



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL LITORAL

**Trabajo Final Integrador presentado como parte de los requisitos de la Universidad Nacional del Litoral, para la obtención del Grado Académico de “Especialista en Ciencia y Tecnología de la Leche y Productos Lácteos”.**

TITULO

**FERMENTOS NATURALES DE LECHE: SU OBTENCIÓN Y APLICACIÓN EN LA QUESERÍA ARTESANAL OVINA**

**AUTOR:**  
BARONI, DANTE NICOLAS

**DIRECTOR:**  
ING. QCO. MEINARDI, CARLOS ALBERTO

**CO – DIRECTORA:**  
MG. REBECHI, SILVINA ROXANA

**2021**

## **Índice:**

	<i>Página</i>
Resumen	1
Introducción.	2
Objetivo general.	4
Objetivos particulares.	4
Capítulo I.	
I.1. La explotación ganadera ovina.	5
I.2. Sistemas de producción ovina.	6
I.3. Producción de la leche ovina.	8
I.4. Leche ovina. Composición, características y calidad.	12
Capítulo II.	
II.1. Breve historia del queso.	19
II.2. Definición.	20
II.3. Quesos de leche de oveja.	21
II.4. Principales etapas de la elaboración de quesos.	23
II.5. Maduración.	28
II.6. Elaboración de quesos ovinos en Argentina.	29
Capítulo III.	
III. Fermentos utilizados en elaboraciones casearias.	37
III.1. Fermentos o cultivos primarios (starters) comerciales.	40
III.2. Fermentos o cultivos primarios naturales.	42
Capítulo IV.	
IV. Experiencias realizadas.	50
IV.1. Obtención de la leche fermento de leche de oveja.	50
IV.2. Elaboración artesanal de quesos de leche de oveja.	55

Conclusiones.	60
Referencias.	63

### **Índice de tabla:**

Tabla 1. <i>Composición de la leche ovina según distintos autores.</i>	13
Tabla 2. <i>Composición promedio de leches ovina y bovina.</i>	13
Tabla 3. <i>Variedades de quesos en el mundo.</i>	21
Tabla 4. <i>Contenido promedio (% p/p) de materia grasa, proteínas, calcio y fósforo en quesos de oveja de diferentes países.</i>	22
Tabla 5. <i>Composición global y pH de los quesos S (QS) y L (QL).</i>	34
Tabla 6. <i>Uso del fermento comercial congelado.</i>	41
Tabla 7. <i>Uso del fermento comercial liofilizado.</i>	42
Tabla 8. <i>Composición microbiológica del suero fermento.</i>	46
Tabla 9. <i>Composición microbiológica de una leche fermento.</i>	48
Tabla 10. <i>Valores de pH y acidez de la leche fermento.</i>	52
Tabla 11. <i>Composición y pH de los quesos de la primera elaboración.</i>	57
Tabla 12. <i>Composición y pH de los quesos de la segunda elaboración.</i>	57
Tabla 13. <i>Grado de maduración para los quesos testigo y experimental a los 3 y 120 días para la primera elaboración.</i>	58
Tabla 14. <i>Grado de maduración para los quesos testigo y experimental a los 3 y 120 días para la segunda elaboración.</i>	58
Tabla 15. <i>Análisis de variancia del ADC efectuado a los quesos testigo (T1 y T2) y experimentales (E1 y E2) a los 120 días de maduración.</i>	59
Tabla 16. <i>Recuentos microbiológicos de los quesos testigos y experimentales durante el período de maduración.</i>	60

### **Índice de figuras:**

Figura 1. <i>Distribución geográfica y sistemas de producción ovina en Argentina.</i>	5
Figura 2. <i>Distribución de los tambos en Argentina (2007-2008.)</i>	10
Figura 3. <i>Tipos de quesos y países donde se producen.</i>	22
Figura 4. <i>Diagrama de bloques para un proceso típico de elaboración de queso semiduro.</i>	32
Figura 5. <i>Diagrama para la obtención de un suero fermento.</i>	46
Figura 6. <i>Diagrama para la obtención de una leche fermento.</i>	47

Figura 7. Diagrama para la obtención de una leche fermento le leche de oveja.	50
---	----

### **Índice de gráficos:**

Gráfico 1. Producción mundial de las especies productoras de leche.	9
Gráfica 2. Evolución del fermento primario S y L en la maduración de los quesos.	35
Gráfico 3. Relación entre valores de pH y acidez.	53
Gráfico 4. Valores medios y desviación estándar del pH en función del tiempo obtenidos en todas las evaluaciones de actividad acidificante (LDR).	55

### **Índice de fotos:**

Foto 1. Etiqueta de los quesos que produce la planta elaboradora de la EAGyG.	31
Foto 2. Vista del erlenmeyer con leche fermento.	51
Foto 3. Muestra de una capa homogénea de crema.	51
Foto 4. Vista de las características de la leche fermento utilizada en la elaboración.	52

## ***Resumen***

En el presente Trabajo Final Integrador se recopiló información referente a la leche de oveja; su producción y características, su uso como insumo en la generación de un fermento de leche y la aplicación del mismo en la elaboración de queso.

Se realizó una revisión exhaustiva sobre la explotación de ganado ovino mediante diferentes sistemas productivos en nuestro país y su respectiva distribución geográfica; además se informa la producción mundial de leche de diferentes especies rumiantes, las características generales de composición de la leche ovina en diversos lugares del mundo y su comparación frente a la leche de vaca. A su vez, dentro de los contenidos reunidos, se plantean y explican los factores de higiene, fisiológicos y de manejo del ganado ovino que afectan la calidad de este producto alimenticio del sector primario.

En vista de la temática abordada en el presente trabajo, también se exponen las generalidades del proceso de manufactura de queso; fundamentando las etapas del proceso de generación de un producto lácteo fermentado caracterizado por una gran variabilidad de atributos de calidad.

Asimismo, se describen y comparan los cultivos de microorganismos producidos por la industria biotecnológica, llamados comúnmente “fermentos comerciales” y los fermentos generados al aplicar tratamientos térmicos a la leche cruda y/o un proceso tecnológico, denominados “fermentos naturales”. Acerca de los fermentos naturales se investigó las diferencias, características y tecnologías aplicadas para su obtención, en el caso de la leche fermento la selección microbiológica obtenida mediante la aplicación de un tratamiento térmico a la leche cruda de excelente calidad microbiológica y en el caso del suero fermento la tecnología quesera para su obtención.

Finalmente, se exponen la tecnología y los resultados experimentales del desarrollo de un fermento natural de leche de oveja, detallando su composición y características fisicoquímicas y microbiológicas. Además, se presentan resultados obtenidos (composición fisicoquímica, microbiológica y análisis sensorial) de quesos semiduros de leche de oveja en los que se emplearon para su elaboración lechefermento y fermentos comerciales como fermentos primarios

## **Introducción.**

Los productos lácteos producidos, comercializados y consumidos en la actualidad presentan una amplia variabilidad de características organolépticas, las cuales hacen placentero su consumo. Además, el aporte nutricional de estos alimentos, principalmente el aporte de calcio; y sus propiedades funcionales entre otras, sustentan una predilección del consumidor por éstos productos.

Las mencionadas características organolépticas están íntimamente definidas por las etapas de fabricación, siendo éstas, un conjunto de transformaciones de naturaleza física, química y biológica que modifican los componentes de la leche generando sustancias que producen distintos aromas, sabores y texturas bien definidos y acordes con lo demandado por el mercado de consumidores a quienes se orientan.

Dentro de la gran variedad de productos lácteos, se encuentra un grupo que se caracteriza porque en su elaboración participan microorganismos inoocuos, naturalmente presentes en la leche o adicionados por el hombre. A estos productos se los denominan productos lácteos fermentados y entre los más representativos se pueden mencionar a los quesos, el yogur, el kéfir y la manteca fermentada.

En general, en la elaboración de un producto lácteo fermentado, se procede a agregar a la materia en proceso una determinada cantidad de organismos del reino mónera (bacterias) o fungi (levaduras o mohos), buscando el posterior desarrollo de éstos organismos en condiciones controladas de proceso para que actúen sobre la matriz láctea y originen características texturales, de sabor, aroma, digestibilidad, funcionales y nutricionales determinadas (Vinderola, 2020) (Reinheimer, 2011).

Dentro de los productos fermentados, el queso es uno de los alimentos más antiguos que se conocen. Sobre el origen de su elaboración existen muchas historias, pero básicamente surgió como una forma de conservación de los nutrientes de la leche cuando el hombre, organizado en comunidades, se dedica, desarrolla y aprende las labores relacionadas a la ganadería y la agricultura.

En su elaboración participan microorganismos (principalmente bacterias) que, al desarrollarse, acidifican el medio (por producción de ácido láctico) y además producen enzimas. Estas proteínas participan durante la maduración generando de aromas y sabores.

Con el avance en el conocimiento de la microbiología, se potenció la selección y el uso de los microorganismos útiles para lograr agradables características organolépticas. En este sen-

tido, los primeros adelantos estuvieron orientados a obtener cultivos concentrados de bacterias lácticas partiendo de leche de calidad apropiada. Para ello, se sometía a la leche a un tratamiento térmico o a una elaboración casearia. La leche tratada térmicamente o el suero obtenido de la elaboración se incubaban a una temperatura controlada hasta que el desarrollo de las bacterias se reflejara en el aumento de la acidez hasta un punto esperado. Luego se adicionaba estos productos acidificados a las tinajas de la siguiente elaboración de queso. Los más difundidos se conocen con el nombre de fermento natural de leche o leche fermento y fermento natural de suero o suero fermento.

A manera de ejemplo podríamos decir que la leche fermento es el más idóneo para los quesos frescos, como es el caso del queso Cremoso Argentino (Zalazar y col., 1995), hoy vigente en la pequeña industria y remplazado en la industria mediana y grande por fermentos seleccionados de adición directa a tina porque permiten una mejor organización de los tiempos.

Por otra parte el suero fermento fue desarrollado en su tiempo para la elaboración de los quesos de pasta dura, como son el Grana Padano y el Parmigiano Reggiano, ambos quesos italianos (Rossi, 1977). Este tipo de inóculo todavía es empleado en la actualidad por muchas industrias. Si bien ya se cuenta con tecnología para reemplazarlo con un fermento seleccionado, los quesos obtenidos tienen marcadas diferencias.

En el presente trabajo se evaluará la situación de la ganadería ovina en la región. En particular, se abordará la elaboración de quesos artesanales con leche de oveja del tambo de la Escuela de Agricultura, Ganadería y Granja de la UNL (EAGyG), utilizando como fermento una leche fermento de oveja desarrollada en la mencionada institución. Además, se presentarán los resultados obtenidos en el desarrollo de la leche fermento de oveja y de las elaboraciones experimentales de quesos artesanales.

Los resultados obtenidos fueron presentados en diferentes reuniones científicas nacionales e internacionales (Baroni y col., 2012; Rebecchi y col., 2013; Suarez y col., 2013; Sabbag y col., 2013; Rebecchi y col., 2014).

### **Objetivo general.**

Fomentar la competitividad en los sistemas de producción ovina en pequeña escala, a través de la generación de oportunidades para pequeños y medianos productores rurales familiares. Para ello toda la información bibliográfica recopilada y la generada en la EAGyG se pondrán a disposición de los productores de leche ovina, brindando de esta manera una oportunidad económica en la transformación a queso generando un producto de alto valor agregado.

### **Objetivos particulares.**

- Realizar un relevamiento bibliográfico respecto a la producción lechera ovina de nuestro país.
- Investigar en la bibliografía las distintas etapas tecnológicas involucradas en la elaboración de quesos de pasta semidura, en particular el rol del fermento durante la fabricación.
- Analizar las características diferenciales entre los fermentos naturales y comerciales.
- Investigar el uso tecnológico de los fermentos naturales de leche (leche fermento) en quesos.
- Revisar la información existente sobre ensayos empíricos orientados a obtener un fermento natural de leche ovina estabilizado para el uso en planta piloto de la Escuela de Agricultura, Ganadería y Granja de la Universidad Nacional del Litoral.
- Evaluar el comportamiento de la leche fermento obtenida en la elaboración y la maduración de quesos de pasta semidura artesanales.
- Evaluar la aceptación de los quesos y sus características organolépticas

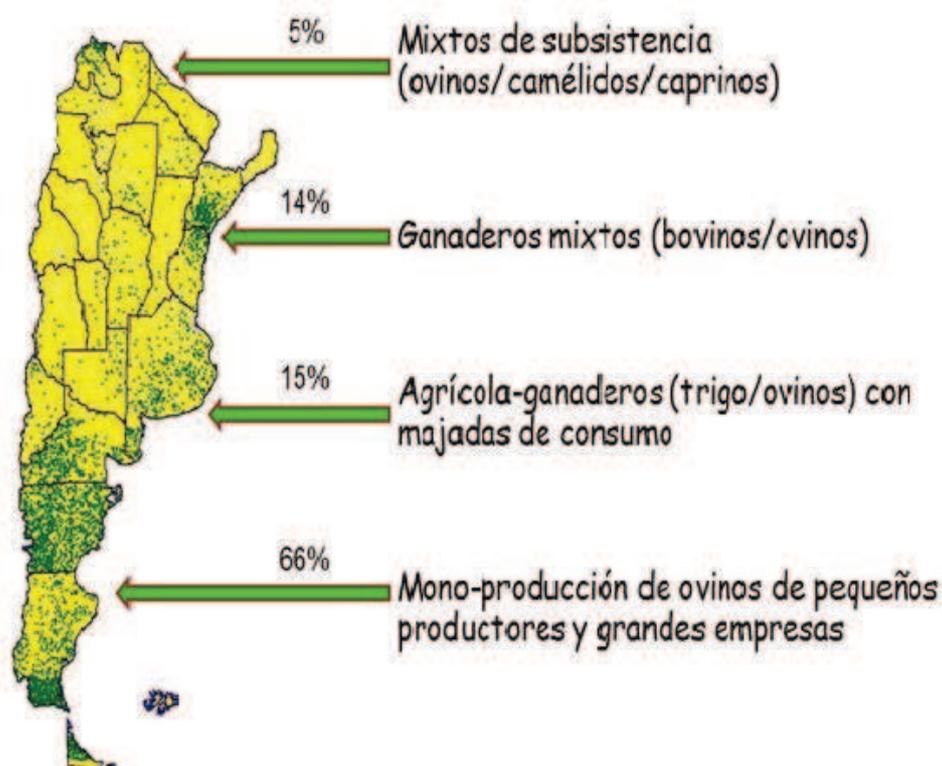
## CAPÍTULO I

### I.1. La explotación ganadera ovina.

La producción ovina en el mundo ha sido y es importante, no solo por la obtención de lana sino también por la carne, la leche y su capacidad de generar empleo, reteniendo la población en el medio rural. Entre las diversas posibilidades que ofrece el ganado ovino, en especial para el caso del mediano y/o pequeño productor con poca capacidad de inversión y espíritu innovador, está la producción de leche y queso de oveja.

Históricamente en nuestro país este sector se desarrolló basándose en la producción de lana, sin embargo, en los últimos 50 años han disminuido el número de cabezas (alrededor del 70%), debido al deterioro del precio de la lana y a la falta de una política clara que defendiera a este sector estratégico para el país.

En el año 2012 en el país se encontraban entre 70.000 y 80.000 productores que criaban un total de 14-15 millones de ovinos, distinguiéndose claramente dos regiones productoras: la Patagónica y la extra-patagónica. La distribución de los productores a lo largo del territorio nacional se puede ver en la figura 1. (Mueller, 2013).



**Figura 1:** Distribución geográfica y sistemas de producción ovina en Argentina (Mueller, 2013).

En la actualidad, según datos del Censo Nacional Agropecuario 2018 (CNA) las existencias ovinas alcanzan un total de 8.625.383 de cabezas, distribuyéndose el 68% en la Patagonia, el 13% de la provincia de Buenos Aires, el 8% en la Mesopotamia y el resto en otras provincias del país.

## **I.2. Sistemas de producción ovina.**

### **I.2.1. Estacionalidad reproductiva de la oveja.**

La estacionalidad de la reproducción, es un mecanismo de adaptación que presentan algunos mamíferos para la supervivencia de sus crías. De esta manera minimizan el impacto negativo del ambiente, ocurriendo los nacimientos en la época más favorable del año con pastos abundantes y temperatura ambiental confortable.

El fotoperiodo en los ovinos juega un papel fundamental en la actividad reproductiva. De acuerdo a la presentación de celos, a las hembras ovinas se las define como poliéstricas estacionales de fotoperiodo negativo, esto significa que presentan varios ciclos estrales durante la temporada de menor gradiente de luz. Existen algunas razas que pueden presentar actividad ovulatoria durante los meses con mayor gradiente de luz. Este período es corto observándose 1 o 2 ciclos con menor fertilidad y prolificidad.

El ciclo estral es el período de tiempo que se extiende entre estro y estro. En la oveja es de 15 a 18 días. La duración del celo es de 24 a 48 horas produciéndose la ovulación en la mitad.

Las manifestaciones de celo en la oveja son escasas, se caracteriza por inquietud y acercamiento al macho. La presencia de machos en la majada desencadena la actividad reproductiva en las hembras, efecto que se utiliza para acumular la máxima cantidad de ovejas en celo en un corto período de tiempo. Por lo general en majadas que se encuentran en buena condición corporal se requiere entre 50 – 60 días de servicio, lográndose alrededor del 90 % de preñez.

El período de gestación es aproximadamente de 150 días pudiendo las hembras ovinas parir 1 a 2 crías que serán destetadas alrededor de los 90 a 120 días de edad (Arroyo, 2011) (Buratovich, 2010).

Como se mencionó, una vez fecundadas las hembras, la gestación se extiende durante las estaciones de otoño, invierno y primavera. Dicho proceso natural puede cambiar si se recurre al uso de hormonas para inducir el ciclo estral, de manera que se podría llegar a tener períodos de lactancia en estaciones donde no se daría de forma natural. El servicio de los carneros tiene

la misma efectividad en períodos de estros naturales como así también en los estros inducidos. De manera que en general, no se recurre a la inseminación artificial (Arias, 2019).

Los partos se realizan durante el mes de Septiembre. Las hembras en lactancia son alimentadas con una ración de alimento balanceado, además se realizan pastoreos de verdeos naturales y se pone mucho énfasis en posibilitar el acceso a agua de buena calidad microbiológica y sombra para evitar el estrés por alta temperatura.

Luego de parir se controla que la cría consuman calostro y se procede a desinfecta el ombligo. Un parto normal tarda de 2 a 3 horas. Las crías se desparasitan luego de 25 días de su nacimiento y se vacunan contra clostridios a la semana siguiente.

Transcurridos 30 días desde el parto, los borregos y borregas son destetados y destinadas a un corral diferente al de sus madres, para empezar con el ordeño de las mismas (Arias, 2019).

### **I.2.2. Sistemas de producción en ovinos.**

Según Bain, (2007b) se entiende por sistemas de producción o de explotación ganadera, a una manera de combinar medios, factores y técnicas de producción con el fin de obtener un producto concreto. La mayor o menor dependencia del medio natural para la obtención de las producciones determina la existencia de las explotaciones de tipo extensivas (afectadas por el clima, el suelo, los recursos medioambientales), o aquellas intensivas; independientes de las condiciones ambientales. Entre ambas, existen formas intermedias de explotación.

Los sistemas de explotación ovina resultan de la interacción de las técnicas de manejo, alimentación y selección, aplicadas a un rebaño en un determinado medio ecológico y socioeconómico, con el fin de obtener materias primas como carne, leche y lana. En el caso del ganado ovino lechero, el objetivo principal es la producción de leche cuyo destino primario es la elaboración de productos lácteos, fundamentalmente quesos. Algunos factores que pueden influir y por lo tanto definir el tipo de sistema de producción, son: la raza del rebaño y su nivel de producción de leche; la disponibilidad y modo de utilización de los recursos forrajeros; la época de parto (un parto según el ciclo natural o actuar a nivel hormonal para lograr dos partos al año); el tipo de destete o duración del ordeño; metodología de ordeño (manual o mecánica) y la rutina de ordeño.

