para quesos termo-excitados y convencionales. Claramente se observa que la acidez aumenta en forma mucho más acelerada en los quesos termo-excitados. La rápida acidificación de la masa termo-excitada puede poseer diversos efectos: por un lado puede favorecer la eliminación del suero ya que el descenso de pH es uno de los factores que facilita este proceso. Esto podría redundar en mayor extracto seco de los quesos, en una reducción del rendimiento y en diferencias en el comportamiento durante la salazón y posterior maduración por verse modificada su permeabilidad a gases y a las soluciones salinas.

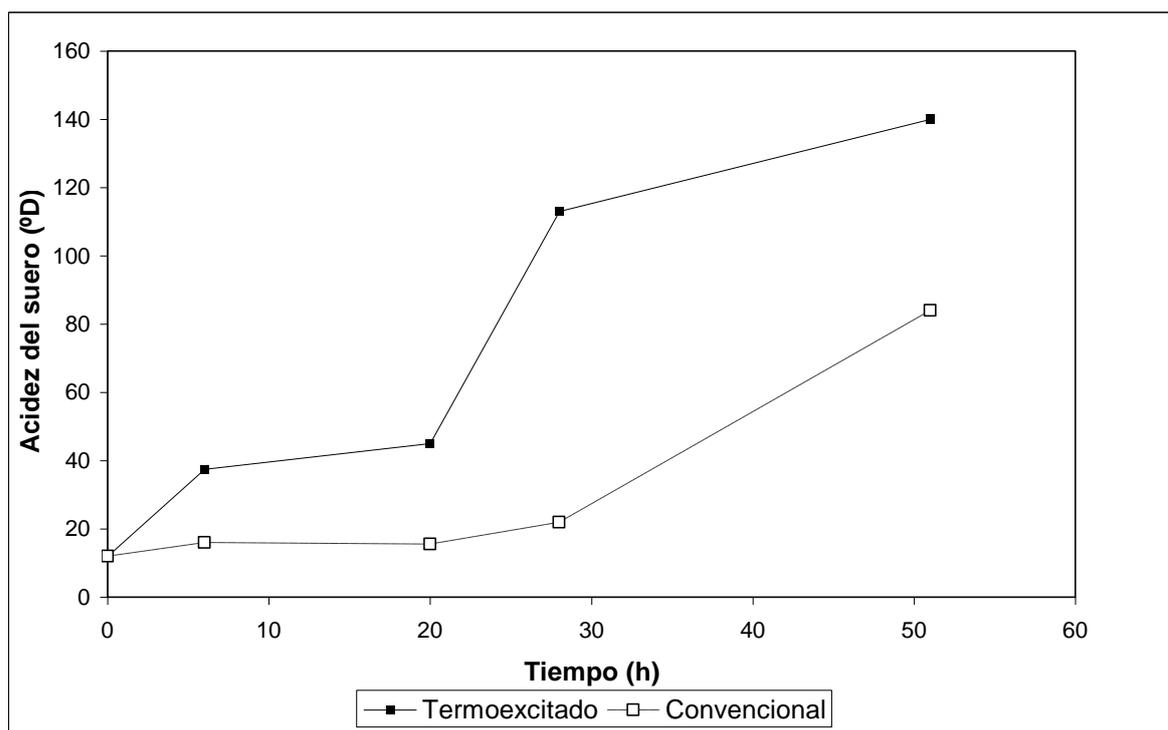


Figura 9: Cambios en la acidez del suero del queso Cuartirolo elaborado en forma convencional o con termo-excitado

A fin de evaluar estos aspectos se realizaron las determinaciones de rendimiento, extracto seco, contenido de proteína, materia grasa y la relación proteína/grasa. El rendimiento se define como la cantidad de queso obtenido (fresco o madurado) por cada 100 kg de leche (o 100 litros) de leche utilizada. Los principales factores que influyen en el rendimiento y composición del queso son la composición de la leche original y las pérdidas de proteínas y materia grasa en suero debidas al proceso llevado a cabo (Viotto *et al*, 1996). En forma desglosada los factores que afectan en rendimiento quesero pueden agruparse del siguiente modo:

a. Factores de la materia prima:

- La concentración de proteínas de la leche o más exactamente de caseína.
- La concentración de materia grasa.
- El contenido de calcio

b. Factores de la preparación de la materia prima

- Agregado de calcio: Miceli *et al*. (1996) determinaron un incremento del 2,98 % en el rendimiento en masa par la elaboración de queso Gouda pasteurizado con adición de calcio.
- Homogenización (normalmente no se realiza porque reduce el rendimiento)
- Pasteurización (puede reducir el calcio disponible en la coagulación y afectar la coagulación de la caseína por interferencia por las proteínas del suero pero a su vez puede permitir la retención de proteínas del suero en el queso). Alais (1995) estudió que la elaboración llevada a cabo con leche pasteurizada, favorece el aumento del rendimiento quesero, debido a la desnaturalización de las proteínas solubles, la mayor retención de la materia grasa en la cuajada y a la insolubilización de las sales minerales

aunque como se dijo puede afectar el proceso de coagulación en forma negativa aspecto que se revierte en parte por utilización de sales cálcicas.

c. Factores del proceso de elaboración

Incluye a aquellos factores que afectan principalmente el contenido de agua del queso:

- Grado de corte
- Trabajo mecánico
- Temperatura
- Tiempo de cocción
- pH
- Prensado
- Condiciones de salazón
- Condiciones ambientales en la maduración

4.2. Rendimiento, extracto seco, proteínas, grasa y relación entre ambas

En presente trabajo se observó un menor rendimiento en el queso termo-excitado. Este fue de 8,97% respecto a los elaborados en forma convencional con un rendimiento de 11,4% (**Figura 10**).