En función de estos factores la fuente antes citada define distintos sistemas de producción, que pueden ser clasificados según dos criterios. El primer criterio tiene en cuenta el grado de intensificación, el cuál comprende por un lado los sistemas más extensivos, típicos de los rebaños nómades de Europa; caracterizados por animales de escasa productividad, rústicos, agrupados en grandes rebaños, que ocupan grandes extensiones de superficie, dando bajas

densidades de ganado. Se encuentran asociados a medios naturales desfavorables donde otras actividades agrícola-ganaderas se verían limitadas.

Por otro lado se incluyen los sistemas más intensivos explotados en estabulación, con aporte de alimento, lactancia artificial, empleo de razas altamente productivas y personal capacitado.

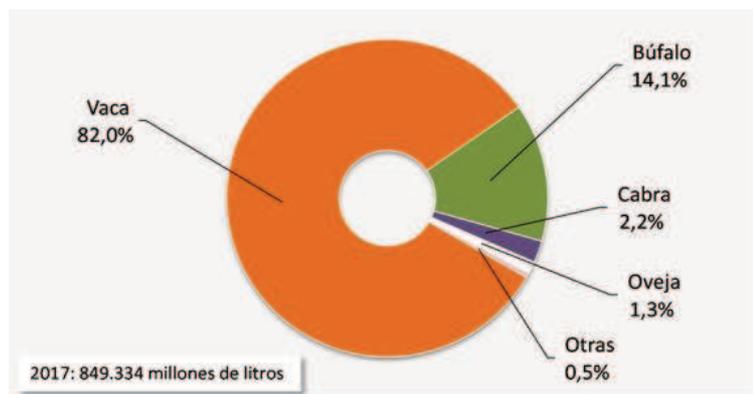
Así, la mayoría de los factores de producción son aportados al sistema por el humano, logrando una gran especialización de la producción lechera. No obstante, existen sistemas pastoriles con un grado de intensificación intermedio, que se desarrollan en zonas agroecológicas favorecidas, lo que permite tener una alta carga ganadera.

La intensificación de la lechería ovina es función de la capacidad de hacerle frente a los costos de aumento de la mano de obra, alimentación, instalaciones, equipos disponibles y selección de raza.

El segundo criterio de clasificación es el método de cría. El mismo se basa en que existen distintos sistemas de producción de leche, en los cuales los períodos de amamantamiento y ordeño varían considerablemente: desde 1 mes de amamantamiento y 5-6 meses de ordeño (sistemas mediterráneos tradicionales), hasta 3 meses de amamantamiento y un mes de ordeño (Europa central y oriental). También existen sistemas donde el amamantamiento y el ordeño son simultáneos (Mediterráneo Oriental, dentro de ellos, Chipre e Israel), de modo que los corderos tienen acceso a sus madres después de que estas han sido ordeñadas. El caso extremo se da en Alemania, donde los corderos son destetados inmediatamente después del nacimiento y las ovejas son ordeñadas por 6-7 meses.

### **I.3. Producción de leche ovina.**

Actualmente, la producción mundial de leche está dominada por cinco especies de animales: bovino, búfalos, cabras, ovejas y camellos. En la gráfica 1 se presenta la producción mundial de leche por especie.



**Gráfica 1:** Producción mundial de las especies productoras de leche (Observatorio de la Cadena Láctea Argentina, en base a World Dairy Situation 2018 - FIL/IDF).

Con respecto a la domesticación del ganado ovino, es muy difícil remontarse a los orígenes exactos; pero se sabe que este tipo de explotación ha acompañado el desarrollo de la civilización en el Mar Mediterráneo. En numerosos escritos antiguos, como el Antiguo Testamento, la Ilíada, La Odisea o las Bucólicas aparecen relatos pastoriles, en los cuales el rebaño de ovejas está ligado al hombre de esas épocas (Assenat y Luquet, 1991).

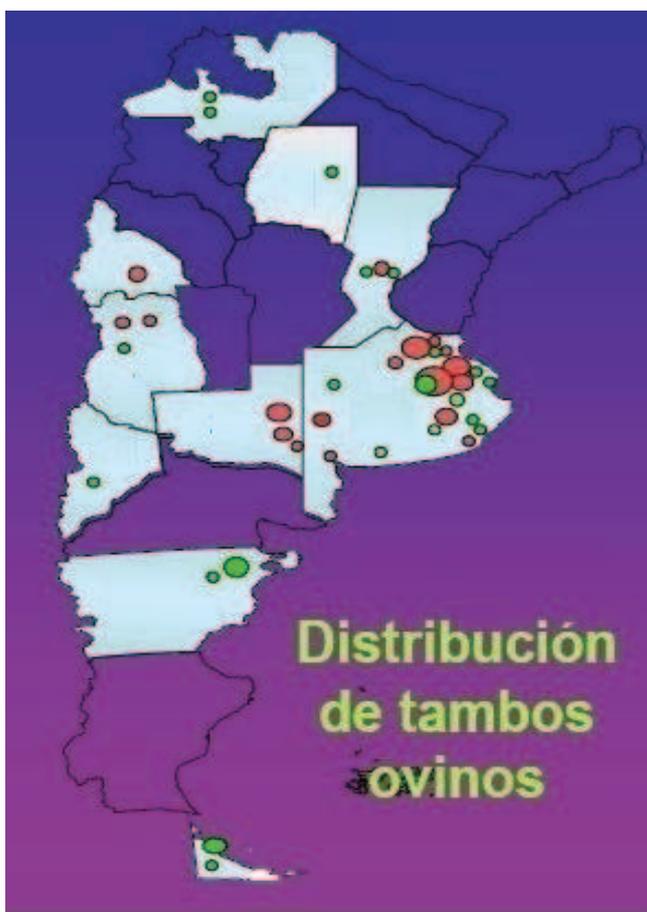
Según Bain (2007a), la producción mundial de leche de oveja se estima en unos de 8 millones de toneladas anuales lo que representa el 1,3 % de la producción total de leche, la cual es de aproximadamente 600 millones de toneladas. Las regiones con mayor producción de leche de oveja se encuentra en Europa (2,8 millones de toneladas) y Asia (3,4 millones de toneladas). En dichos continentes los principales países productores son por un lado Italia, Grecia, España, Rumania y Francia y por el otro China, Turquía, Siria e Irán.

En lo que respecta a nuestro país, los primeros animales de raza Frizona o Milchschaf, lecheras por excelencia, ingresaron desde Alemania en el año 1962. En la actualidad se encuentran además otras razas como la Merino, la Corriedale, la Romne y Marsh y la Texel. Partiendo de las razas puras, en el país se realizaron cruzamientos con fines regionales específicos, de ello surgieron las raza Pampinta (75% de Frizona y 25 % de Corriedale) y la Sintética FxT (50% Frizona y 50% Texel). Tanto la raza Pampinta como Sintética FxT son utilizadas para la producción de leche. No obstante, es interesante remarcar que la actividad lechera cobra importancia económica para el productor recién en las décadas de 1980 y 1990 dado que la comercialización de la lana y de la carne estaba en crisis por sus bajos precios (Bain, I., 2007a).

Según datos de SAGPYA, la producción de leche en Argentina entre el 2001 y 2002 fue de 553.100 litros, con 3.200 ovejas en ordeño, 56 tambos y 27 queserías. Durante la campaña

2002-2003, en Argentina se elaboraron 75.300 kilogramos de quesos de leche de oveja, siendo la mayoría quesos de pasta semidura (30 – 60 días de maduración) y de pasta dura (180 – 270 días de maduración) (Bain, 2007a).

La encuesta sanitaria-productiva realizada por la EEA Anguil en el marco del Proyecto Nacional de Lechería Ovina del INTA durante la lactancia 2007-2008 revela que el número de tambos en el país crece lentamente, con unidades que entran y salen del sistema. El total de los establecimientos activos, en ese momento, fueron 48, los mismo se ubican a lo largo del país (figura 2). El 33% de los tambos con una cantidad de ovejas en ordeño que fluctúa entre 21 a 90. Solo el 3% de los tambos poseen más 190 ovejas en ordeño. La producción diaria promedio por oveja es de 0,7 litros, la duración promedio de lactancia es de 190 días, y la cantidad de litros totales por oveja en lactancia es de 136 litros. El total de ovejas en ordeño es de 3692 ovejas, con una producción de leche estimada de 500.155 litros y una producción de quesos de 90.937 kilogramos.



*Figura 2: Distribución de los tambos en Argentina (2007-2008)*  
(Buseti y Suárez, 2010).

*Los puntos señalizados con círculo rojo indican encuesta realiza en situ.*

La encuesta pone en evidencia que el 59% de los tambos son tambos fábricas, mientras que el 28% solo produce leche y vende, y el 13% produce leche y elabora quesos por cuenta y orden de terceros “a façon”. Además señala que el 24% de los tambos encuestados pertenecen

a Instituciones del estado (INTA, Universidades, Escuelas agrotécnicas, etc.). En un total de 45 tambos, el inicio del ordeño está comprendido en el período que va de Agosto a Octubre, mientras que en los tres restantes va desde Marzo a Abril, con un promedio de duración del ordeño de 7,3 meses. El 29% de los establecimientos realiza destete brusco de los corderos en un período comprendido entre los 15 y 45 días de edad, mientras que el 68% hace media leche (ordeño con cordero) y el 3% restante hace destete precoz y media leche.

Las razas lecheras existentes en nuestro país son Frisona, Manchega y Pampinta, puras y sus cruza, representadas en el 38,1%, 4,3% y 36,7% respectivamente, existiendo en el sur del país la cruce de Frisona por Texel con un 10,9% (Buseti y Suárez, 2009).

Según Mueller (2013), en Argentina no se arraigan fácilmente los tambos ovinos. Se estima que funcionan unos 31 rebaños comerciales de producción de leche en los cuales se ordeñan unas 80 ovejas en cada uno y unos 200 rebaños familiares en los cuales se ordeñan unas 20 ovejas, totalizando 6.480 ovejas en ordeño. Los rebaños productores de leche se basan en ovejas de raza Frisona o Pampinta (3/4 Frisona y 1/4 Corriedale) y una producción promedio de 80-90 litros/oveja/lactancia. A partir de estas cifras se puede estimar una producción anual de aproximadamente 550.000 litros de leche que se transforman en aproximadamente 82.000 kilogramos de quesos semiduros.

En los sistemas lecheros ovinos, es muy importante el peso relativo que tiene la producción de carne en el total de ingresos generados en el establecimiento, pudiendo en algunos casos representar un 50% de los mismos. En este tipo de producción, los corderos compiten por la leche con la ordeñadora. Por lo tanto, la prioridad que se le dé a uno u otro producto (cordero vs. leche), dependerá de la relación de precios del queso, de la carne y de los reproductores.

En función de dicha relación y de la disponibilidad en cantidad y capacitación de la mano de obra, se deberá definir el sistema de crianza más apropiado. Sin embargo, el factor que finalmente determina el período de amamantamiento y de ordeño, es la cantidad y calidad de leche producida por la oveja. Idealmente, ésta debería asegurar una buena producción en kilos de queso sin comprometer el ritmo de crecimiento de los corderos. De este modo, se deberán analizar en forma integral todos estos factores de manera de obtener ambos productos (carne y leche) con el mejor resultado económico (Bain, 2014; 1999).

Por otro lado, es importante remarcar que en los sistemas mixtos de producción (carne y leche), el factor que determina el período de amamantamiento y de ordeño, es la cantidad y calidad de leche producida por la oveja (Bain, 2007b).

Buseti (2007) denota que en Argentina, la producción de leche de oveja es una alternativa para medianos y pequeños productores del área rural y de hecho incipientes emprendimientos

muestran que esta actividad puede ser posible. El conocer los factores que intervienen directa o indirectamente en la calidad de leche de oveja es importante, ya que se refleja directamente sobre su principal producto derivado, el queso; constituyendo un elemento esencial para el desarrollo de esta actividad así como también para el marketing del mismo. En base a ello, una leche de calidad es aquella que posee una composición de excelencia, con bajos recuentos microbiológicos, sin contaminantes, con una buena capacidad para la coagulación, el desuerado y la sinéresis de la cuajada. De ahí que muchos son los factores que intervienen en la obtención de un producto final de calidad. Un buen maestro quesero podrá controlar la acidez o la cantidad de calcio o fermento a agregar, o aplicar las mejores técnicas de elaboración del queso, pero poco podrá hacer para modificar la calidad higiénica-sanitaria de la leche, ya sea por la presencia de antibióticos o por un recuento microbiológico elevado.

En el tambo, están presentes ciertos factores que afectan directamente la calidad de la leche y por lo tanto la calidad del queso obtenido a partir de ella. Algunos derivan directamente del animal, como la edad, el momento de la lactancia, el número de partos y de corderos, etc., pero otros son totalmente controlados por el tambero, como por ejemplo la nutrición, la esquila, el uso de antibióticos y el tipo de oveja elegida (Suárez y col., 2007).

#### **I.4. Leche ovina. Composición, características y calidad.**

La producción anual de leche de oveja es aproximadamente de ocho millones de toneladas en el mundo. Dicha producción es de poca importancia en comparación con la leche de vaca en términos cuantitativos (2% del total), sin embargo es de gran importancia en los países de oriente medio y el Mediterráneo como Francia, Italia, España y Grecia.

La composición de la leche de oveja varía con la dieta, la raza, las pariciones, la estación, la alimentación, el manejo y condiciones ambientales, la región geográfica y la etapa de lactación. Las razas seleccionadas por su alta producción de leche producen leche con un menor contenido de sólidos totales. La grasa varía más que las proteínas dentro de una misma raza.

La leche de oveja se ha considerado siempre como una leche de características específicas y, en ciertos casos, como un producto más noble que las otras leches. (Assenat y Luquet, 1991) en la tabla 1 se presenta la composición de la leche ovina reportada por diferentes autores.

Bibliografía	Procedencia o país	Proteínas (%)	Grasa (%)	Lactosa (%)	Cenizas (%)
Mulvany (1965)	Argentina	5.6	6.9	5	0.95
Shalichev (1967)	Bulgaria	6.4	7.14	4.36	0.96
Dilanian (1969)	Armenia	5.35	6.04	4.51	0.96
Jeness (1970).	Estados Unidos	5.9	7.4	4.8	1.0
Martinez – Castro. (1972)	España	5.46	7.43	4.69	0.91
Tetra Pak. (1996)	Suecia	5,8	7.9	4,5	0,8

**Tabla 1:** Composición de la leche ovina según distintos autores.

La leche de oveja es más viscosa que la leche de vaca y es más resistente a la proliferación de bacterias en las primeras horas después del ordeño, gracias a su mayor actividad inmunológica. Tiene un olor que es característico del animal que la produce y es de un color blanco opaco. En comparación con la leche de vaca puede ser considerada como un producto naturalmente concentrado. En efecto, su elevado contenido en los componentes mayoritarios, la acreditan como una excelente fuente de proteínas, calcio, fósforo y lípidos, óptimamente balanceados y que, su vez, es también rica en vitaminas, minerales y oligoelementos; que actúan como cofactores de numerosas enzimas. La grasa y las proteínas son los componentes principales de la materia seca, que constituye el 69% en la leche de oveja en comparación al 56% en la leche de vaca.

Presenta un rango de acidez de 0,22 a 0,25 % de ácido láctico, siendo notoriamente mayor a la acidez medida en promedio en leche de vaca, el cual se encuentra en 0,15 a 0,18 % de ácido láctico. Dicha diferencia se correlaciona con la mayor cantidad de proteínas encontradas en la leche de oveja. En la tabla 2 se presenta la composición promedio para la leche de oveja y para la leche de vaca.

Especie	Materia grasa %	Proteínas %	Hidratos de carbono %	Cenizas %
Ovina	7,90	5,80	4,50	0,80
Bovina	3,70	3,50	4,80	0,70

**Tabla 2:** Composición promedio de leches ovina y bovina. Tetra Pak. (1996)

Si bien la leche de oveja es más rica en nutrientes que la leche de vaca, rara vez se utiliza para el consumo como leche fluida. En general la leche de oveja se utiliza esencialmente para

elaborar quesos y en algunos países además de quesos para elaborar yogur. Desde el punto de vista tecnológico, la elevada composición de las macromoléculas, genera un mayor rendimiento en la elaboración de queso, alrededor de un 15%, mientras que para la leche de vaca es de un 10 % aproximadamente (Ramos y Juárez, 2011).

Prácticamente toda la leche de oveja se utiliza para elaborar quesos. Algunas variedades cuentan con denominación de origen controlada, por ende, la producción se limita a regiones específicas. Las restantes tienen su origen en elaboraciones artesanales y sólo una minoría proviene de una línea industrializada. En Europa, los principales países productores de queso de oveja son España, Francia, Grecia, Italia y Portugal.

Por otro lado, es importante destacar que, debido a que el ordeño se realiza en un período del año, el cual se extiende desde Octubre a Mayo; la leche se va concentrando a medida que avanza el ciclo de lactación. Así, durante dicho período, los sólidos totales se incrementan del 16%, valor aproximado entre los 30 y 45 días después del parto (momento del destete de las crías e ingreso al tambo) al 26% al final de la lactación, con un valor promedio coincidente con los valores bibliográficos de 19,0 – 19,5 % aproximadamente. Indudablemente, esta tendencia se ve reflejada en las experiencias casearias, como ocurre, por ejemplo, con los componentes concentrados en una elaboración del queso, donde se verifican incrementos del 5,45 al 11,20% para la materia grasa y del 5,47 al 8,39 % para las proteínas, lo cual tiene un impacto directo en el rendimiento del mismo (Mercanti y col., 2008).

A la hora de hacer referencia a factores que afectan la calidad de la leche de oveja, Busetti (2007) los clasifica según sean derivados del animal (edad, momento de lactancia, el número de partos y de corderos, etc.), u otros que son controlados por el tambero: nutrición, esquila, uso de antibióticos y el tipo de oveja.

### **Factores relacionados a la higiene y sanidad que afectan la calidad de la leche:**

Recuento de células somáticas: Se relaciona con la salud del animal. Aproximadamente un 10 % del recuento pertenece a células de la glándula mamaria (células epiteliales y restos de partículas citoplasmáticas), en tanto que alrededor del 90 % del recuento son células de origen sanguíneo (macrófagos, linfocitos, neutrófilos, etc.). Estas últimas contribuyen a la defensa inmunitaria, su número aumenta con la mastitis, no obstante también aumentan en una lactación avanzada. El recuento también está afectado por la edad del animal, el nivel de producción, el estrés, el estado sanitario, etc. En la Argentina no se tienen estándares pero en EE.UU. se acepta en ovinos es leches con hasta 750.000 (células /ml).

Su importancia económica está estrechamente relacionada a la disminución de la producción, los cambios cualitativos en la composición, fundamentalmente proteica ya que disminuyen las caseínas y se incrementan las proteínas del suero (albuminas e inmunoglobulinas) y pierde características casearias porque coagula defectuosamente y el desuerado se torna deficiente.

Recuentos microbiológicos: Está referido al número de microorganismos que se desarrollan a 30 °C y se expresa como el número de Unidades Formadoras de Colonias por mililitro de leche. En la leche, podemos encontrar bacterias de los géneros *Lactobacillus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*, que pueden llegar a resultar beneficiosas para la producción de quesos. Por otro lado, podemos encontrar una flora bacteriana patógena para el humano, dentro de esta tenemos *Listeria*, *Salmonella*, *Brucella*, etc. También se encuentra una flora que puede resultar como alterante negativa para los quesos (enterobacterias y coliformes).

En Europa, según la normativa 46-47/1992, de la Unión Europea, la leche pasteurizada es apta para elaborar quesos cuando tiene menos de 1.000.000 (UFC/ml). Cuando la leche se utiliza cruda para manufacturar quesos, el recuento debe ser menor a 500.000 (UFC/ml).

Presencia de sustancias inhibidoras: Las mismas pueden alterar el correcto desarrollo de la flora fermentativa benéfica de los lácteos fermentados, además de representar un riesgo para los consumidores. Están incluidos los residuos de fármacos, antibióticos, detergentes, desinfectantes y antisépticos. Por ende, es importante ordeñar aparte y descartar la leche de animales tratados por mastitis o por cualquier otra enfermedad cuyos residuos medicamentosos se eliminen por leche.