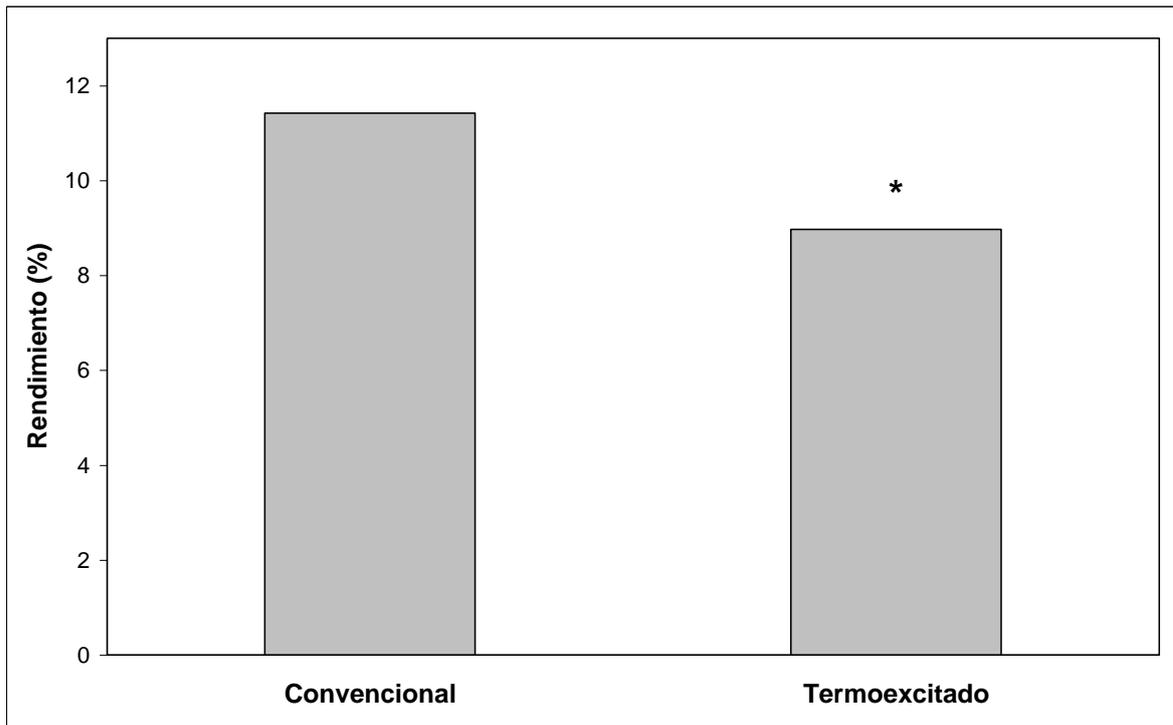


Figura 10: Rendimiento de queso Cuartirolo elaborado en forma convencional o con termo-excitado El asterisco muestra diferencias significativas en un test de Fisher a un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

Kosikowski (1966) partiendo de leches pasteurizadas con incorporación de cultivos lácticos sin termo-excitación alcanzó un rendimiento medio del 11,00 % en producto final. Esto indica que el procedimiento incorporado provocó una reducción en el rendimiento. A fin de avanzar en la comprensión de este aspecto se determinó el extracto seco de los quesos por gravimetría. Para esto se tomaron muestras y se llevaron a estufa a 105°C hasta peso constante. Los resultados se muestran en la **Figura 11**. Los quesos obtenidos en forma convencional presentaron un menor extracto seco que los termo-excitados siendo estas diferencias significativas. El aumento del extracto seco en los quesos termo-excitados podría atribuirse a una mayor eliminación de suero probablemente como consecuencia de la mayor temperatura a la que fueron expuestos y/o a la mayor acidez desarrollada a tiempos cortos por la masa.

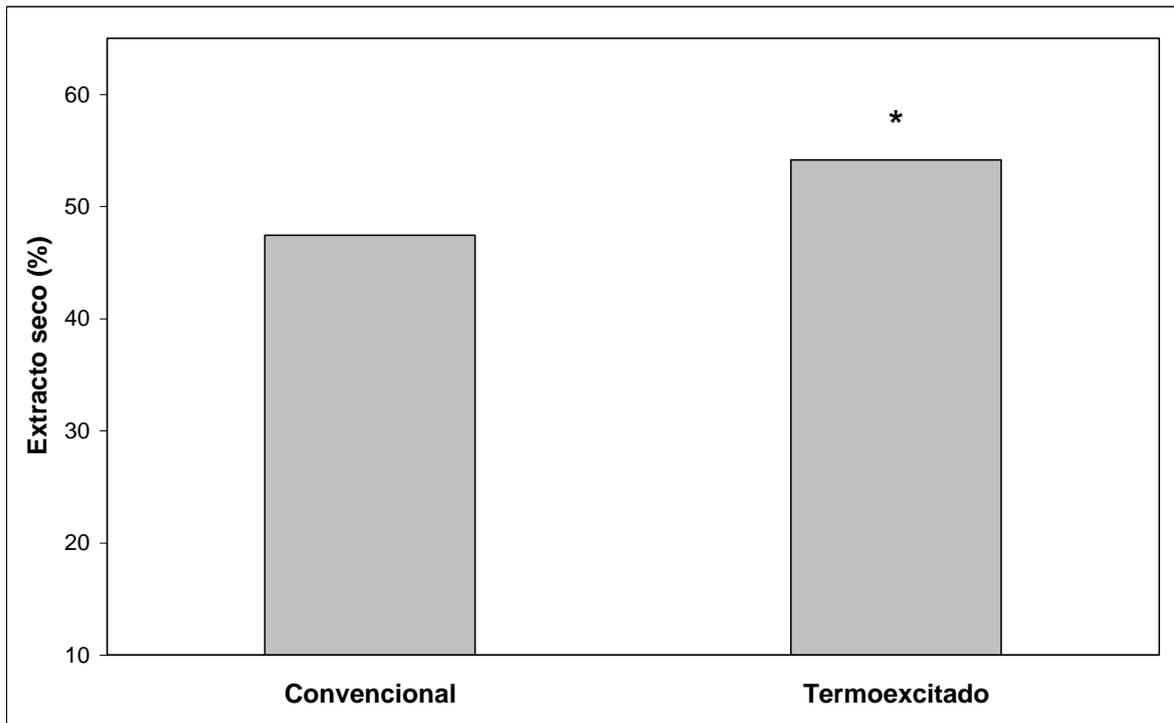


Figura 11: *Extracto seco de queso Cuartirolo elaborado en forma convencional o con termo-excitado El asterisco muestra diferencias significativas en un test de Fisher a un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.*

También se determinó el contenido de proteína de los quesos por el método de Kjeldhal y de materia grasa por Gerber (**Figura 12**). Si bien las diferencias entre tratamientos no fueron significativas se observa en ambos componentes una tendencia a niveles algo superiores en los quesos termo-excitados.

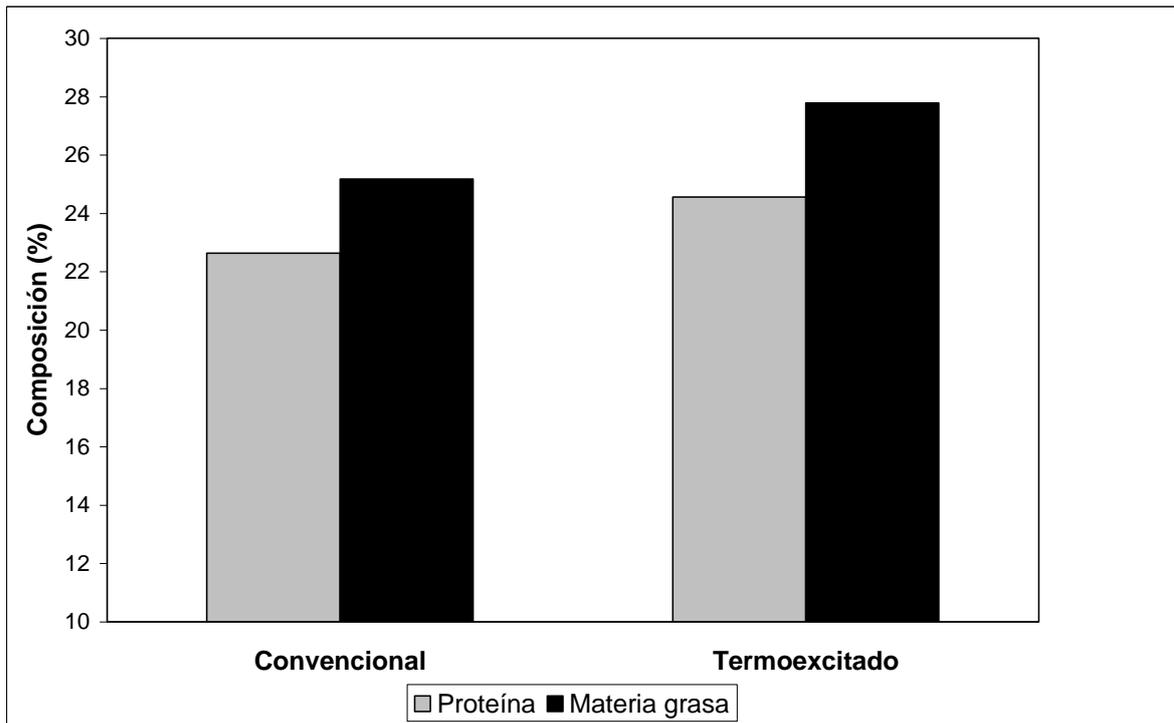


Figura 12: *Proteína y materia grasa de queso cuartirolo elaborado en forma convencional o con termo-excitado.*

La termo-excitación pudo haber favorecido la pérdida de suero determinando un aumento de los componentes sólidos. Resulta interesante mencionar que en los quesos termo-excitados comparativamente hubo un mayor incremento relativo en la grasa que en la proteína (**Figura 13**) lo que es factible esperar dada la mayor solubilidad de péptidos o algunas proteínas respecto a los triglicéridos.