### **Factores fisiológicos que afectan la calidad de la leche:**

Factores genéticos: Las ovejas seleccionadas para leche producen más leche que las carniceras o laneras, tal es el caso de la raza Awassi que produce hasta 750 litros de leche en una lactación a diferencia de la Poll Dorset, una raza de carne, que produce solo 150 litros. Como razas lecheras de alta producción se citan la Awassi (Israel), la Frisona (Alemania), la Lacaune (Francia) y la Sarda (Italia). En nuestro país, las razas lecheras explotadas son la Frisona, la Pampinta y la Manchega; y las cruces obtenidas a partir de éstas.

En general existe una relación negativa entre el volumen y la concentración de sólidos en la leche. A mayor volumen se tiene una menor concentración y viceversa. Existen variaciones no solo cuando se comparan razas más productivas con otras menos productivas, sino también dentro de la majada y fluctuaciones dentro del mismo animal según el momento de la lactancia.

Según Holmes y Wilson (1984) el volumen de leche está determinado por la síntesis y secreción de lactosa, y en animales altamente productivos, la síntesis de grasa y proteína no se mantuvo constante como la de lactosa.

El genotipo de la oveja también puede afectar las propiedades queseras de la leche, por las variantes para las fracciones de caseína genéticamente determinadas. Esta ha sido estudiado en Europa para vacas lecheras y en ovejas, viéndose que las variaciones en la alfa 1 caseína producen una reducción del contenido de caseína y una alteración en el proceso de elaboración.

Edad y parición: Las ovejas jóvenes producen menos leche que las viejas y la máxima producción se da entre la tercera y la cuarta lactación, luego de la cual, la producción va decreciendo. La producción de un ordeño diario en animales de la raza Pampinta después de 8 meses de lactancia fue de 188,9 litros para borregas, 228,6 litros para ovejas de 2 años, 253,4 litros para las de 3-4 años y 213,8 litros para ovejas de más de 5 años de edad. Según trabajos con ovejas lecheras europeas, con el aumento en el número de lactaciones, aumenta el contenido de grasa y la proteína y las células somáticas, y bajan las concentraciones de lactosa.

Momento de la lactación: La lactación comienza en el parto y la producción de leche aumenta en forma considerable durante las primeras semanas. El ovino tiene ciertas particularidades que lo diferencian del bovino; primero se tiene una producción estacional, como consecuencia del anestro reproductivo, todas entran al tambo en forma simultánea después del parto, por ende su composición es similar. El pico de producción se produce entre la tercera y la quinta semana, para después descender dependiendo de la raza y del potencial individual de producción. A medida que disminuye la producción, la concentración de grasa, proteína, minerales sólidos totales aumenta; y la concentración de lactosa disminuye.

Peso corporal de las ovejas: Pulina y col. (1994) encontraron correlaciones fenotípicas positivas entre el peso corporal de la oveja sarda y la concentración de grasa y proteína de sus leches en las primeras 10 semanas de lactación.

Número de corderos nacidos o destetados: Durante el período de amamantamiento la mayor producción de leche está dada por el instinto materno, por ende influye la cantidad de corderos y por las frecuentes mamadas diarias. Luego sucede que la producción diaria de leche se incrementa al aumentar la cantidad de corderos alimentados. Destetes tempranos de los corderos pueden afectar la calidad quesera de la leche mientras la composición no se ve afectada, esto probablemente se debería al hecho de que la oxytocina y la prolactina que normalmente previene la involución mamaria disminuye porque los corderos son destetados tempranamente.

te, lo cual resulta en un aumento del plasminógeno, involucrando la síntesis de caseína con acción directa sobre la consistencia final del coágulo (Busetti, 2007).

### **Factores del manejo que afectan la calidad de la leche.**

No se han encontrado variación de sólidos y la composición en general cuando se compara un ordeño mecánico con un ordeño manual, si puede darse variaciones en cuento a los recuentos de células somáticas y unidades formadoras de colonias, esto se debe a la pericia y la higiene del tambero al llevar a cabo el ordeño y la higienización del personal, del animal y del equipó de ordeño.

Intervalos entre ordeños y frecuencia de ordeño: Wilde y col. (1990) establecieron que un mecanismo local de las células glandulares en el que el nivel de secreción de leche es controlado por un factor de inhibición de la lactación, que sería una fracción de las proteínas del suero. Por consiguiente, los intervalos entre ordeños, la frecuencia de ordeño, como así también las técnicas de repaso que aseguren un ordeño completo, sea a mano o con máquina, incrementarían la producción diaria y total de leche por remoción del efecto inhibitor de la leche acumulada en el tejido alveolar de la glándula mamaria.

Método de repaso: El repaso puede ser a máquina o a mano, y consiste en efectuar una segunda puesta de pezoneras u ordeño a mano después del tiempo de reposo, luego de retiradas las pezoneras, con el fin de obtener la leche retenida. En general este paso no se lleva a cabo debido a que aumenta el tiempo de operación en el tambo.

### Prácticas de manejo:

- Esquila: En general la esquila favorece la ingesta alimenticia, en particular en climas cálidos, reduciendo el estrés por calor, que afecta la ingesta de alimento y la producción de leche.
- Época de servicio: En Argentina, pueden darse ordeños durante todo el año si se procede a realizar servicio en contra estación mediante el uso de hormonas y la estimulación de los carneros que se encuentran fuera de temporada reproductiva, no se hallaron diferencias en la calidad de la leche en verano, pero si en el volumen producido, sobre todo en los meses de Diciembre y Enero, durante los cuales la oveja pasa mucho tiempo en la sombra, debido a las altas temperaturas.
- Nutrición: Afecta directamente la calidad y la cantidad de la leche producida como así también la calidad y la cantidad de queso. En el último tercio de gestación y de lactancia, son momentos de máximos requerimientos nutricionales. Al comienzo de la lactación el animal se ve obligado a recurrir a sus reservas corporales, a pesar del aumento

de la capacidad de ingestión después del parto. Con el avance de la lactación la producción de leche disminuye y aumenta la concentración de grasa y proteína aumenta, como consecuencia, los requerimientos por litro de leche aumentan hacia el fin de la lactancia. Es de suma importancia tener presente que una mala alimentación hará que las producciones no estén de acuerdo con las expectativas derivadas de la naturaleza genética del animal.

## CAPÍTULO II

### II.1. Breve historia del queso.

El queso es uno de los alimentos más antiguos que se conocen. Si bien existen muchas historias acerca de su origen, puede decirse que éste se remonta a unos 8000 años, durante la llamada “Revolución Agrícola”, cuando el hombre, organizado en comunidades, aprende a domesticar ciertos animales y a cultivar plantas, en la zona del “Creciente Fértil”, entre los ríos Tigris y Éufrates (actualmente sur de Turquía ), en donde los granjeros comenzaron a separar los sólidos de la leche de los líquidos, primero de la leche de oveja y cabra y posteriormente de la leche de vaca (Fox, 2011).

Los primeros productos lácteos fermentados deben su existencia a una combinación fortuita de eventos: la capacidad de un grupo de bacterias, ahora conocidas como bacterias lácticas, de crecer en la leche y producir la suficiente cantidad de ácido láctico como para reducir el pH de la leche y provocar la precipitación (coagulación) de las caseínas. Este gel de leche coagulada se rompe moviendo el recipiente o se corta, las dos fases, suero y cuajada se utilizan para consumo o se almacenan para uso futuro.

Si bien el ácido láctico es el coagulante original de la leche, se han descubierto otros mecanismos. El hecho de almacenar la leche en recipientes fabricados con tejidos de animales condujo a la extracción de enzimas proteolíticas (quimosina y pepsina). Estas enzimas modificaron el sistema de caseína de la leche provocando su coagulación. La cuajada obtenida presentó mejores propiedades de sinéresis convirtiéndose en un producto más estable que la cuajada ácida.

La elaboración de queso se encuentra representada en las tumbas del antiguo Egipto y también está presente en la literatura Griega (Eugster y col., 2012).

Luego de la caída del Imperio Romano se da la difusión de la fabricación del queso. Los monasterios y haciendas feudales fueron probablemente quienes más contribuyeron al desarrollo de la tecnología y a la evolución de las variedades de queso. En este período nacen muchos quesos importantes como el Roquefort, Edam, Gouda, Parmigiano, Emmental y Cheddar. La difusión del queso en todo el mundo se da con la colonización de América, Oceanía y África, los colonos europeos llevaron sus habilidades en la fabricación del queso. Desde entonces con el apoyo de la investigación científica se han desarrollado nuevas variedades como por ejemplo el queso blanco (Eugster y col., 2012).

## II. 2. Definición.

Queso es el nombre genérico que se le da a un grupo de productos alimenticios de gran variedad de sabor y forma, producidos a base de leche fermentada en todo el mundo. Desde su origen, como una forma simple de conservar los componentes de la leche, el queso ha evolucionado hasta convertirse en un alimento con excelentes cualidades culinarias además de nutritivas (Fox 1993).

El queso es un alimento popular, una buena fuente de nutrientes y generalmente se considera como parte de una dieta saludable. En su elaboración se llevan a cabo una serie de transformaciones fisicoquímicas que permiten realizar una concentración selectiva de los principales componentes de la leche: caseína y materia grasa, con el fin de reducir la actividad acuosa ( $a_w$ ), incrementado de esta manera el tiempo de vida útil.

El queso se clasifica según el tipo de coagulación, la consistencia de la cuajada, el contenido de grasa, el tiempo de maduración y el tipo de leche utilizada (vaca, oveja, búfala o cabra). El tipo de leche le da al queso diferentes propiedades nutricionales y organolépticas. A su vez, la susceptibilidad de estas leches al proceso de elaboración y las diversas etapas del proceso (coagulación, acidificación, desuerado, moldeo, prensado, salado y maduración) afectan las características del producto final (Martini y col., 2016).

Mundialmente existe una gran variedad de quesos, cuyas diferencias se hallan, principalmente en la naturaleza de la leche y en la tecnología de elaboración empleada. Si bien se han reconocido más de 1000 tipos de quesos (Fox, 2011), este número se reduce cuando se consideran como criterios de clasificación el contenido de humedad, de materia grasa, los agentes coagulantes, las características reológicas o las variables tecnológicas y microbiológicas (Ottogalli, 2005).

Durante la elaboración de quesos se lleva a cabo un proceso de deshidratación, el cual produce una concentración (entre 6 a 12 veces) de la fracción grasa y proteica de la leche. La etapa clave de este proceso es la coagulación de la leche, la que puede llevarse a cabo por acidificación, acidificación y calor o mediante enzimas coagulantes (cuajo), siendo esta última la empleada en la elaboración de más del 75% de los quesos.

Se expone a continuación la tabla 3 con diversas variedades de quesos características de algunos países.

Nombre del queso	Leche utilizada	Origen	Tipo de queso
Brinza	Oveja	Israel	Masa lavada, almacenado en salmuera.
Burduf	Oveja	Rumania	Masa blanda, madurada en bolsas de piel.
Caledonian	Vaca	Escocia	Queso de vena azul.
Camembert	Vaca	Francia	Queso blando, con moho blancos superficiales.
Domiatí	Búfala	Egipto	Queso blanco en salmuera.
Feta	Oveja y cabra	Grecia, Bulgaria	Queso blando en salmuera.

**Tabla 3:** Variedades de quesos en el mundo. (Scott, 2002).

Teniendo en cuenta que el queso es un producto concentrado biológicamente activo, en su interior tendrá lugar un proceso, conocido como maduración, en el que se modificarán sus características fisicoquímicas y organolépticas, transformándose en un alimento que, además de tener cualidades nutritivas excepcionales, presenta sabores y aromas agradables que hacen placentero su consumo. La evolución de las transformaciones bioquímicas que intervienen en la maduración es muy estudiada, se han reportado varios trabajos al respecto (Candiotti y col., 2010; Milesi y col., 2007; Reinheimer y Zalazar, 2006; Hynes y col., 2003; McSweeney y Fox, 2003; McSweeney, 2003; Fox y McSweeney, 1996).

Por sus características, el queso es un alimento que contribuye a satisfacer una parte importante de la demanda diaria de vitaminas y minerales (calcio, fósforo, etc.), como así también de nutrientes, especialmente por sus proteínas de alto valor biológico (Eck y Gillis, 2003).

### **II.3. Quesos de leche de oveja.**

La elaboración de quesos de leche de oveja es una actividad económica importante en el mundo.

En Europa y Oriente Cercano se pueden encontrar distintos tipos de quesos con renombre mundial. En la figura 3, elaborada con datos de Scott (2002); se hace referencia a variedades de quesos y países productores.



**Figura 3.** Tipos de quesos y países donde se producen. 1) AragackijSyr (Armenia), 2) Awshari (Pueblo Kurdo), 3) Beli Sir (Serbia), 4) Bjalo (Bulgaria), 5) Burduf (Rumania), 6) Cascabal Dobrogen (Rumania), 7) Edelpilzkäse (Alemania), 8) Feta (Grecia), 9) Halloumi (Chipre), 10) Kashkaval (Hungría), 11) Hrudka (Eslovaquia), 12) Manchego (España), 13) Pecorino Romano (Italia), 14) Roquefort (Francia), 15) Telemena (Rumania). (Scott, 2002).

En países como Italia, Grecia, España, Rumania, Francia, Turquía, Siria e Irán, entre otros, la lechería ovina está muy desarrollada. En estos países, se pueden encontrar los quesos de oveja más famosos del mundo, como por ejemplo el Pecorino Romano, el Fiore Sardo y el Pecorino Sardo en Italia, el Feta y el Teleme en Grecia, el Manchego y el Idiazábal en España y el Roquefort en Francia, productos todos amparados por la Denominación de Origen Controlada (DOC) (Ottogalli, 2005). En la tabla 4 se presentan algunos de los principales quesos de leche de oveja elaborados en distintos países y algunos parámetros de la composición global de los mismos.

País	Nombre	Tipo de queso	M. grasa (%)	Proteína (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)
Bulgaria	Kaschkaval	Pasta hilada	45	20		
Chipre	Halloumi	Madurado en salmuera	48	24		
Francia	Roquefort	Variedad azul	50	21	0,62	0,42
Grecia	Feta	Madurado en salmuera	40	18	0,65	0,40

Italia	Pecorino	Duro	42	29	0,40	0,32
Portugal	Serra da Estrela	Semiduro	56	26	0,65	0,53
Rumania	Teleme	Madurado en salmuera	50	18	0,53	0,40
España	Manchego	Semiduro	50-65	23	0,68	0,54

**Tabla 4.** Contenido promedio (% p/p) de materia grasa, proteínas, calcio y fósforo en quesos de oveja de diferentes países. (Ramos y Juarez, 2001).

La amplia gama de variedades de quesos, han transformado a estos productos en uno de los alimentos más versátiles y de mayor difusión a escala global, tal como lo demuestra el sostenido aumento en su ingesta, que actualmente se verifica tanto en los países desarrollados como en los denominados “*en vías de desarrollo*”, a lo que se suma su creciente integración en las culturas orientales, como parte del fenómeno de “occidentalización” de la dieta y el auge de las comidas rápidas (Schaller, 2009).

Industrialmente, la elaboración de la mayoría de los quesos comprende una serie de etapas que son comunes a cualquier tecnología, pequeñas variaciones de las mismas dan origen a quesos con diferencias en contenido de humedad, textura y características organolépticas.

#### **II.4. Principales etapas en la elaboración de quesos.**

**Pretratamiento de la leche:** Es la primera etapa que se realiza en la planta elaboradora. En ella se contemplan la pasteurización y la estandarización fisicoquímica de la leche.

**Pasteurización:** Básicamente es un tratamiento térmico que se aplica a la leche con el fin de reducir su carga microbiana y destruir los microorganismos patógenos eventualmente presentes, evitando alterar su estructura física y química. Si bien en el mundo, específicamente en Europa, se elaboran quesos con leche cruda, muchos de los cuales son mundialmente reconocidos por su calidad y tradición (Gunasekaran y Ak, 2003), en nuestro país, de acuerdo a lo establecido en el Código Alimentario Argentino (C.A.A) en el Artículo 605, Ítem 4, esto se permite sólo para el caso de quesos que se sometan a un período de maduración de más de 60 días, y a una temperatura superior a los 5°C.

La industria mediana y grande pasteuriza la leche en forma continua, empleando intercambiadores de calor de placas, en los que se la trata a 75°C durante 15 segundos (HTST), dado que es la metodología de trabajo que mejor se adapta a los procesos con alto grado de mecanización. En cambio, tanto en las pequeñas industrias como en los establecimientos artesanales, aún se utiliza el sistema discontinuo, en el que la leche se calienta a 63 °C y se mantiene durante 30 minutos (STLT), en la misma tina donde se elaborará el queso. Esta etapa es fundamental cuando la leche es de calidad microbiológica dudosa o el tiempo de almacenamiento de la misma a baja temperatura, previo a su industrialización, es mayor a 48 horas (Gauna, 2005).

Por otro lado, debe tenerse en cuenta que, aunque la pasteurización de la leche mejora su calidad microbiológica, también afecta ciertas características fisicoquímicas, que tienen un impacto directo en su aptitud quesera. En este sentido, se ha comprobado que en una leche pasteurizada, además de producirse un incremento en el tiempo de coagulación, se obtienen coágulos con menor dureza y mayor retención de suero. En base a estas observaciones, se han estudiado metodologías para recuperar esta capacidad en leches tratadas térmicamente (Meinardi y col., 2005; 2004) e incrementar el rendimiento quesero.

Asimismo, cabe destacar que la destrucción parcial de la microflora y de ciertas enzimas propias de la leche (como por ejemplo la lipasa natural) debida a la acción de la temperatura, rompe los equilibrios naturales que son cruciales en la fabricación de quesos. Por esta razón para la elaboración de la mayoría de los quesos con denominación de origen controlada (DOC) se emplea leche sin pasteurizar.

Así, bajo estas circunstancias, se plantea una situación de compromiso en la que deberá prevalecer el criterio de producción de un alimento sano y acorde a la legislación vigente.

***Estandarización:*** Esta etapa se refiere al ajuste de la composición de la leche, a través de la extracción de materia grasa por centrifugación para obtener una determinada relación proteína/grasa. Cabe aclarar que esta práctica habitualmente no se emplea cuando se elaboran quesos con leche de oveja. Asimismo, en este caso, raramente se corrigen, mediante adición de CaCl<sub>2</sub>, las variaciones en el contenido de calcio que exhibe la leche durante la lactación, o bien los eventuales desequilibrios entre las fases solubles y coloidal que sufre el calcio iónico como resultado de un tratamiento térmico (calentamiento o conservación en frío), con el fin de mejorar su aptitud para coagular (Mahaut y col., 2003).

**Adición de fermentos:** Mediante la incorporación de fermentos lácticos se logra la repoblación de la leche pasteurizada con microorganismos de características tecnológicas conocidas. Estas bacterias se multiplican fundamentalmente en la cuajada y durante el prensado de los quesos, cumpliendo con dos funciones esenciales:

a- Disminuir el pH del medio a una velocidad y nivel determinados, a partir de la metabolización de la lactosa, con producción de ácido láctico.

b- Contribuir al desarrollo de las características organolépticas del queso. Las enzimas liberadas al medio y que participan de forma directa o indirecta durante la maduración responden al tipo de bacterias agregadas y siempre están asociadas a la variedad de queso a elaborar (Reinheimer y Zalazar, 2006; Perotti y col., 2004; McSweeney y Fox, 2003; McSweeney, 2003; Candioti y col., 2002; Fox y McSweeney, 1996; Zalazar, 1994).

En las cuajadas enzimáticas la acidificación tiene poca incidencia sobre los parámetros de coagulación de la leche y en la sinéresis de la cuajada en tina, pero una elevada implicancia en la etapa de moldeo y prensado de los quesos. La intensidad y el momento en el que ocurre la acidificación y la sinéresis, juegan un rol importante sobre el estado de mineralización de la cuajada y en las características de la masa del queso al final de la maduración.

**Coagulación:** es una de las etapas más importantes en el proceso de elaboración del queso.

Consiste en la floculación de las micelas de caseína, que se unen para formar una malla tridimensional o gel que retiene el suero, los glóbulos grasos, los microorganismos del fermento y los que resistieron a la pasteurización. Para ello, se emplean enzimas específicas, comúnmente llamadas cuajo, que producen una modificación de las micelas de caseína a través de una proteólisis limitada sobre la  $\kappa$  - caseína, dando como resultado para-caseína y un péptido, conocido como caseinomacropéptido (CMP). Esta primera etapa en la proteólisis se conoce como *Fase primaria*. Bajo estas condiciones, las micelas pierden su capa de hidratación (primera deshidratación), y desaparece el efecto protector hacia los iones  $\text{Ca}^{+2}$  ejercido por la  $\kappa$  - caseína sobre el resto de las caseínas. Consecuentemente, las micelas comienzan a agregarse espontáneamente, dando como resultado un gel tridimensional que abarca la totalidad del volumen de la tina. En estas condiciones el suero queda ligado a las micelas y retenido en pequeños y grandes poros extramicelares.

Los factores que influyen en esta etapa son: el pH de la leche, la temperatura, la dosis y tipo de coagulante, el contenido de calcio iónico, la composición en caseína, la dimensión de las micelas y los tratamientos previos de la leche (Fox, 2011; Meinardi y col., 2002).

Las enzimas empleadas como cuajo, pueden tener distinto origen, pero las más difundidas son el cuajo bovino, quimosina recombinante y cuajo microbiano, especialmente en quesos frescos o madurados (Mandy y col., 2011; Fox, 2011; Zalazar, 1994).

**Tratamiento del coágulo:** consiste en realizar una serie de operaciones cuyo objetivo es intervenir en la sinéresis y el desuerado del coágulo, a fin de obtener una cuajada con un determinado contenido de humedad. Por lo general, esta etapa incluye un corte del coágulo en partículas de un tamaño bien definido según el tipo de queso a elaborar (operación conocida como lirado), agitación de las mismas y calentamiento o cocción de la mezcla de partículas de cuajada suspendidas en el suero.

El corte o lirado de la cuajada tiene como objetivo incrementar la superficie de desuerado para facilitar la eliminación de la fase líquida de la misma, provocando la menor pérdida de materia grasa posible y evitando la formación de “finos de cuajada”. Así, un tamaño de grano uniforme y adecuado al tipo de queso, permite la óptima evacuación del suero intragranular e intergranular.

Asimismo, debe tenerse en cuenta que, a partir de esta etapa del proceso de elaboración, también se comienza a definir la textura del producto final, dado que cuanto más finamente se divide la cuajada, mayor será el desuerado, lo cual afecta directamente las propiedades reológicas de la cuajada y, consecuentemente, la estructura de la matriz donde se producirán los complejos eventos de la maduración (Grundelius y col, 2000).

La agitación de las partículas de cuajada, tiene por finalidad conservar la individualidad de los granos, manteniendo libres las superficies de intercambio obtenidas durante el corte, principalmente cuando se trata de cuajadas con una mínima acidificación en tina, en las que se debe mantener una buena agitación para evitar la agregación de los granos debido al mayor nivel de mineralización, así como favorecer el desuerado a través de los impactos que sufren los granos de cuajada entre sí y mejorar la transferencia de calor durante el calentamiento de la cuajada.

La cocción de los granos de cuajada, que se encuentran suspendidos en el suero mediante agitación, se realiza suavemente a los efectos de favorecer la sinéresis y, consecuentemente, disminuir su grado de hidratación. La temperatura a la cual se realiza la cocción constituye un factor de desuerado fundamental, por lo que, al igual que la velocidad de calentamiento progresiva, debe ser cuidadosamente controlada durante el proceso de fabricación (Lucey, 2011; Yun, 1993; Veisseyre, 1980).

Los tiempos y la intensidad con que se apliquen estos tratamientos, dependerán de las distintas variantes tecnológicas, que son las que definen la humedad de la cuajada y su pH. Puesto que estos factores intervienen en el crecimiento microbiano, el desarrollo de las reacciones enzimáticas y bioquímicas durante el transcurso de la maduración, serán los que, en última instancia, determinen las características del producto resultante.

**Prensado y Moldeo:** para realizar el prensado bajo suero, una vez alcanzado el nivel de secado requerido para la cuajada, la mezcla suero y cuajada se descarga a una desueradora de pre-prensado. Esta se debe completar de tal forma que la masa quede perfectamente distribuida, cuidando que permanezca siempre recubierta de suero, evitando en todo momento la oclusión de aire y/o espuma en su interior. No debe quedar ninguna burbuja de aire para que la unión de los granos sea adecuada, condición esencial para la obtención de una pasta cerrada y sin agujeros mecánicos.

Luego se colocan planchas de acero inoxidable perforadas sobre la superficie de la masa inundada y se aplica sobre ellas presión por medio de pistones neumáticos. El tiempo de prensado bajo suero varía de 20 a 30 minutos y posteriormente se procede al corte y moldeo respetando el concepto de un bloque de masa por molde utilizado. Esta operación debe realizarse con la celeridad necesaria para evitar, en todo momento, el enfriamiento de la masa.

En la quesería artesanal, donde se trabaja con bajos volúmenes, y el grado de tecnificación es bajo, el prensado bajo suero se realiza en la misma tina. Para ello, tras suspender la agitación, se permite que la cuajada decante en el fondo de la tina, donde se la deja unos 20 – 30 minutos para que se compacte. Transcurrido dicho tiempo la cuajada se extrae con una tela y se la deposita sobre la mesa de moldeo, donde se troza y cada trozo se coloca en un molde.

El prensado en molde tiene como objetivo completar el desuerado. Su función es doble porque fuerza la salida de suero intergranular y del posible aire ocluido, lo cual, conjuntamente con el descenso del pH, asegura la correcta cohesión de los granos, que confiere al queso su forma definitiva. El nivel de desuerado es determinante para controlar el grado de acidificación en el molde, por cuanto fija la cantidad de lactosa disponible para ser fermentada por las bacterias lácticas y, consecuentemente, su neutralización al formarse lactato de calcio.

La acidificación se produce simultáneamente con el prensado y, a través de ella, el queso adquiere su textura y plasticidad. Es un fenómeno complejo, que además de proteger al queso de la proliferación de patógenos, afecta la estructura mineral de la cuajada (favorece la solubilización del fosfato de calcio coloidal y del calcio unido químicamente a las micelas) y disminuye el agua ligada a las caseínas (Choi, 2008; Guinee, 2002; Lucey, 1993; Veisseyre, 1980).

Debe tenerse en cuenta que, mientras que un prensado excesivo obtura las perforaciones del molde e impide la salida del suero, un prensado insuficiente no logra ejercer la presión necesaria para la expulsión del suero que se encuentra a nivel intergranular. En ambos casos, la retención del suero provoca una acidificación excesiva de la cuajada conduciendo a un queso con pH demasiado bajo al momento del desmolde.

**Salado:** En esta etapa se busca la incorporación de sal (cloruro de sodio) a la masa del queso, con el propósito de contribuir a realzar el sabor, promover la formación de la corteza, actuar como complemento del desuerado intergranular e inhibir el desarrollo de la flora indeseable (Guinee, 2004). Si bien estos son objetivos comunes a prácticamente todas las variedades de quesos, la forma en que se realiza esta operación puede ser diferente según las características del producto, el tipo de tecnología o las tradiciones regionales que lo caracterizan. Entre las metodologías más difundidas se pueden mencionar: el agregado de sal a la cuajada ácida (salado en pasta), aspersion de sal seca sobre la superficie del queso (salado en seco), frotación con salmuera en la superficie de los quesos durante la maduración ó por inmersión en salmuera como se realiza en su mayoría en la Argentina.

Debido a la influencia del salado sobre la actividad de agua existente en la cuajada (es uno de los factores de mayor impacto), en forma indirecta, actúa selectivamente sobre la microflora presente en la cuajada y, de esta manera, produce una diferenciación del ecosistema bacteriano que intervendrá durante la maduración.

Cuando el salado es por inmersión en salmuera, antes de ser sumergidos, los quesos deben tener una temperatura próxima a la de ésta, y un pH uniforme en todo su volumen. De este modo, los intercambios de materia que tienen lugar durante esta etapa (expulsión de suero y sales solubles del queso, e incorporación de cloruro de sodio), se producirán homogéneamente. Para que esto ocurra, a la salida de la prensa, los quesos son colocados en un ambiente refrigerado durante un tiempo suficiente, que puede ir desde 2 hasta 24 hs., dependiendo del tamaño de las hormas y de las instalaciones disponibles.

## **II.5. Maduración.**

Concluido el salado, los quesos pasan a la etapa de maduración, para lo cual se colocan en cámaras especialmente acondicionadas para tal fin. En este período, debido a la digestión enzimática de sus componentes, la cuajada sufre una sustancial modificación de su composición,

estructura, aspecto, consistencia, color, aroma y sabor, a través de la cual adquiere las características deseadas. Se trata de un proceso bioquímico complejo debido a la gran heterogeneidad fisicoquímica de la matriz de la cuajada y a la considerable diversidad de enzimas presentes, las cuales pueden provenir de la leche (enzimas nativas), del coagulante, del metabolismo de los microorganismos presentes, o bien de agregados (proteasas y/o lipasas) con un fin específico (Eck y Gillis, 2003; Castañeda, 2002).

El tiempo y la temperatura de permanencia dentro de las cámaras de maduración dependen del tipo de queso y del tamaño de las hormas. A su vez, la maduración puede desarrollarse a humedad constante cuando el queso está protegido por film (sin corteza), ó a humedad variable en los quesos tradicionales que pierden peso por evaporación.

## **II. 6. Elaboración de quesos ovinos en la Argentina.**

### **La experiencia en la planta piloto en la EAGyG de la UNL**

A diferencia de lo que ocurre en los países productores como Italia, Grecia, España, Rumania, Francia, Turquía, Siria, Irán, entre otros; donde la lechería ovina está muy desarrollada, en Argentina la producción de leche de oveja es incipiente y en ocasiones, pierde rentabilidad por falta de conocimientos. En estas condiciones, la leche producida es escasa y se destina, mayoritariamente, a la elaboración de quesos artesanales que, muy a menudo, no poseen una óptima calidad (Bain, 2007a).

Muchos de estos quesos fueron desarrollados en base al aporte realizado por expertos europeos, fundamentalmente italianos, quienes trajeron la tecnología utilizada en su región, incluyendo el nombre que, en muchos casos, pertenecía a quesos protegidos por la *denominación de origen*. Esto, propició la adopción de metodologías que frecuentemente, no eran las más adecuadas para las características de la leche que se disponía. En efecto, las diferencias atribuibles a la genética de los planteles, a la región, las pasturas y, fundamentalmente, a la escasa tradición en el manejo de los rebaños para la producción de leche, imponen la adopción de metodologías adecuadas a cada caso. Sin embargo, para cuando se comenzaron a visualizar estos problemas, la situación económica del país había cambiado, y resultaba muy costoso traer expertos extranjeros. Bajo estas condiciones, fueron muy pocos los establecimientos que tuvieron la capacidad de adaptar la tecnología a las características de su materia prima para obtener quesos de calidad, con un valor acorde a los costos de producción. En cambio, las

empresas que no lograron alcanzar esta meta, se vieron obligadas a cerrar o bien se volcaron a otras producciones.

La provincia de Santa Fe integra la región agrícola-ganadera e industrial de la Argentina donde se concentra una gran parte de la población rural del país. Para este sector, la producción ovina representa un rubro más dentro de las explotaciones agropecuarias medianas y pequeñas, orientado fundamentalmente, a la provisión de corderos jóvenes, que se comercializan para consumo cárnico. Bajo estas circunstancias, se suscita una serie de cuestiones que restringen el potencial que entraña un rebaño ovino. Así, por ejemplo, se puede constatar una notable heterogeneidad en los planteles con que se opera, los que, además de no estar formados por una raza definida, poseen un limitado nivel de productividad, persistiendo aún, en muchos establecimientos, el antiguo criterio regional de que la leche de oveja sólo puede ser destinada a la alimentación de sus crías (Meinardi y col., 2012).

Ante esta coyuntura, la Universidad Nacional del Litoral decidió acompañar los acontecimientos y, por lo tanto, se iniciaron acciones tendientes al desarrollo de esta nueva línea. Como primera medida, en la Escuela de Agricultura, Ganadería y Granja (EAGyG), dependiente de las Facultades de Ciencias Agrarias y Ciencias Veterinarias, se comenzó con la instalación de un tambo ovino con el objetivo de generar una alternativa viable que mejore la rentabilidad de las pequeñas explotaciones agropecuarias. Esta etapa concluyó con la puesta en marcha del primer tambo de ovejas en la región litoral, hoy consolidado en el predio de la EAGyG.

La potencial disponibilidad de leche que significaba el desarrollo de un tambo ovino despertó el interés del Instituto de Lactología Industrial (INLAIN), Facultad de Ingeniería Química – UNL - CONICET, el cual, basado en su amplia experiencia en el área tecnológica, comenzó a trabajar con dicha leche. A fin de conocer su comportamiento, se la comparó con la producida en un tambo modelo ubicado en la Estación Experimental del INTA Anguil (La Pampa) y luego se continuó con el desarrollo de tecnologías que se adapten, y resalten las características de la materia prima producida en la EAGyG. Asimismo, se estudió el comportamiento de la leche de oveja al congelamiento, dicha práctica permitiría optimizar volúmenes de leche para las elaboraciones. Mercanti y col. (2008) demostraron que en los tres primeros meses de almacenamiento, la leche no modifica el comportamiento en la tina de elaboración.

Frente a los logros alcanzados en el desarrollo del tambo y los resultados obtenidos con las tecnologías implementadas para la producción de quesos, la Secretaría de Vinculación Tecnológica de la UNL, con recursos propios y con fondos de proyectos nacionales construyó una planta procesadora en dependencias de la EAGyG, diseñada y construida con fines docentes

y que además permita presentar a los emprendedores una unidad de producción de quesos de leche de pequeños rumiantes.

La planta fue inaugurada en septiembre del 2008 y comenzó a producir bajo la marca comercial “De La Escuela” y se la habilitó para el tráfico nacional con el respectivo RNE: 21-11247. Luego de habilitar la planta industrial, se procedió con la inscripción y obtención de los respectivos RNPA para una variedad de quesos de leche ovina. Para diferenciarlos y darles características de tipicidad sus nombres fueron tomados de vocablos de los pueblos originarios, antiguos habitantes de este territorio, en virtud de lo cual se consolidaron los siguientes nombres: “Arandu” (del guaraní que significa: *sabiduría*) con dos variantes, queso de humedad intermedia: RNPA N° 21 – 088077 y queso de baja humedad: RNPA N° 21 – 088078; “Alhua” (del toba que significa: *tierra*), queso con pimienta: RNPA N° 21 – 088080; “Sayaten” (del toba que significa: *saber*), queso con nueces: RNPA N° 21 – 088076 y “Kamby” (del guaraní que significa: *leche*), queso de alta humedad: RNPA N° 21 – 088079. En la foto 1 se pueden ver la presentación de los mismos.



**Foto 1:** Etiqueta de los quesos que produce la planta elaboradora de la EAGyG.

Los quesos de oveja fueron presentados al público en diferentes ferias: en el año 2006 en la Feria de Las Colonias (FECOL) realizada en la Ciudad de Esperanza, en tres ediciones (2010, 2011 y 2012) de la Feria Ovina organizada por la EAGyG, además en dos ediciones (2012 y 2013) de la Feria de los Lácteos, enmarcadas en la Ruta de los Lácteos de la ciudad de Santa Fe y en la Feria Gastronómica “Raíz” (2013) en Tecnópolis (Buenos Aires).

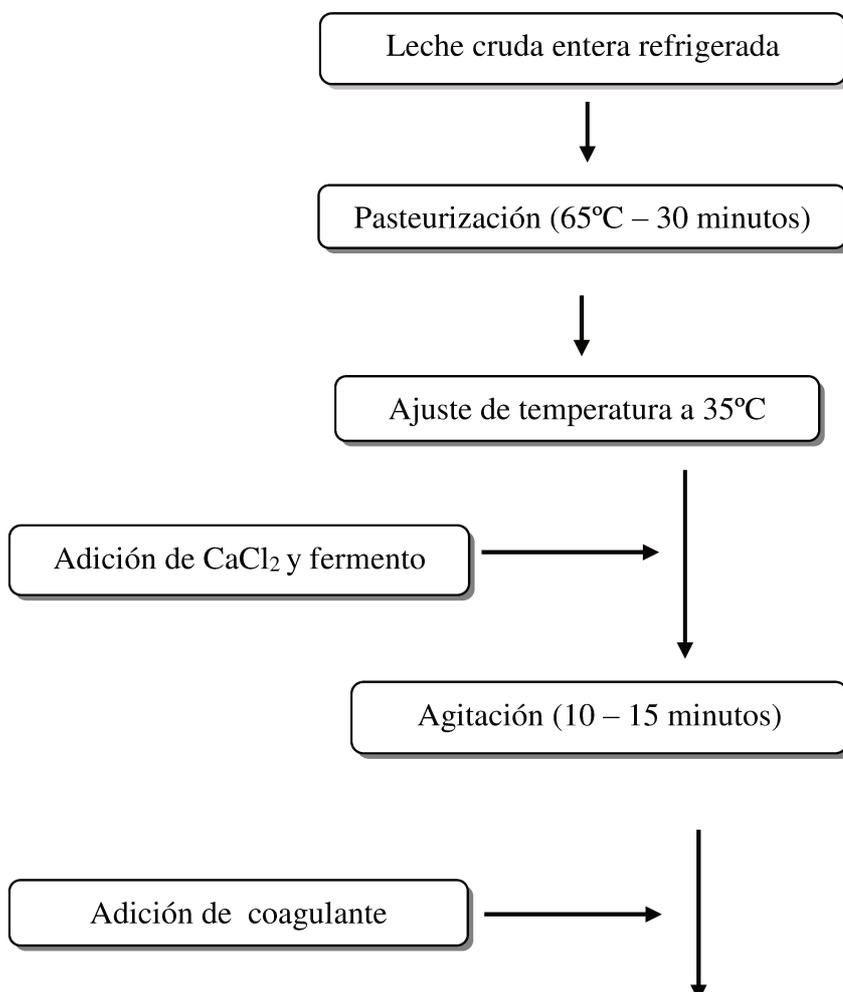
El queso Arandu de baja humedad se presentó en la MERCOLÁCTEA 2009, en San Francisco, Córdoba. En la evaluación categorizó de Primera Calidad con un puntaje de “91.2”.