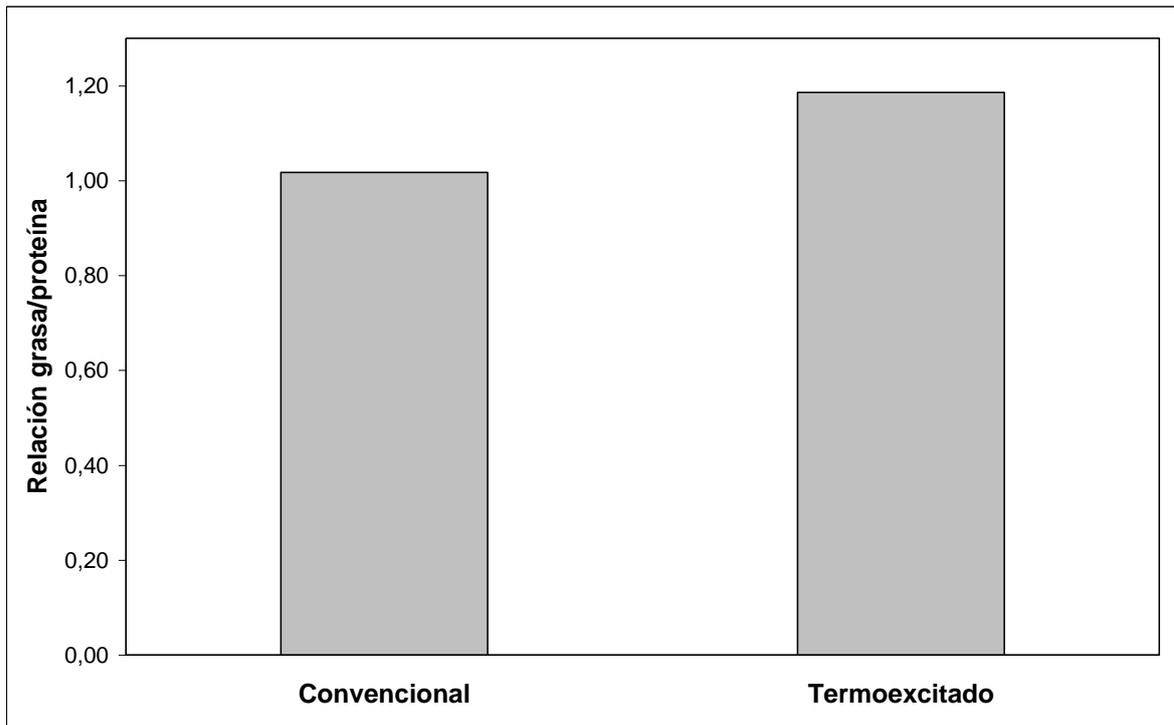


Figura 13: *Relación proteína-grasa de queso Cuartirolo elaborado en forma convencional o con termo-excitado.*

5. Conclusiones



A partir de las determinaciones realizadas se puede concluir que el proceso de termo-excitación resulta en una reducción de 2% del rendimiento al momento de su finalización. Por otra parte aumenta el extracto seco del queso (los niveles de proteína y grasa no aumentan en forma significativa aunque si hay una tendencia al incremento que es algo superior en la materia grasa, probablemente como consecuencia de su menor solubilidad) y acelera en forma significativa la acidificación de queso Cuartirolo. Esto sugiere que podría acortarse el tiempo de maduración y con ello el tiempo hasta la comercialización. De todos modos para concluir esto resultaría valioso más allá de evaluar la acidez, analizar otros aspectos sensoriales y nutricionales de los quesos convencionales y termo-excitados. Resulta importante considerar que más allá de los kilos de producto obtenidos la utilización del termo-excitado podría en ciertas ocasiones ser una alternativa a tener en cuenta para no perder oportunidades comerciales cuando se requiere una cantidad de quesos en el mercado y las fábricas no tienen en las cámaras de maduración stock de queso.