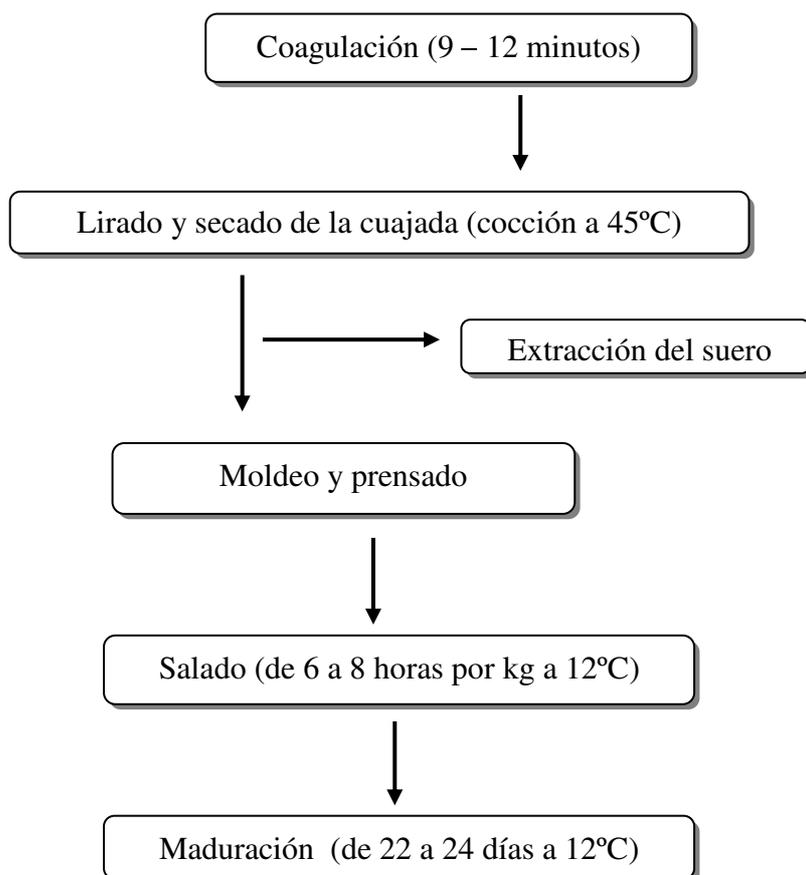
### **II.6.1. Tecnología de elaboración del queso Arandu.**

Si bien existe una gran cantidad de variantes tecnológicas para elaborar quesos que dan lugar a los productos más diversos, una de las principales diferencias entre éstas, se encuentra

asociada a las características de la pasta que se quiere obtener. En términos generales, puede decirse que, cuando se desea elaborar quesos con pasta más o menos elástica, el proceso se debe orientar a la obtención de una cuajada predominantemente enzimática. Por esta razón, para garantizar el éxito de la elaboración, es fundamental que, tanto la formación del gel, la deshidratación y eventualmente la cocción del mismo, se realicen acompañadas por un bajo nivel de acidez. Estas condiciones se logran cuando el desuerado precede a la acidificación, para que ésta comience a manifestarse durante el moldeo, alcanzando su valor óptimo cuando finaliza el prensado. De esta forma, el grado de mineralización del gel obtenido e, indirectamente, su poder buffer, será el aconsejado para este tipo de quesos, con valores siempre superiores a los correspondientes a una cuajada predominantemente ácida.

En base a lo expuesto, en la figura 4 se presenta un diagrama de bloques del proceso de elaboración del queso semiduro “Arandu”, basada en una tecnología para obtener un queso semicocido, donde se busca obtener una cuajada predominantemente enzimática. Este queso se puede consumir como queso de mesa suave a partir de los 30 días de elaboración y a partir de los 180 días de elaboración se lo puede consumir como un queso con sabor más intenso.





**Figura 4:** Diagrama de bloques para un proceso típico de elaboración de queso semiduro.

En el diseño de la tecnología de elaboración del queso “Arandu” los tecnólogos del INLAIN evaluaron distintos parámetros (lavado parcial de la cuajada y fundamentalmente los fermentos utilizados) tendientes a obtener un queso con distintas características texturales y organolépticas. Desarrollaron dos tecnologías, una para obtener un queso con una textura elástica y de sabor suave y la otra orientada a un queso con una textura más consistente, algo granulosa y de marcado sabor.

En la primer tecnología utilizaron como fermento primario un cultivo liofilizado de adición directa en tina formado por cepas de *Streptococcus thermophilus*. Emplearon quimosina (Maxiren® 150, France) como coagulante. Cuando la cuajada alcanzó la dureza adecuada efectuaron el corte o lirado del gel. Posteriormente lavaron la cuajada reemplazando el 10 % del suero con agua caliente y calentaron lentamente (a razón de 1°C por minuto) la mezcla hasta alcanzar los 43°C. Colocaron la cuajada en moldes y prensaron por 18 horas. Las hormas de 700 gramos aproximadamente fueron saladas en salmuera a 12°C con una concentración de

20 % p/v y un pH de 5,4. Maduraron los quesos en cámara a 12°C y 80% de humedad relativa. A estos quesos los denominaron quesos “QS” y los maduraron durante 40 a 45 días antes de su consumo.

En la segunda tecnología, introdujeron algunos cambios, emplearon como fermento una mezcla formada por un 60 % de *Streptococcus thermophilus*, un 20% de *Lacobacillus bulgaricus* y un 20% *Lactobacillus helveticus*. Realizaron un lirado más intenso obteniéndose un grano de cuajada de menor tamaño que en la tecnología anterior, no realizaron el lavado de la cuajada y la temperatura final de cocción alcanzó los 47°C. Estos quesos los denominaron quesos “QL” y los maduraron durante 180 días.

A continuación, se expone la tabla 5, resumiendo los resultados de las experiencias.

	Humedad (%)		Materia grasa %	Proteínas totales	pH			
	2 días	180 días			2 días	2 días	2 días	45 días
QS	42,8 ± 1,0 <sup>a</sup>	28,8 ± 1,6 <sup>b</sup>	30,2 ± 1,7 <sup>c</sup>	21,8 ± 1,3 <sup>d</sup>	5,47 ± 0,28 <sup>e</sup>	5,35 ± 0,06 <sup>e</sup>	5,47 ± 0,08 <sup>e</sup>	5,46 ± 0,08 <sup>e</sup>
QL	42,7 ± 2,3 <sup>a</sup>	29,1 ± 1,4 <sup>b</sup>	30,0 ± 2,6 <sup>c</sup>	23,1 ± 0,9 <sup>d</sup>	5,07 ± 0,17 <sup>f</sup>	4,95 ± 0,05 <sup>f</sup>	5,03 ± 0,09 <sup>f</sup>	5,13 ± 0,10 <sup>f</sup>

**Tabla 5.** Composición global y pH de los quesos S (QS) y L (QL). a, b, c, d, e, f; hacen referencia a las medias con diferente superíndice difieren ( $P \leq 0,05$ ). (Candiotti y col., 2010)

Candiotti y col., (2010) reportaron que los quesos QL y QS no presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en cuanto al contenido de materia grasa, humedad (evaluada a los 2 y 180 días de maduración) y proteínas totales. En lo referente al pH, los QL exhibieron valores significativamente menores a los de los QS durante todo el período de estudio. Esta apreciación la atribuyeron a la mayor actividad acidificante de los lactobacilos adicionados con el estárter.

Destacaron que, pese a las marcadas diferencias tecnológicas, la composición global de los QS y QL, resultaron comparables a otras variedades de quesos tradicionales elaborados con leche de oveja, tales como Kefalotiri, Graviera Griego o Halloumi.

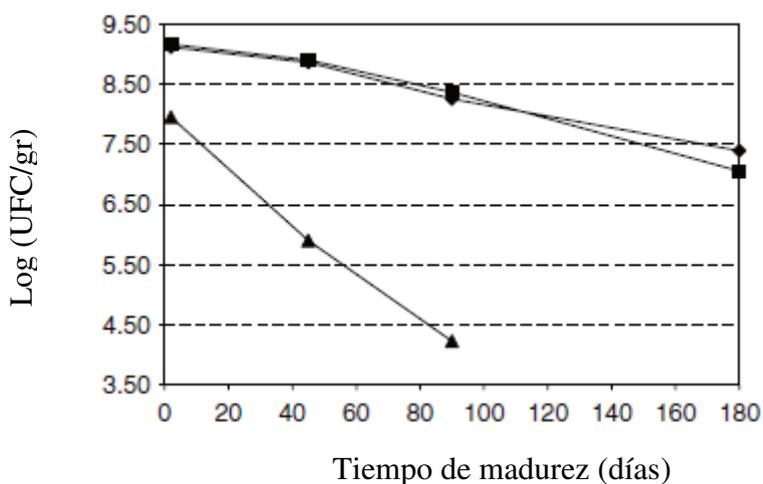
De la evaluación de la proteólisis, Candiotti y col., (2010) reportaron que la fracción nitrogenada soluble a pH 4,6 (NS-pH 4,6), aumentó durante el período de maduración (reflejando la acción de la plasmina y del coagulante residual) sin diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los dos tipos de quesos, con valores comparables a los informados para quesos Idiazabal.

Para las fracciones de nitrógeno soluble en ácido tricloroacético al 12% (NS-TCA 12%), y en ácido fosfotúngstico al 2,5% (NS-PTA 2,5%), encontraron diferencias significativas entre

ambos quesos durante toda la maduración, específicamente reportaron el doble para la fracción NS-PTA en los quesos QL a los 45 días de maduración, reflejando la mayor capacidad peptidolítica de los lactobacilos presentes en los quesos QL.

En cuanto a los perfiles electroforéticos de los residuos nitrogenados insolubles a pH 4,6 reportaron que las caseínas  $\beta$  ( $\beta_1$  y  $\beta_2$ ) prácticamente, no exhibieron variaciones ni diferencias significativas para ambos quesos durante la maduración, coincidentemente con lo reportado para quesos Idiazabal. Sin embargo, para la caseína  $\alpha_{s1}$  reportaron un comportamiento marcadamente diferente, a partir de los 2 días de maduración, detectaron en ambos tipos de quesos la  $\alpha_{s1}$ -CN (f1-23) y el péptido  $\alpha_{s1}$ -I CN, destacando un mayor nivel en la fracción del péptido  $\alpha_{s1}$ -I en los QL.

Durante la maduración de los quesos, el seguimiento del desarrollo de los fermentos agregados en la elaboración se realizó con el recuento de Unidades Formadoras de Colonia por gramo de queso a 37 °C en relación con el tiempo (2, 45, 90 y 180 días). Estos resultados se exponen en la gráfica 2.



**Gráfica 2.** Evolución del fermento primario S y L en la maduración de los quesos.

■ *Streptococcus thermophilus* en los quesos S; ◆ *Streptococcus thermophilus* en los quesos L  
▲ Lactobacilos en los quesos L. (Candioti, 2010).

En relación a los análisis microbiológicos los autores reportaron que la población de los lactobacilos en los quesos QL, sufrieron una disminución a los 45 días, debido a una lisis del mismo, con la consecuente liberación de enzimas intracelulares, que permanecieron activas durante la maduración e influenciaron en el desarrollo de aroma y sabor.

Por otro lado, los autores reportaron que a lo largo de la maduración, las poblaciones de *S. thermophilus* para los dos tipos de queso, estuvieron siempre en niveles elevados. A los 3 días, estaban presentes en un orden más en los quesos S, donde se utilizó un fermento consti-

tuido por estas bacterias, mientras que a los 45 días las concentraciones se igualaron. Con respecto a los hongos, las levaduras, y las bacterias coliformes, estuvieron en todos los quesos por debajo de las concentraciones causantes de problemas o defectos en quesos al inicio de la maduración, y disminuyeron a los 45 días.

Candioti y col., (2010) informaron que a los 45 días de maduración el test de la prueba del triángulo efectuado con un panel entrenado (12 jueces) reveló diferencias significativas entre los quesos ( $P < 0,01$ ) y además informaron que los QL presentaron características más intensas que los QS.

Con toda la experiencia adquirida en el perfeccionamiento de las distintas tecnología desarrolladas para la obtención de quesos de oveja de alta calidad, el grupo se avocó a la búsqueda de alternativas para otorgarle a los quesos características propias de la región, es decir tipicidad. Para ello, los estudios se orientaron a reemplazar los fermentos seleccionados comerciales desarrollados para leche bovina por un fermento natural obtenido por selección térmica de los microorganismos propios de la leche ovina.

Este fermento conocido como leche fermento (LF), es uno de los fermentos naturales más antiguos utilizados en la elaboración de quesos. Si bien en las grandes industrias, se han reemplazando por fermentos comerciales, resulta una alternativa interesante para las pequeñas industrias, ya que presentan una buena resistencia a bacteriófagos, son de bajo costo y los quesos elaborados con ellos exhiben características sensoriales imposibles de reproducir mediante fermentos comerciales.

## CAPÍTULO III

### III. Fermentos utilizados en elaboraciones cacearías.

La calidad del queso depende en gran medida del fermento primario que se adiciona a la leche para inducir la fermentación láctica. Los fermentos primarios consisten en bacterias lácticas (BL) y tienen como objetivo fundamental ganar el medio y direccionar el proceso de maduración para obtener las características deseadas para el tipo de queso elaborado. En sus inicios estos cultivos se obtenían concentrando las BL normalmente presentes en la leche, con el tiempo fueron evolucionando y hoy ya se disponen de BL seleccionadas con características tecnológicas conocidas. La selección de BL para el desarrollo de fermentos, principalmente se realizaron para elaboraciones con leche de vaca y si bien se utilizaron para otras leches como la ovina, éstas parecerían no ser las más indicadas para desarrollar los atributos sensoriales típicos de estos quesos.

Los fermentos primarios pueden ser naturales o comerciales. Los naturales fueron los primeros fermentos que se utilizaron en quesería y son la leche fermento y el suero fermento.

La leche fermento se obtiene a través de la selección térmica de microorganismos presentes en una leche cruda de buena calidad microbiológica, mientras que en el suero fermento la selección se basa en los parámetros tecnológicos que se aplicaron en una elaboración casearia.

Las principales ventajas de los fermentos naturales son la variabilidad microbiológica, su resistencia a los fagos, el bajo costo y fundamentalmente porque su uso permite obtener productos con tipicidad. Mientras que el principal inconveniente es la variabilidad en las características fenotípica que producen fluctuaciones en su comportamiento tecnológico modificando los tiempos de elaboración en la tina. Este inconveniente llevó a que en la industria los fermentos naturales se reemplazaran por los fermentos comerciales (Zalazar y col., 1999).

El uso de fermentos comerciales de BL y leche pasteurizada para la producción industrial del queso ha conducido a la pérdida de sabor y a una reducción de la diversidad de la microbiota láctea. Las diferencias sensoriales entre los quesos de leche cruda y pasteurizada podrían minimizarse mediante el uso de cepas de BL aisladas de quesos elaborados con leche cruda o bien de leche cruda tratada térmicamente e incubada (Terzic-Vidojevic y col., 2013; Lebos Pavunc y col., 2012; Menendez y col., 2004).

La presencia de dichas bacterias en conjunto con las enzimas naturales de la leche durante la

etapa de maduración, tienen injerencia en los procesos de glicólisis, proteólisis y lipólisis de manera de se obtengan quesos seguros con buenas características de sabor, aroma y textura.

Las BL constituyen un grupo heterogéneo de microorganismos notablemente versátiles y ampliamente distribuidos en la naturaleza. Estas bacterias son cocos o bacilos metabólicamente y fisiológicamente relacionados, que deben su nombre a la capacidad de formar ácido láctico como principal producto de la fermentación de carbohidratos. Son microorganismos Gram-positivos, no esporulados, inmóviles, anaerobios o aerotolerantes, incapaces de reducir nitrato.

Debido a su incapacidad de sintetizar compuestos porfirínicos, carecen de citocromo oxidasa y catalasa y no poseen la cadena de transporte de electrones responsable de la respiración. Las BL tienen requerimientos nutricionales complejos que incluyen carbohidratos, sales, aminoácidos, bases nitrogenadas, vitaminas y ésteres de ácidos grasos.

No obstante, casi siempre la principal fuente de energía la proveen los carbohidratos, y el metabolismo es estrictamente fermentativo, aun cuando se realice en presencia de aire (Axelson, 2004).

Los fermentos lácticos son BL mesófilas (desarrollan a temperaturas entre 20 y 35 °C), termófilas (desarrollan a temperaturas 35 y 50 °C) o una mezcla de ambas según el tipo de queso y proceso de elaboración.

A su vez los fermentos lácticos se pueden clasificar en:

- Homofermentativos: durante la fermentación de la lactosa producen gran cantidad de ácido láctico. Solo llevan a cabo el proceso de glicólisis usando hexosas. El quimismo teórico se puede expresar según:



- Heterofermentativos: durante la fermentación de la lactosa producen una pequeña cantidad de ácido láctico, aromas, sabores y gas carbónico generando “ojos” en la masa del queso.

Llevan a cabo el proceso de glicólisis usando hexosas o pentosas. El quimismo teórico se detalla a continuación:



Los cultivos adjuntos o secundarios son agregados con la finalidad de impartir al queso características especiales de aroma, sabor y textura mediante la formación de compuestos que son típicos de cada variedad. En general se definen como aquellos que son adicionados para

propósitos diferentes a la producción de ácido láctico (Wouters y col., 2002) y están compuestos por diversas variedades de bacterias y hongos.

Las BL no pertenecientes al fermento o NSLAB (por sus siglas en inglés, non starter lactic acid bacteria) son microorganismos adventicios que se encuentran en los quesos y que no forman parte del fermento primario; por lo tanto, no contribuyen a la producción de ácido láctico durante la elaboración (Beresford, 2003).

Las (NSLAB) se utilizan como cultivos adjuntos con el fin de mejorar la intensidad del flavour y algunas propiedades funcionales del queso (Settini y Moschetti, 2010). El desarrollo del flavour en los quesos es el resultado de las actividades metabólicas de las bacterias lácticas a través de la glicólisis, lipólisis, proteólisis y el metabolismo del citrato (McSweeney y Sousa, 2000).

Las NSLAB utilizadas como cultivos adjuntos son principalmente lactobacilos mesófilos especialmente *L. paracasei* subsp. *paracasei* y *L. plantarum* y pediococi tales como *Pediococcus (P.) pentosaceus* y *P. Acidilactici* y *enterococci spp.* (Baroei y col., 2011; Beresford y col., 2001)

Los lactobacilos mesófilos constituyen el grupo microbiano mejor estudiado y el más frecuentemente encontrado en los quesos como miembro de la flora NSLAB (Quiberoni y col., 2005; De Angelis y col., 2001)

Los principales hongos utilizados como cultivos secundarios en la maduración de quesos son: *Penicillium camemberti*, *Penicillium caseicolum* y *Penicillium roqueforti*.

En los quesos elaborados con leche cruda, la principal fuente de NSLAB es probablemente la leche de elaboración (Beresford, 2003), sin embargo un pequeño porcentaje de NSLAB puede atribuirse a otros orígenes tales como equipamiento quesero, medioambiente de la planta de elaboración, personal o fermento natural utilizado.

En los quesos elaborados con leche pasteurizada, las NSLAB están presentes como consecuencia de contaminaciones post-pasteurización por contacto con la superficie de equipos y utensilios, o a través de la flora residente en el medioambiente de la planta láctea.

Actualmente, a pesar del empleo de tinas cerradas y de la implementación de prácticas más higiénicas en la elaboración de quesos no se ha logrado evitar la contaminación con NSLAB (De Angelis y col., 2004). En base a estos resultados se postulan que otra posible fuente de estas bacterias en los quesos elaborados con leche pasteurizada, es la microbiota de la leche cruda que sobrevive a la pasteurización y que luego en la maduración se recuperan y desarrollan en el queso (De Angelis y col., 2004; Jordan y Cogan, 1999).

En la actualidad se considera que la hipótesis más fuerte es que las NSLAB tienen origen en

la leche cruda utilizada en la elaboración de quesos, y que sobreviven a la pasteurización.

Los cultivos adjuntos se seleccionan específicamente y se adicionan intencionalmente para suplementar la microbiota de la leche y mejorar la calidad del producto final.

### **III.1. Fermentos o cultivos primarios (starters) comerciales.**

Los fermentos primarios cumplen la función de generar ácido láctico durante la elaboración de quesos, lo que tiene importantes connotaciones tecnológicas. Como fermentos primarios se emplean las BL en la elaboración de productos lácteos fermentados como leches fermentadas, yogures y diversos tipos de quesos. Se caracterizan por su desarrollo en la leche, una rápida producción de ácido y resistencia a bacteriófagos.

La capacidad de formar ácido láctico contribuye a la preservación del alimento al inhibir el desarrollo de microorganismos indeseables. Además, los fermentos primarios favorecen el desarrollo del flavour y de la textura de los productos fermentados (Leroy y De Vuyst, 2004).

El efecto potencial de las BL en la intensidad del flavour del queso está vinculado a un incremento de la proteólisis secundaria, el metabolismo de carbohidratos residuales y la capacidad de producir aminoácidos libres y metabolizarlos, con la formación de compuestos del sabor (Burns y col., 2012). No menos importante es la implicancia de estas cepas en propiciar un ambiente desfavorable para el desarrollo de microorganismos indeseables, potencialmente perjudiciales (patógenos), lo que contribuye a la seguridad y la calidad de los quesos (Leroy y De Vuyst, 2004).

En la industria, las BL utilizadas como fermentos primarios comerciales son seleccionadas por sus propiedades metabólicas tales como actividad de acidificación (principalmente), actividad proteolítica y lipolítica, síntesis de bacteriocina, resistencia a los fagos y el potencial autolítico (Durlu-Ozkaya y col., 2001; López Diaz y col., 2000).

Los fermentos primarios están compuestos por un número limitado de bacterias termófilas como, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. delbrueckii* subsp. *lactis*, *L. helveticus*, *L. plantarum* y BL mesofilas tales como *L. paracasei*, *Lactococcus lactis* y *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *Cremoris* (Zalazar y col., 2006).

El uso de fermentos primarios permite, además de un mayor control del proceso fermentativo, obtener productos de calidad estándar y microbiológicamente seguros. No obstante, el escaso número de fermentos comerciales disponibles, sumado a la implementación de métodos de procesamiento estrictamente higiénicos y condiciones de maduración controladas ha

conducido a una disminución en la diversidad de notas de flavour en los quesos. Esto ha motivado la búsqueda de nuevas cepas, como fermentos primarios, en sus hábitats naturales o en productos fermentados de manera tradicional (Oberman y Libudzisz, 1998).

Los fermentos comerciales están formados por microorganismos seleccionados por el hombre y desarrollados por su capacidad de reproducirse en determinados sustratos y en ciertos rangos de temperatura. Estos microorganismos se clasifican en mesófilos y termófilos (Tetra Pak, 1996).

Generalmente los fermentos comerciales que utiliza la industria tienen las siguientes características:

- ✓ Fermentos para propagar en laboratorio: generalmente son mono cepas que se activan y propagan en el laboratorio. Luego se mezclan en las proporciones que requiere la tecnología del queso a elaborar y se pasan a la planta para su propagación final y uso en la tina de elaboración.
- ✓ Fermentos semidirectos: son provisto por laboratorios especializados. Generalmente son multicepas y requieren una propagación en planta para que se encuentren en la etapa de desarrollo logaritmo, necesario para su utilización en una elaboración.
- ✓ Fermentos de adición directa en tina: son provisto por laboratorios especializados. Generalmente son multicepas, se encuentran activos y en la concentración requerida para el proceso de elaboración.

Estos fermentos se comercializan congelados o liofilizados. En las tablas 6 y 7 se presentan los modos de uso de los fermentos de acuerdo a su presentación comercial.

Tipo de presentación comercial: Congelado	
Concentración aproximada de bacterias: $1 \cdot 10^{10}$ , $1 \cdot 10^{11}$ (UFC/gr)	
Uso	Forma de uso
Siembra directa en tina.	De 500 a 1000 (gr) de fermento en 10000 (lt) de leche para proceso.
Repique intermedio antes del agregado a tina (semidirectos).	De 70 a 100 (gr) de fermento en 500 a 1000 (lt) de leche, incubación, luego agregar de 2 a 5 % de fermento intermedio en 10000 (lt) de leche a procesar en tina.

**Tabla 6.** *Uso de fermento comercial congelado.* (Reinheimer, 2011)

Tipo de presentación comercial: Liofilizado	
Concentración aproximada de bacterias: $1.10^{11}$ a $1.10^{12}$ (UFC/gr)	
Uso	Forma de uso
Siembra directa en tina.	De 200 a 500 (gr) en 10000 (lt) de leche para proceso.
Repique intermedio antes del agregado a tina (semidirectos).	De 10 a 20 (gr) de fermento en 500 a 1000 (lt) de leche, incubación, luego agregar de 2 a 5 % de fermento intermedio en 10000 (lt) de leche a procesar en tina.

**Tabla 7.** *Uso de fermento comercial liofilizado.* (Reinheimer, 2011)

El desarrollo de los fermentos comerciales provee a la industria la posibilidad de adquirir una especie determinada (fermento monoespecie) o combinando dos o más especies (fermento multiespecie) con características tecnológicas distintivas que permitan lograr un queso con sabores y aromas definidos (Reinheimer, 2011).

### **III.2. Fermentos o cultivos primarios naturales.**

La leche cruda cuenta con una carga microbiana de variada naturaleza. La leche sale estéril de la ubre sana, de manera inmediata se contamina con microorganismos provenientes de la piel del pezón, el agua de lavado del pezón y del equipo de ordeño, las manos de los operarios, el aire, y el tanque de mantenimiento en refrigeración. Dentro de esta variada carga de microorganismos, propias de cada ecosistema regional y local, se pueden detallar bacterias (acidolácticas, patógenas, banales, esporulados, etc.), virus y levaduras (Reinheimer, 2011).

Para obtener un fermento natural, se debe partir de leche cruda de excelente calidad microbiológica. La leche debe provenir de animales sanos, el procedimiento de ordeño debe realizarse atendiendo a normas higiénicas; además es necesario que sea llevado a cabo por personal que no padezca enfermedades infectocontagiosas. El Código Alimentario Argentino (CAA) en sus artículos 554 y 556 establece que el ámbito para la extracción de la leche debe ser un tambo inscripto y habilitado por la Autoridad Sanitaria Bromatológica Jurisdiccional (ANMAT, 2020). De esta manera, se reduce la posibilidad de contaminación de la materia prima con microorganismos patógenos del entorno.

Asimismo, una de las etapas de elaboración de los fermentos naturales es la pasteurización de la leche, eliminando de esta manera los microorganismos patógenos (Meinardi, 2011; Reinheimer, 2011)

En el caso del suerofermento, el mismo llega a valores de  $\text{pH} < 4$  (Reinheimer, 2011), siendo esta condición una barrera tecnológica para el desarrollo de bacterias patógenas como *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter spp.* (Jay, 1994).

Los fermentos naturales tienen como característica tecnológica seleccionar parte de esta microbiota de la leche cruda (en especial las bacterias acidolácticas) y beneficiar su desarrollo y reproducción. Las bacterias seleccionadas, serán quienes provocarán cambios fisicoquímicos en los componentes de la leche en proceso de manufactura de un producto lácteo. Es entonces, que se llega a un fermento de naturaleza multiespecie, en el cual se desconocen que especies y en qué cantidad intervienen.

Las bacterias acidolácticas de los fermentos naturales al ser característicos de cada región tienen una mayor resistencia a los virus que cumplen sus ciclos de actividad en estas bacterias, dichos agentes también son característicos del ecosistema local y son muy peligrosos para las bacterias de los fermentos comerciales que en general provienen de otros países y por ende otros ecosistemas (Quiberoni, 2011). Otra ventaja de los fermentos naturales es que al haber una gran variedad de especies bacterianas (acidolácticas y no acidolácticas), la capacidad de metabolizar los componentes de la leche (proteólisis, lipólisis) del conjunto microbiano es mayor a lo que puede llegar a hacer un fermento monoespecie y aún un fermento comercial multiespecie. Es decir que en un producto lácteo, como es el queso, elaborado con un fermento natural, se contará con una disponibilidad de enzimas mayor y por ende, será un sistema más adecuado para el desarrollo de características organolépticas agradables (Meinardi, 2011).

Los productos lácteos elaborados con fermentos naturales gozan de un perfil mucho más artesanal y tradicional, son asociados a productos naturales típicos de cada región y por ende, tienen mayor aceptación por parte del consumidor.

En contrapartida, los fermentos naturales presentan la desventaja de tener una microbiota inestable, dada la variedad de microorganismos, puede ser que ésta se desequilibre al pasar el tiempo y primen en el medio, bacterias que impartan características organolépticas negativas a un producto lácteo determinado. Debe considerarse que la composición de la leche cambia según la época del año y el estado de la lactancia, esta variabilidad de nutrientes en la materia prima sin dudas afecta la uniformidad del fermento natural en el tiempo. Además pueden ocu-

rrir contaminaciones con microorganismos del ambiente que afecten la calidad del producto lácteo, como es el caso de fermentos de leche contaminados con levaduras que produzcan ojos, etanol y ácido acético en los quesos. Los fermentos comerciales por su parte tienen las especies y su cantidad muy bien definida, se puede decir que cuentan con estabilidad microbiológica, la cual da una calidad constante a los de quesos en el tiempo (Reinheimer, 2011).

Como ya se mencionó, los fermentos naturales para quesería son un grupo de microorganismos utilizados para realizar la fermentación del coágulo de leche llamado “cuajada”. Están dominados por bacterias que pueden consumir lactosa y desechar al medio ácido láctico, entre otras sustancias.

Se los prepara a partir de leche cruda, en este caso estamos frente a la leche fermento (LF), en la cual se selecciona por medio de un tratamiento térmico la existencia de una determinada microbiota y se beneficia su desarrollo. El fermento natural de suero o suero fermento (SF), se prepara a partir de una porción del suero liberado en la tina por la cuajada de una elaboración de queso, el mismo está condicionado por la tecnología utilizada y el ambiente en el que se llevó a cabo la manufactura.

El ácido láctico, presente a nivel de trazas en la leche (20 – 30 (mg/l)), se incrementa significativamente en la cuajada por la acción de las bacterias del fermento primario que quedan retenidas en el coágulo y se concentran en la sinéresis. El ácido láctico generado produce una disminución del pH de la cuajada en molde a valores próximos a 5,20, valor óptimo para desarrollar las características organolépticas del queso. En cuanto al aspecto microbiológico, debido a su característica antiséptica, el descenso del pH y la alta concentración de BL que colonizan la cuajada bloquean el desarrollo y dificulta la subsistencia de algunos microorganismos patógenos y/o alterantes que se encuentran en las elaboraciones con leche cruda o bien son incorporados involuntariamente en la leche luego de la pasteurización (Reinheimer, 2011). Tecnológicamente, el ácido láctico que aporta el fermento a la leche en la tina, disminuye el pH lo que favorece la fase primaria de la coagulación (Meinardi, 2011). Según (Candioti y col., 2001), en la elaboración de queso cremoso con LF, obtuvieron una coagulación más rápida al compararla con la coagulación de un queso elaborado en las mismas condiciones utilizando un fermento de adición directa en tina. Esta acidificación más rápida de la leche y posteriormente de la cuajada se traduce en una reducción del tiempo del proceso de elaboración (coagulación, lirado y moldeo) y un ingreso más temprano a salado en condiciones de refrigeración. Contrariamente, en la elaboración con un fermento de adición directa, se debe considerar un tiempo de retardo en el cuál las bacterias sufren una rehidratación y reactiva-

ción metabólica, situación que lleva a iniciar la acidificación de la cuajada cuando está en los moldes.

Los hidrogeniones ( $H^+$ ) aportados por el ácido reemplazan los iones Calcio ( $Ca^{+2}$ ) que forma la red tridimensional con las caseína (coagulo) y lo hace más permeable, lo que facilitaría la eliminación de suero en la sinéresis (Meinardi, 2011). Las BL, además de metabolizar la lactosa, principal hidrato de carbono en la leche, pueden metabolizar el citrato/ácido cítrico presente en la leche. Las especies *Lactococcus lactis* subespecie *lactis* variedad *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subespecie *cremoris* y *Leuconostoc lactis*, fermentan el citrato/ácido cítrico y la lactosa a diacetido (sustancia característica del olor de la manteca y algunos quesos), acetato, lactato, acetoína y  $CO_2$ . La permeabilidad de la membrana celular para el paso del ácido cítrico es óptimo a  $pH=5,0$  (Reinheimer, 2011).

### III.2.1. Clasificación de los fermentos.

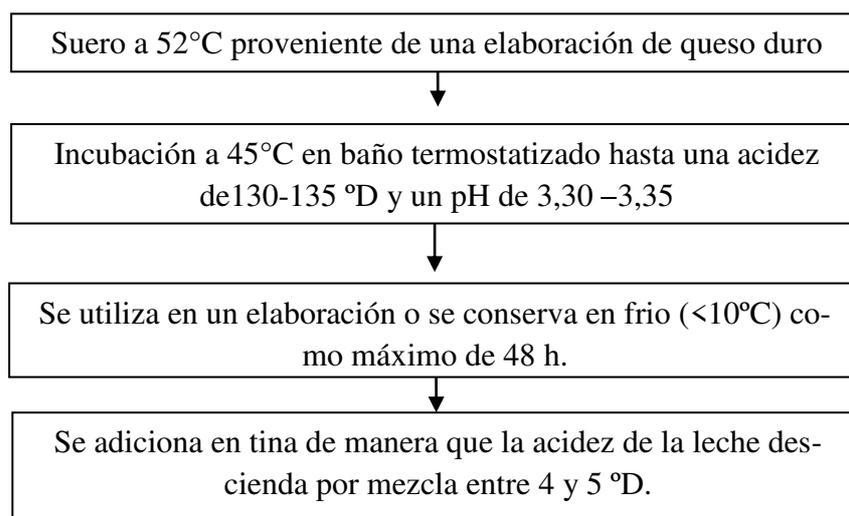
#### *a- Fermento de suero o suero fermento (SF).*

Es un líquido homogéneo con línea de crema en la superficie, con ausencia de espuma, una acidez de 135 -150 °D y un  $pH$  de 3,20 –3,40. Normalmente se lo utiliza como fermento para elaborar quesos duros de baja humedad como sería el queso Grana y el Parmigiano Reggiano en Italia, el Gruyere en Suiza y el Sardo, Sbrinz, y Reggianito en Argentina. La selección de la microbiota se realiza en base a los parámetros tecnológicos aplicados a una elaboración casearia.

Se prepara a partir del suero de una elaboración de queso duro o cocido en la que se utilizó una leche de óptima calidad, generalmente sometida a una pasteurización baja (63 °C por 30 minutos), y ejerciendo un control muy estricto de los parámetros tecnológicos. El suero que se obtiene a unos 52 ° C se coloca en recipientes asépticos y se incuba a 45 °C hasta alcanzar la acidez requerida.

El SF, es muy utilizado en Italia para los quesos con denominación de origen controlada, resulta muy difícil de sustituir por un fermento comercial porque además de las bacterias lácticas están aportando una cantidad importante de ácido láctico que por mezcla baja el  $pH$  de la leche a  $6,25 \pm 0,05$  lo que facilita el lirado y permite obtener un grano de cuajada pequeño (menor a un grano de arroz) y asegura que el  $pH$  del queso descienda a 5,10 -5,20.

A continuación, en la figura 5 se presenta un diagrama de obtención de SF



**Figura 5:** Diagrama para la obtención de suero fermento (Zalazar y col., 1999)

Como resultado del procedimiento se obtendrá un suero muy ácido, llegando a 125 – 130°D en 24 horas o 150°D en 48 horas (pH 3,0 - 4,0.) La incubación llevada a cabo a una temperatura de 45 °C permitirá alcanzar más rápido la acidez buscada, es decir, que dentro del rango de temperaturas posibles para incubar, 45°C es la temperatura óptima para tener una alta actividad acidificante. (Reinheimer, 2011)

La microbiota presente en el SF es principalmente termófila y con buena actividad proteolítica dentro de esta podemos identificar la especie dominante, el *Lactobacillus helveticus* y en menos porcentaje se pueden aislar el *Lactobacillus delbruecki* subespecie *lactis* y el *Streptococcus thermophilus*. No obstante, como microbiota contaminante pueden encontrarse levaduras (Reinheimer, 2011).

En la tabla 8, se presenta la población de microorganismos que compone el SF.

Microorganismo	Recuento
Bacterias ácido lácticas	$7,8 \cdot 10^8$ (UFC/ml)
Levaduras	$5,4 \cdot 10^4$ (UFC/ml)
Bacterias esporuladas aerobias	$6,7 \cdot 10^1$ (UFC/ml)
Bacterias lactato fermentadoras	$9,2 \cdot 10^2$ (UFC/ml)
Bacterias coliformes	Ausencia

**Tabla 8.** Composición microbiológica del suero fermento. Bruschi y col. (2010: 2009)

### b- Fermento de leche o leche fermento (LF)

Si bien la leche fermento figura en la bibliografía como uno de los fermentos más antiguos, actualmente en el país sólo la utiliza la pequeña y mediana industria, mientras que en Italia y Francia, su empleo es obligatorio en algunos quesos con denominación de origen controlada (DOC) elaborados con leche de vaca.

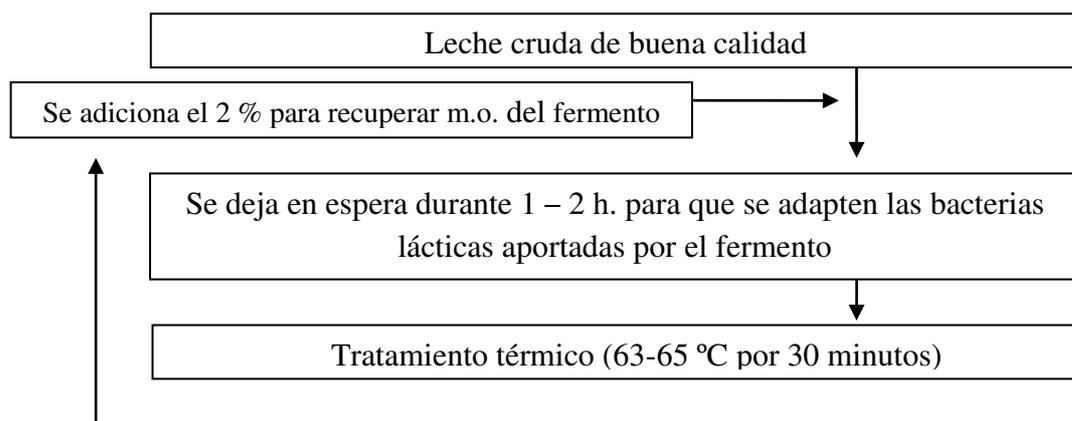
En Argentina, históricamente la LF ha sido utilizada en la elaboración de quesos frescos (Cremoso, Cuartirolo, etc.), semicocidos con ojos (Gouda, Colonia, etc.) y en queso barra para sándwich (Pategrás, Danbo, etc.) donde la tecnología requería la adición conjunta de hasta un 30 % de SF. (Reinheimer, 2011)

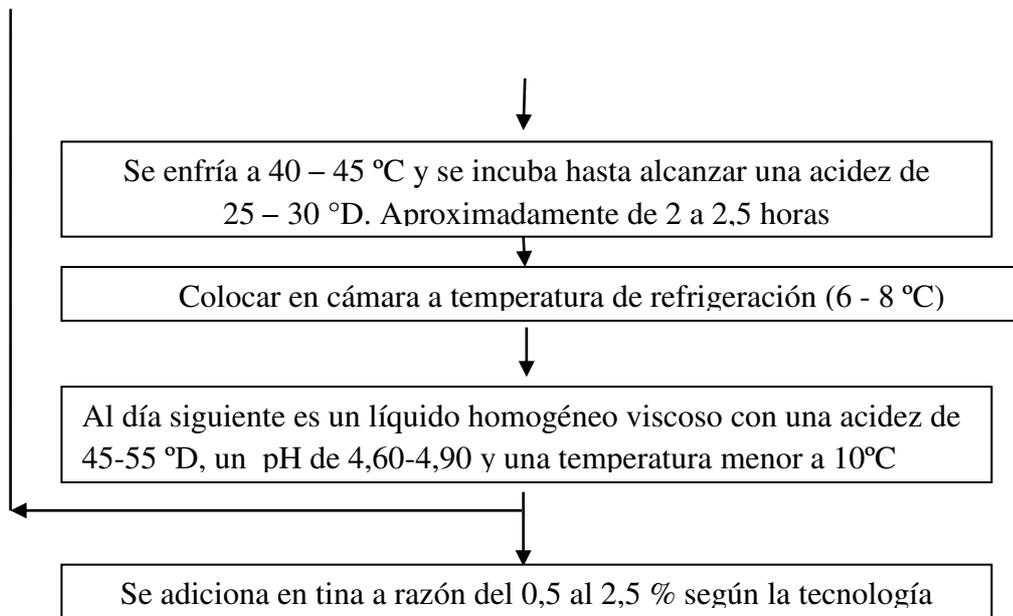
La LF se obtiene por selección térmica de la microbiota de la leche cruda. Se logra calentando la leche a una temperatura de 63 - 65 °C por un tiempo que puede variar entre los 5 y 30 minutos. Luego se realiza un enfriamiento a 40 - 45 °C e incubación por unas 2 - 2,5 horas.