6. Bibliografía

El umbral de todo hogar feliz

El hogar feliz es aquel donde todos gozan de buena salud...
Alrededor de él se reúne en armonía la familia, que gozando
de bienestar material, se ocupa de las actividades...
FAMILIARES.

La leche, especialmente ESTERILIZADA, ofrece a todos los hogares
una leche de primera calidad, completa de calcio, fósforo,
vitaminas, azúcares, grasas y proteínas, que da al niño una
L.E.B. - ESTERILIZADA - 1 LITRO 1.200

Bebe de leche fresca, fresca y saludable, tanto en verano como
en invierno, cuando el calor hace imposible el consumo
de leche cruda. Para ello, bebe la L.E.B. ESTERILIZADA, que es
la leche que más conviene para el niño, porque es
la leche que más conviene para el niño.

**Beba mas LECHE
i pero que sea
PASTEURIZADA!**

- Alais, Charles. 1985. Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. Pág. 21-27.
Cap. 21. Editorial Reverté, S.A.
- Belfiore, Mario P. 1980. Del queso Cuartirolo. Industria Lechera. Año IX – N ° 666.
pp 20 - 22. Editorial Centro de la Industria Lechera.
- Borbonet Legnani, S. 2001. Historia de la quesería en Uruguay. pp 23 – 26. Editorial
LATU (Laboratorio Tecnológico del Uruguay)
- Código Alim. Arg. 2006. (Res Conj. SPyRS y SAGPA N° 33/2006 y N° 563/2006)
- 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).
- 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.
- International Dairy Federation (FIL). 1985. Milk and milk products. Methods of
sampling pp.:19. Brusels. (International Standard 50 B).
- International Dairy Federation (FIL). 1992. Milk. Determination of calcium content.
Titrimetric method pp.:2. Brusels.(International Standard 36 A).
- 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).
- Kosikowski, F. 1966. Cheese and Fermented Milk Foods. Ed Br. Inc. Ann Arbor, MI.
- Loguercio Cruzat, M. 1992. Cultivos Lácticos Termófilos en la producción de quesos.
Chr. Hansen.

- Madrid Vicente, Antonio. 1990. Manual de Tecnología Quesera .Capítulo I. pp. 9 – 30.
Editorial AMV Ediciones – Mundi-Prensa.
- Miceli, E., Castagnasso, H., Acuña, C. 1996. Proceso de Gestión La Vieja Fábrica.
Informe de actuación. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la U.N.L.P.
- Scott, R. 1991. Fabricación de queso. Cap. 13. Editorial Acribia.
- Spreer, E. 1991. Lactología Industrial. Cap. 7 Editorial Acribia.
- Taverna y Coulon. 2000. La calidad de la leche y de los quesos. Documento técnico
orientado a profesionales que trabajan en el sector lácteo. EEA Rafaela, INTA
- Veisseyre, R. 1988. Lactología técnica. Cap. XIII. Editorial Acribia.
- Viotto, W., Yun, J., Barbano, D., Kindstedt, P. 1996. Efeito da velocidade de filagen e
tempo de residencia na filadora sobre rendimento, composicao, proteolise e
propriedades funcionais do queijo mussarela. Anais do XIV Congreso Nacional de
Laticínios. I Encuentro Lácteo del Cono Sur. Pp 42 – 52.

Páginas web consultadas:

1. <http://www.uc.cl/agronomia/rcia/Espanol/pdf/33-2/3-Produccion.pdf>
2. <http://www.rlc.fao.org/es/prioridades/transfron/eeb/sistp.htm>
3. http://www.engormix.com/la_importancia_calidad_e_s_articulos_2015_GDL.htm
4. www.portalechero.com.
5. <http://www.inta.gov.ar/bn/info/proyectos/banor04.htm>
6. <http://www.alimentosargentinos.gov.ar>
7. <http://www.inta.gov.ar/rafaela/seminario/9seminario/articulos>.

Estos sitios fueron visitados entre los años 2009 y 2011.