Luego se enfría de manera de disponer al momento del uso un líquido homogéneo con una acidez de 45-55 °D, un pH de 4,60-4,90 y una temperatura menor a 10°C.

La metodología usada para preparar la LF y la microbiota de la leche cruda determinan la composición microbiológica de la misma. Está dominada generalmente por *Streptococcus thermophilus* y otras bacterias acidolácticas como enterococo (*Enterococcus faecium* y *Enterococcus faecalis*, generalmente) lactoacilos (*Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii* subespecie *bulgaricus*, *Lactobacillus delbrueckii* subespecie *lactis* y *Lactobacillus casei* subespecie *paracasei*), y *Streptococcus macedonicus* pueden estar presentes. En lo concerniente a la microbiota no láctica, comúnmente esta integrada por levaduras (*Debaryomyces*, *Saccharomyces*, *Trichosporon*, *Candida* y *Rhodotorula*), micrococcos y bacterias coliformes. Las LF son valiosas fuentes de *Streptococcus thermophilus* salvaje. Hay un permanente interés por obtener nuevas cepas de *Streptococcus thermophilus* aislados para ser incluidos en cultivos comerciales definidos para ser usadas en la mayoría de las producciones de queso y leches fermentadas. (Carminati y col., 2009)

A continuación en la figura 6 se detalla un esquema de obtención:





**Figura 6:** Diagrama para la obtención de leche fermento (Zalazar y col., 1999)

En general, este tipo de fermento se utiliza el día siguiente de su preparación con una acidez de 50 a 55 °D y un pH de 4,5 a 5. En cuanto a la flora fermentativa, también exhibe un comportamiento termófilo, y la actividad acidificante es óptima a una temperatura de incubación de 45 °C. (Reinheimer, 2011). No obstante existen publicaciones que demuestran una actividad acidificante con temperaturas óptimas de 30 y 37 °C de incubación (Bruschi y col, 2009/2010). Los controles que se llevan a cabo para determinar la calidad de la leche fermento en general son la observación microscópica y la actividad acidificante (Braun y col., 1994).

Candiotti y col. (2001) demostraron que en el queso cremoso elaborado con leche fermento a los 20 días de maduración, el grado de maduración fue de 14,57 +/- 0,38 (N soluble/ N total), mientras que al utilizar fermentos liofilizados comerciales y aplicando la misma tecnología, el grado de maduración alcanzado fue de 11,90 +/- 0,32 (N soluble/N total). De esta manera postularon que la flora salvaje seleccionada en la leche fermento tiene una acción proteolítica sobre las caseínas de la leche mayor a la de los fermentos comerciales evidenciando el potencial enzimático para degradar proteínas (caseínas) y la consecuente aparición de sabores, olores y texturas deseadas.

En la tabla 9, se presenta la población de microorganismos que compone el LF.

Microorganismo	Recuento
Bacterias ácido lácticas	$3 \cdot 10^7$ a $1,8 \cdot 10^9$ (UFC/ml)
Levaduras	$1,1 \cdot 10^4$ (UFC/ml)
Bacterias esporuladas	$2,5 \cdot 10^4$ (UFC/ml)
Bacterias lactato fermentadoras	$1 \cdot 10^2$ (UFC/ml)

Bacterias coliformes	$3,4 \cdot 10^3$ (UFC/ml)
----------------------	---------------------------

**Tabla 9.** *Composición microbiológica de una leche fermento.* (Bruschi y col, 2009/2010)

## CAPÍTULO IV

### IV. Experiencias realizadas.

#### IV.1. Obtención de la LF de leche de oveja.

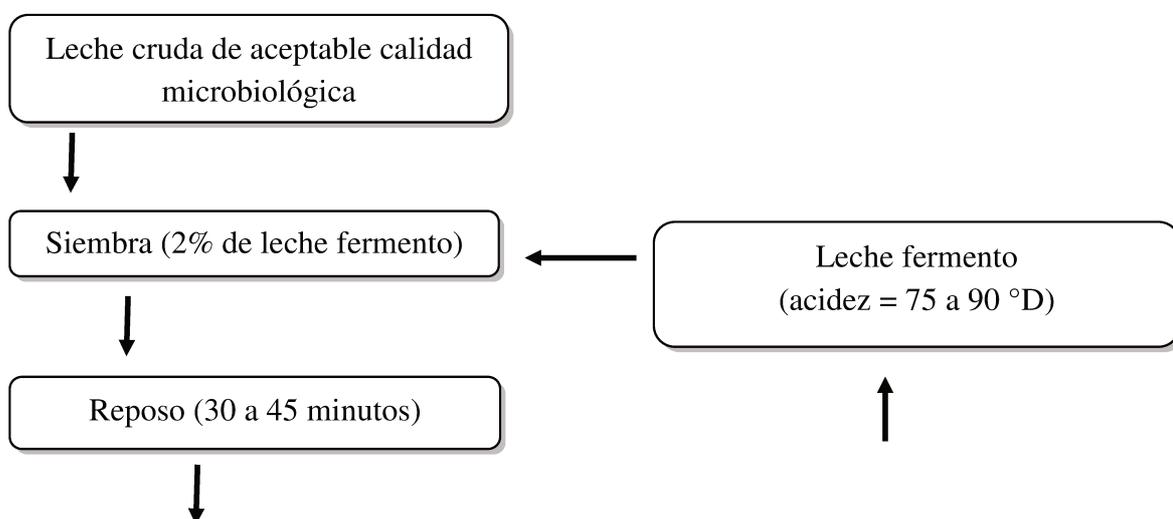
La elaboración de un fermento de leche se fundamenta en una selección de los microorganismos presentes a través de un tratamiento térmico y un posterior desarrollo de la microbiota seleccionada para el proceso caseario.

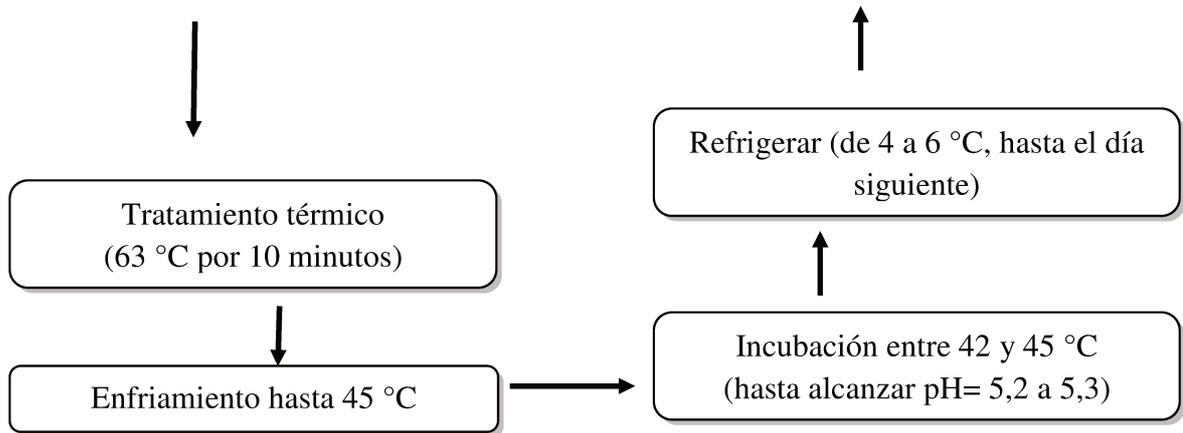
Se analizaron diferentes tratamientos térmicos en los que se variaron temperatura y tiempo. Se ensayaron tres temperaturas, 60, 63 y 65°C y tres tiempos 10, 20 y 30 minutos buscando que el fermento estabilizado lograra descender el pH a 5,1 en aproximadamente 3 horas de incubación. El tratamiento térmico adecuado para obtener LF de leche ovina fue de 63 °C por un tiempo de 10 minutos.

Las experiencias realizadas en la EAGG y en el INLAIN permitieron lograr una LF leche de óptima calidad utilizando la siguiente metodología:

Se trató un volumen de leche de oveja a 63°C por 10 minutos, luego se enfrió y se incubó a 42 °C hasta llegar a un pH alrededor de  $5,05 \pm 0,1$  en un tiempo de 2 a 2,5 horas. Luego se refrigeró a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  para detener la acidificación. Al día siguiente se sembró leche de oveja fresca con un 2 % de la LF obtenida el día anterior para elaborar una nueva. (Baroni y col., 2013)

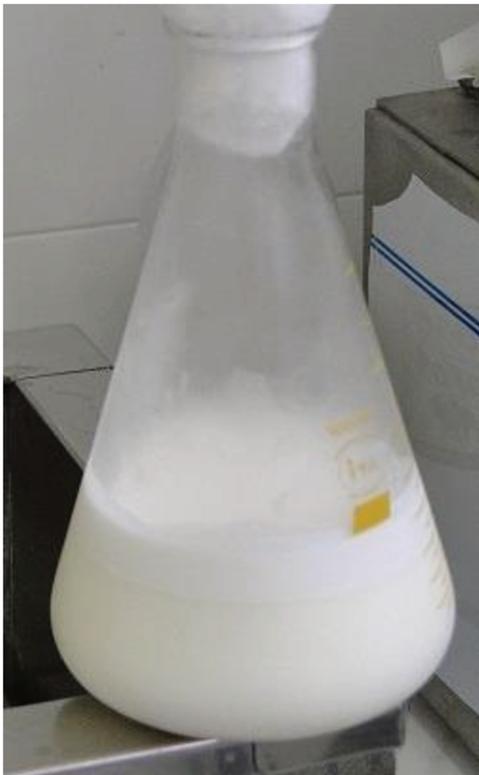
En la figura 7 se presenta el diagrama de obtención de la LF de leche de oveja





**Figura 7.** Diagrama para la obtención de una leche fermento de leche de oveja.

En las fotos 2, 3 y 4 se observa que la LF obtenida es un líquido viscoso que no llega a evidenciar coagulación, con una capa de grasa sobrenadante homogénea y sin burbujas; por lo que se puede concluir que microorganismos alterantes (coliformes y las levaduras) no han desarrollado. (Baroni y col., 2012)



**Foto 2.** Vista del erlenmeyer con leche fermento.



**Foto 3:** Muestra una capa de crema homogénea.



**Foto 4:** Vista de las características de la leche fermento utilizada en la elaboración.

La LF obtenida presentó un pH de 5,10, y una Acidez de 75 °D. La observación al microscopio mostró, en todo los campos, la presencia de cocos en cadenas, lo cual era lo esperado, debido a que la metodología empleada (repiques rápidos y baja acidez desarrollada) favorece el desarrollo de lactococos a expensas de los lactobacilos.

El análisis microbiológico reveló los siguientes recuentos:

Recuento de microorganismos mesofilos totales (APC-Leche):  $1,33 \cdot 10^9$  (UFC/ml).

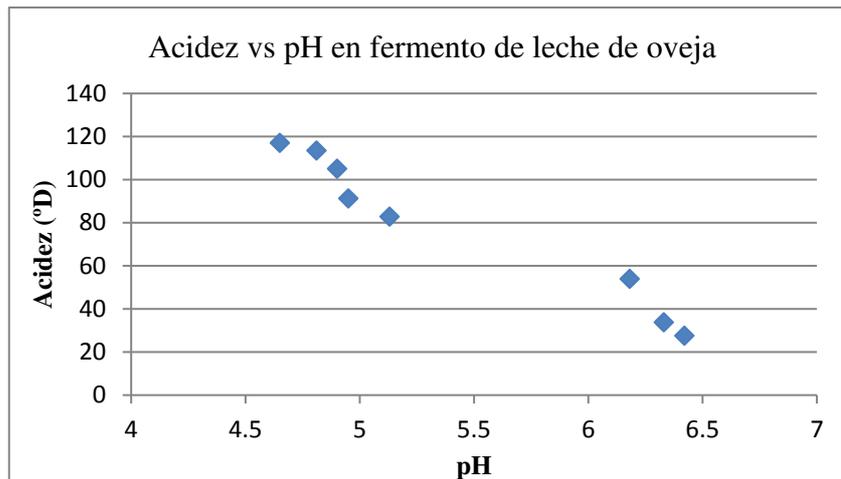
Recuento de coliformes (ABRV) menos de: 10 (UFC/ml).

Recuento de hongos y levaduras (AYL) menos de: 10 (UFC/ml).

La relación entre los valores de pH vs acidez obtenida en la acidificación de la LF se muestran en la tabla 10 y en el gráfico 3.

pH	6,42	6,33	6,18	5,13	4,95	4,90	4,81	4,65
Acidez (°D)	27,60	33,78	54,00	82,87	91,20	105,10	113,50	117,00

**Tabla 10.** Valores de pH y acidez de la leche fermento.



**Gráfico 3:** Relación entre los valores de pH vs acidez.

Debido a que la producción de leche de oveja es estacional, se inicia en los meses de Septiembre u Octubre y finaliza, según el manejo del rebaño, en Febrero o Marzo, la composición química de la leche tiene variaciones en el tiempo (incremento de sólidos, proteínas y lípidos).

Si bien se demostró que la LF representa una alternativa interesante, debido al periodo de producción en que se estudió no permite hacer una generalización de los resultados. En base a ello, para el segundo año, se programó el estudio del comportamiento de la LF a lo largo de todo el período de lactación. Para ello, el fermento natural (LF), obtenido al principio de la lactación mediante la metodología desarrollada en la planta de la Escuela de Agricultura, Ganadería y Granja de la UNL, fue mantenido activo a través de propagaciones periódicas del mismo. Para ello se inoculó leche ovina del día con un 2% de leche fermento del día anterior, se calentó a 63 °C por 10 minutos, se enfrió e incubó a  $42 \pm 1$  °C en un baño termostatzado. Cuando el pH alcanzó un valor de  $5,0 \pm 0,1$  (entre 2,5 y 3,0 horas) se lo colocó en heladera ( $5 \pm 2$  °C). Este procedimiento se repitió cada 48 – 72 horas durante todo el período de lactación de las ovejas. Cada 15 días, una alícuota de la leche fermento fue analizada en el INLAIN.

Las determinaciones que se realizaron fueron:

*a. Determinaciones microbiológicas:*

- Observación en microscopio.
- Recuento de bacterias lácticas (APC-L, Agar Plate Count adicionado (10 % v/v) de Leche Descremada Reconstituída (LDR) al 10 % p/v, incubado 48 h a 37 °C.
- Recuento de enterococos (Agar BEA, Bilis Esculina con Azida agar) incubado 48 h a 37°C.
- Recuento de lactobacilos (Agar MRS-acidificado, pH= 5,4) incubado 48 h a 37 °C.

- Recuento de cocos lácticos termófilos (Agar M17) incubado 48 h a 37 °C.
- Recuento de bacterias coliformes (ABRV) incubado 24 h a 32 °C.
- Recuento de hongos y levaduras (H y L) incubado 3-5 d a 25 °C.

*b. Determinaciones fisicoquímicas:*

- Seguimiento de pH y Acidez
- Evaluación de la actividad acidificante (LDR, 24 h a 42 °C) y
- Evaluación actividad proteolítica (OPA test, LDR 24 h a 37 °C).
- Evaluar la cinética de acidificación en leche.

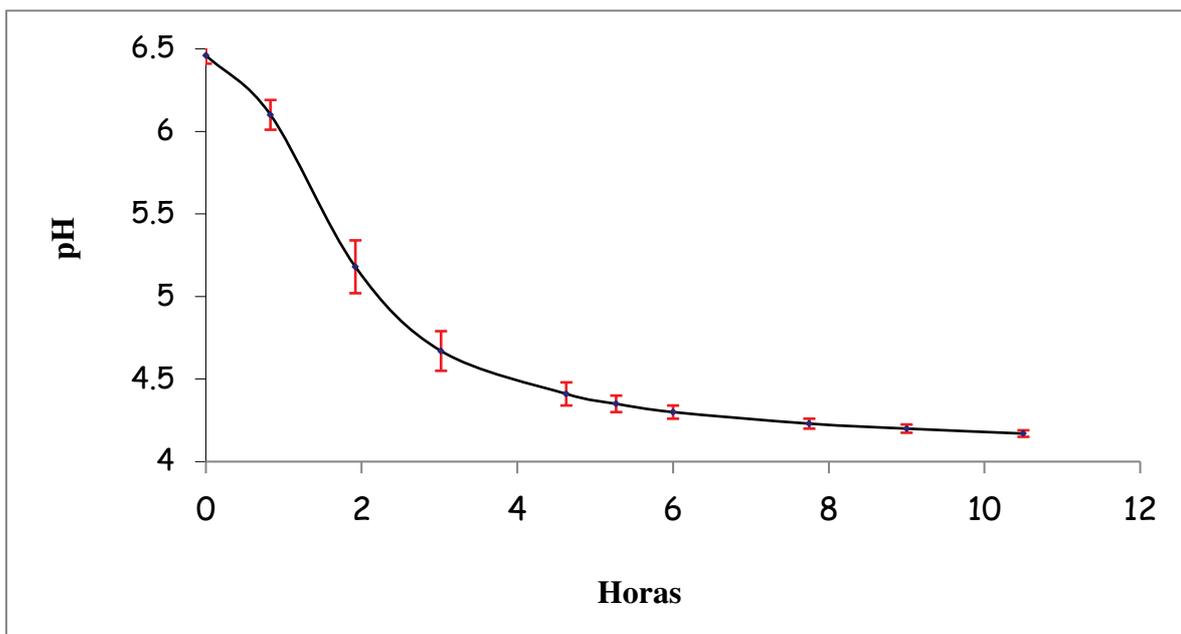
La observación microscópica (contraste de fases) de todas las muestras de LF mostraron presencia de cocos en diplos y cadenas cortas. No se detectó presencia de bacilos.

Los valores logarítmicos promedio de los recuentos microbiológicos lácticos fue de  $1,61 \pm 0,75 \times 10^9$  (UFC/ml) en APC-L,  $1,87 \pm 0,18 \times 10^9$  (UFC/ml) en M17 y menores de 10 (UFC/ml) en MRS-acidificado (lactobacilos) y BEA (enterococos). En cuanto a la presencia de microorganismos contaminantes en todos los casos fueron menores a 1 (UFC/ml).

Los valores medios ( $\pm$  SD) de las determinaciones fisicoquímicas fueron pH=  $4,90 \pm 0,16$ , acidez ( $^{\circ}$ D)=  $90,0 \pm 15,4$ ; actividad acidificante ( $^{\circ}$ D)=  $85,1 \pm 12,7$  y actividad proteolítica ( $A_{340nm}$ ) =  $0,075 \pm 0,078$ .

La cinética de acidificación se estudió inoculando leche descremada reconstituida al 10 % (p/v) estéril con el 2% de LF, se incubó a  $42 \pm 1$  °C durante 24 horas, midiendo el pH a períodos regulares de tiempo. En 2,5 horas el pH descendió desde valores de  $6,40 \pm 0,11$  a  $4,88 \pm 0,11$ . A las 24 horas el pH alcanzó un valor de  $4,08 \pm 0,08$ . Si bien las curvas de acidificación se encontraron desplazadas en el tiempo, en la etapa de acidificación todas respondieron a la misma ecuación:  $pH = - 0,01 \times T$  (minutos) + 6,40 con  $R^2 = 0,98$ .

En el gráfico 4 se muestra la evolución del pH de leche descremada sembrada con un 2 % de fermento de leche e incubada a 42 °C. En cada punto se muestra los valores medio y desviación estándar del pH considerando todos los controles realizados en el laboratorio del INLAIN.



**Gráfico 4:** Valores medios y desviación estándar del pH en función del tiempo obtenida en todas las evaluaciones de actividad acidificante (LDR).

#### IV.2. Elaboración artesanal de quesos de leche de oveja.

Se elaboraron cada 30 días, quesos artesanales de leche de oveja con tecnología estandarizada en la planta piloto del Instituto de Lactología Industrial (INLAIN), utilizando un fermento comercial seleccionado para los quesos testigo (T) y un fermento natural para los quesos experimentales (E) (Candiotti y col., 2010; Mercanti y col., 2007). Tanto la leche de oveja como el fermento natural fueron provistos por la EAGyG.

La leche de oveja cruda arribó a la planta piloto del INLAIN refrigerada a  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ . Para cada elaboración se utilizaron 40 litros de leche de oveja, la misma se pasteurizó a  $65^\circ\text{C}$  durante 20 minutos, después de enfriar a  $37^\circ\text{C}$  se le adicionó  $\text{CaCl}_2$  (grado alimenticio) en una concentración final de 0,2 (gr/lit). El volumen de leche se dividió en dos tinas de 20 litros cada una, de manera de fabricar simultáneamente los dos tipos de quesos.

En la primera de ellas (T) se adicionó el fermento primario que consistió en un cultivo liofilizado comercial de *Streptococcus thermophilus* (Chr. Hansen) el mismo se dispersó en una pequeña cantidad de leche pasteurizada y se añadió a la tina de manera de obtener  $10^7$  (UFC  $\cdot\text{ml}^{-1}$ ) en la leche de elaboración. En la segunda tina se adicionó el fermento natural, leche fermento, en una concentración de 2,0 % (p/v).

A los 15 minutos, en ambas tinas se adicionó el coagulante quimosina (Maxirem) en concentración de 0,014 (gr/lit). Cuando la cuajada alcanzó la firmeza deseada se cortó obteniendo granos de cuajada del tamaño de un grano de maíz. La mezcla de partículas de cuajada y suero se calentó lentamente (1°C cada 1 minuto) y con agitación hasta llegar a 45 °C para la cocción y el secado de la cuajada. Cuando los granos de cuajada presentaron el nivel deseado de humedad, se detuvo la agitación y se drenó el suero. Luego se separó la cuajada, se la colocó en moldes cilíndricos de 9 (cm) de altura y 10 (cm) de diámetro. Se prensaron durante 18 horas y se salaron por inmersión en salmuera a 12 °C durante 7 horas. Se realizaron dos elaboraciones, en cada una se obtuvieron 2 réplicas de cada tipo de queso, los que se maduraron 120 días en una cámara a 12°C ± 1° C con una humedad relativa del 80%.

Los quesos fueron analizados durante la maduración (0, 45 y 120 días). Al finalizar la maduración (120 días), se realizó una evaluación sensorial utilizando escalas no estructuradas ancladas en los extremos (Análisis Descriptivo Cuantitativo).

En las elaboraciones de quesos realizadas con LF se redujo ligeramente el tiempo de lizado, la etapa de cocción y secado en comparación con las que se usó un fermento directo. Este hecho es atribuible a la acidez inicial aportada por el fermento natural.

Debido que durante todo el período de lactación la LF no presenta cambios microbiológicos ni se ve afectada su capacidad de acidificación y se comporta bien en tina se puede concluir que es un fermento que se adapta correctamente a la elaboración de queso de oveja.

#### Composición global y pH.

##### ✓ De la leche de oveja

En las elaboraciones, se tomaron muestras de leche a las que se les determinaron el pH y la composición global, según metodologías normalizadas, realizándose todos los análisis por duplicado.

##### ✓ De los quesos

El muestreo de los quesos se realizó a los 3, 60 y 120 días de su elaboración según norma de la Federación Internacional de Lechería (FIL-IDF, 1995). Para cada tiempo de muestreo se determinó el contenido de humedad (FIL-IDF, 1982), el de proteína total (FIL-IDF, 1993), el de materia grasa (ISO433/IDF222, 2008) y el pH (Bradley y col., 1993).

Los resultados se analizaron estadísticamente empleando ANOVA de una vía.

Además se determinó el Grado de maduración (GM), que se define como la relación porcentual entre la fracción de nitrógeno soluble a pH 4,6 (Ns pH-4,6) y el nitrógeno total (Nt).

La determinación de Ns pH-4,6 (Gripon y col., 1975, Bernal y col., 2001). Se calculó según la siguiente expresión:

$$GM = (Ns \text{ pH } 4,6) / Nt \times 100$$

En la tabla 11 se presentan los valores promedio y desviación estándar obtenidos para los parámetros de composición global y pH de los quesos testigos y experimentales correspondientes a la primera elaboración.

Primera elaboración						
	3 días		60 días		120 días	
	Testigo	Experimental	Testigo	Experimental	Testigo	Experimental
pH	5,35	5,40	5,35	5,40	5,30	5,35
H (%)	41,00 ± 0,06	39,01 ± 0,13	36,15 ± 0,28	35,32 ± 0,03	36,23 ± 0,08	35,58 ± 0,08
Pt (%)	24,26 ± 0,03	24,74 ± 0,06	27,86 ± 0,06	26,51 ± 0,04	26,34 ± 0,10	26,39 ± 0,28
MG (%bs)	58,95 ± 0,19	56,83 ± 0,05	58,70 ± 0,20	57,89 ± 0,12	55,93 ± 0,05	56,39 ± 0,05

**Tabla 11.** Composición y pH en quesos de la primera elaboración. H: humedad; Pt: proteína total; MG: materia grasa (en base seca).

En la tabla 12 se presentan los valores promedio y desviación estándar obtenidos para los parámetros de composición global y pH de los quesos testigos y experimentales correspondientes a la segunda elaboración.

Segunda elaboración						
	3 días		60 días		120 días	
	Testigo	Experimental	Testigo	experimental	testigo	Experimental
pH	5,35	5,40	5,30	5,35	5,30	5,35
H (%)	38,94 ± 0,03	39,06 ± 0,03	31,15 ± 0,10	31,15 ± 0,10	30,46 ± 0,14	31,78 ± 0,06
Pt (%)	24,31 ± 0,09	24,72 ± 0,23	28,01 ± 0,37	27,03 ± 0,43	28,93 ± 0,34	28,96 ± 0,06
MG (%bs)	57,70 ± 0,25	57,80 ± 0,68	56,72 ± 0,71	54,97 ± 0,59	55,25 ± 0,78	56,46 ± 0,22

**Tabla 12.** Composición y pH en quesos de la segunda elaboración. H: humedad; Pt: proteína total; MG: materia grasa (en base seca).

Los quesos obtenidos en ambas elaboraciones testigo y experimental no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en el contenido de humedad en un mismo tiempo de maduración, por lo que la tecnología aplicada fue la adecuada. Sin embargo se observa que los valores de pH presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) durante la maduración.

De acuerdo a los valores de porcentaje de humedad se los puede clasificar como quesos de pasta semidura teniendo en cuenta el rango estipulado por el Código Alimentario Argentino (CAA) humedad entre 36,0 y 45,9%. De acuerdo al contenido de materia grasa en el extracto seco se trataría de quesos grasos (45,0 – 59,9%) (ANMAT, 2020)

En ambas elaboraciones se determinó el grado de maduración (tabla 13 y 14) a los 3 días y a los 120 días para evaluar el comportamiento de la LF.

Primer elaboración				
	Queso testigo 1		Queso experimental 1	
	3 días	120 días	3 días	120 días
Nitrógeno total	3,81 ± 0,01	4,13 ± 0,01	3,88 ± 0,01	4,14 ± 0,04
Nitrógeno soluble a pH=4,6	0,15 ± 0,01	0,73 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,81 ± 0,06
Grado de maduración	3,84 ± 0,03	17,47 ± 0,10	3,84 ± 0,04	19,54 ± 0,76

**Tabla 13.** Grado de maduración para los quesos testigo y experimental a los 3 y 120 días para la primer elaboración.

Segunda elaboración				
	Queso testigo 2		Queso experimental 2	
	3 días	120 días	3 días	120 días
Nitrógeno total	3,81 ± 0,01	4,50 ± 0,01	3,88 ± 0,04	4,54 ± 0,01
Nitrógeno soluble a pH=4,6	0,19 ± 0,01	0,78 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,77 ± 0,01
Grado de maduración	4,87 ± 0,04	17,30 ± 0,11	5,32 ± 0,08	17,20 ± 0,03

**Tabla 14.** Grado de maduración para los quesos testigo y experimental a los 3 y 120 días para la segunda elaboración.

En ambos tiempos de maduración (3 y 120 días) los valores de grado de maduración no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los quesos elaborados con la LF y los elaborados con el fermento comercial, demostrando que la LF obtenida mediante tratamiento tér-

mico de la leche de oveja se puede utilizar en la elaboración de quesos artesanales de leche de oveja.

Al finalizar el período de maduración, el grupo de análisis sensorial del Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA – FIQ - UNL) llevó a cabo la evaluación sensorial de las muestras de queso empleando el Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC). Participaron doce evaluadores entrenados y los atributos a evaluar fueron olor, color, textura, gusto, flavour genuino y sabor picante.

<u>Muestra</u>	<u>ATRIBUTOS</u>								
	<u>Olor</u>	<u>Color</u>	<u>Aspecto</u>	<u>Corte</u>	<u>Sensación al paladar</u>	<u>Flavor genuino</u>	<u>Gusto salado</u>	<u>Gusto amargo</u>	<u>Sabor picante</u>
<u>T1</u>	<u>6,40</u>	<u>6,52</u>	<u>7,96<sup>b</sup></u>	<u>7,64</u>	<u>7,32</u>	<u>6,60<sup>b</sup></u>	<u>5,82<sup>b</sup></u>	<u>3,02</u>	<u>6,67<sup>a</sup></u>
<u>T2</u>	<u>7,02</u>	<u>6,70</u>	<u>6,49<sup>a</sup></u>	<u>7,17</u>	<u>7,00</u>	<u>5,42<sup>a</sup></u>	<u>3,75<sup>a</sup></u>	<u>2,73</u>	<u>3,52<sup>a</sup></u>
<u>E1</u>	<u>6,32</u>	<u>6,59</u>	<u>6,58<sup>a</sup></u>	<u>6,93</u>	<u>6,89</u>	<u>6,08<sup>ab</sup></u>	<u>5,18<sup>b</sup></u>	<u>2,80</u>	<u>3,28<sup>a</sup></u>
<u>E2</u>	<u>6,51</u>	<u>7,22</u>	<u>7,00<sup>a</sup></u>	<u>6,83</u>	<u>6,83</u>	<u>6,13<sup>ab</sup></u>	<u>3,76<sup>a</sup></u>	<u>2,77</u>	<u>3,11<sup>b</sup></u>
<u>F</u>	<u>1,06</u>	<u>1,28</u>	<u>6,53</u>	<u>1,48</u>	<u>0,58</u>	<u>2,55</u>	<u>22,24</u>	<u>0,21</u>	<u>44,63</u>
<u>p</u>	<u>NS</u>	<u>NS</u>	<u>0,0009</u>	<u>NS</u>	<u>NS</u>	<u>0,0675</u>	<u>0,000</u>	<u>NS</u>	<u>0,000</u>

**Tabla 15.** Análisis de variancia del ADC efectuado a los quesos testigo (T1 y T2) y experimentales (E1 y E2) a los 120 días de maduración. Sabbag y col. (2013)

Los resultados obtenidos del análisis de variancia presentados en la tabla 15 revelan que los quesos testigos y experimentales no presentaron diferencias estadísticamente significativas en olor, color, corte, sensación al paladar y gusto amargo. Tampoco hubo diferencias entre las muestras E1 y E2 para el resto de los atributos evaluados, salvo para gusto salado. En cambio las diferencias fueron estadísticamente significativas al nivel  $\alpha = 0,05$  en aspecto, gusto salado, flavour genuino y sensación picante entre T1 y T2 (quesos con fermento comercial). Los resultados indican que la lechefermento mantiene las características organolépticas de los quesos a lo largo del período de lactancia, hecho que no se manifestó con los fermentos comerciales. Se destaca además que las muestras presentaron flavour residual amargo, picante y salado en intensidad muy baja.

En la tabla 16 se presentan los resultados correspondientes a los análisis microbiológicos de los quesos Testigo y Experimentales a los 0, 45, 120 días de maduración.

Quesos	Tiempo de maduración en días	Recuentos (UFC/g)			
		Microorganismos totales	Enterococos	Bacterias coliformes	Hongos y levaduras
Quesos testigos	0	$9,45 \cdot 10^8 \pm 0,50$	$<10^2$	$< 10$	$< 10$
	45	$6,20 \cdot 10^8 \pm 1,80$	$>10^5$	$< 10$	$1,00 \cdot 10^2 \pm 0,51$
	120	$1,70 \cdot 10^7 \pm 2,10$	$8,55 \cdot 10^6 \pm 8,45$	$< 10$	$< 10$
Quesos experimentales	0	$1,15 \cdot 10^9 \pm 0,21$	$<10^2$	$< 10$	$< 10$
	45	$4,70 \cdot 10^8 \pm 1,50$	$2,30 \cdot 10^4 \pm 1,10$	$< 10$	$6,00 \cdot 10^3 \pm 0,95$
	120	$1,85 \cdot 10^7 \pm 0,29$	$3,67 \cdot 10^6 \pm 3,32$	$< 10$	$4,0 \cdot 10^1 \pm 1,0 \cdot 10^1$

**Tabla 16:** Recuentos microbiológicos de los quesos testigos y experimentales durante el período de maduración. Suarez y col., (2013)

Para ambos tipos de queso, el recuento de bacterias lácticas totales a los 120 días resultó en valores del orden de  $10^7$  (UFC/gr), mientras que el recuento de enterococos aumentó de valores  $< 10^2$  (UFC/gr) (t=0) a valores del orden de  $10^6$  (UFC/gr) (120 días). El nivel de contaminantes de los quesos fue menos a 10 (UFC/gr), indicando óptimas condiciones de higiene de las elaboraciones y buen funcionamiento de los fermentos.



## CONCLUSIONES.

- El estudio del comportamiento del fermento natural de leche a lo largo del período de lactación y su comportamiento en elaboraciones experimentales de quesos arrojó resultados muy alentadores.

Los valores de las propiedades tecnológicas observadas para las LF son comparables con los informados para aquellas obtenidas a partir leches bovinas y coherentes con su metodología de obtención.

- Los recuentos microbiológicos muestran congruencia con la tecnología utilizada en la elaboración de estos fermentos naturales, con predominancia de cocos lácticos termófilos, pertenecientes a la especie *Streptococcus thermophilus*, y aparente ausencia de enterococos y lactobacilos.

- No se detectó presencia de contaminantes (coliformes, hongos y levaduras) con los métodos utilizados lo que indicaría una óptima obtención de estos fermentos naturales.

En relación a la utilización de la leche fermento en la elaboración de quesos artesanales se concluye:

- El recuento de bacterias lácticas totales al final de la maduración (120 días) resultó en valores del orden de  $10^7$  (UFC/gr) tanto para los quesos testigos como para los experimentales. Esta disminución del recuento en relación con el tiempo inicial,  $10^9$  (UFC/gr), es normal y lógica puesto que se debe a la lisis celular que se produce durante este período.

- El recuento de enterococos aumentó en relación al tiempo inicial de elaboración de los quesos de menos de  $10^2$  (UFC/gr) a valores del orden de  $10^6$  (UFC/gr), para ambos tipos de quesos. La ausencia de enterococos en las muestras de LF nos estaría indicando que estas bacterias son NSLAB y vienen incorporadas con la leche de elaboración.

- El nivel de contaminantes fue menor a 10 (UFC/gr) en todos los casos, revelando óptimas condiciones de higiene en las elaboraciones y buen funcionamiento de los fermentos, tanto naturales como comerciales.

- Los resultados estarían demostrando el impacto en la diferenciación y tipicidad de quesos semiduros otorgado por el empleo de la leche fermento.

La utilización de un fermento natural, específicamente la leche fermento, mantuvo las características sensoriales constantes a lo largo del período de lactación, hecho que no se manifestó al utilizar fermentos comerciales.

De la experiencia en conjunto INLAIN y EAGyG, surge que la cercanía y fluidez entre ambos grupos juega un rol determinante en el tiempo en que se alcanzan los objetivos planteados. Manifestándose a través de numerosas reuniones de trabajo y visitas a la planta de elaboración de la EAGyG.

En nuestro país la ganadería ovina se originó como una actividad agropecuaria secundaria, orientada a producir corderos jóvenes para la obtención de carne, en tanto que, muchos de los que comenzaron a producir leche, lo hicieron a semejanza del modelo bovino, pero la mayoría de ellos, luego de un inicio normal, al cabo de dos o tres años se vieron obligados a abandonar el negocio por falta de cuidados, aunque esto no se observa en los emprendimientos familiares. Es por ello que actualmente, el tambo ovino puede ser considerado como un sector que está creciendo y buscando su identidad, por lo que, el acompañamiento desde el sector científico ayuda, a los que encararon correctamente el negocio, a tener las herramientas necesarias para ampliar sus posibilidades.

## V. Referencias

- ANMAT (2020) Código Alimentario Argentino. Capítulo VIII.  
<https://www.argentina.gob.ar/anmat/codigoalimentario>
- Arroyo, J. (2011). Estacionalidad Reproductiva de la Oveja en México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14, 829-845.
- Assenat, L.; Luquet F. (1991). Leche y productos lácteos. Volumen 1. La leche, de la mama a la lechería. Editorial ACRIBIA S.A.
- Arias, P. (2019). Entrevista a docente a cargo de Producción de ovinos. Escuela de Agricultura, Ganadería y Granja. Universidad Nacional del Litoral. Esperanza. Santa Fe. Argentina.
- Axelsson, L. (2004). Lactic Acid Bacteria Microbiology and Functional Aspects. Lactic acid bacteria: Classification and physiology. Salminen, S.; VonWright, A.; Outwehand, A. (EDS). 3RD ED. New York: Marcel Dekker. (pág. 1-66).
- Bain, I. (2007a). Elaboración de quesos artesanales con leche de oveja. Revista IDIA XXI Lechería. INTA – Chubut. (pág. 208-211).
- Bain, I. (2007b). Sistemas de producción de leche en ovinos. Revista IDIA XXI Lechería. INTA - Chubut. (pág. 105–109).
- Bain, I. (1999). Efecto del sistema de crianza sobre el ritmo de crecimiento de corderos cruza Texel x Frisona. Trabajo de intensificación para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Bain, I. (2014). Ovinos, caprinos y camélidos, Lechería caprina y ovina, Patagonia, Producción animal. <https://inta.gob.ar/documentos/caprina-y-ovina>.
- Baroni, D.; Suarez, V.; Meinardi, C. (2012). Obtención de un fermento natural de leche de oveja: Ensayo en la elaboración de quesos artesanales. II Simposio de Argentino de Lactología. Facultad de Ingeniería química. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe. Argentina.
- Barouei, J.; Karbassi, A.; Ghoddusi, H.B.; Mortazavi, A.; Ramezani, R.; Moussavi, M. (2011). Impact of native *Lactobacillus paracasei* subsp. *Paracasei* and *Pediococcus* spp. As adjunct cultures on sen-

sory quality of Iranian White brined cheese. *International Journal Technology*. 64, 526-535.

- Beresford, T.P. (2003). *Dairy processing. Improving quality*. Cap. 20: Non-starter lactic acid bacteria (NSLAB) and cheese quality (Ed. Smit, G). CRC Pres, Cambridge, Inglaterra. (pág. 448-469)

- Beresford, T.P.; Fitzsimons, N.A.; Brennan, N.L.; Cogan, T.M. (2001). Recent advances in cheese microbiology. *International Dairy Journal*. 11, 259-274.

- Braun, R.; Demartis, A.; Rottigni, C. (1994). Fermentos naturales de leche y sus nuevas alternativas comerciales. *Revista Argentina de Lactología*. N°9.

- Bruschi, J.; Sansinanea, A.; Cerone, S.; Binetti, A.; García, M.C.; Reinheimer, J. (2009/2010). Fermentos naturales de quesería de la zona de Tandil. Caracterización tecnológica y microbiológica. *Revista Argentina de Lactología* N°29.

- Buffa, M.; Guamis, B.; Saldo, J.; Trujillo A.J. (2004). Changes in organic acids during ripening of cheeses made from raw, pasteurized or high pressure- treated goat's milk. *LWT – Food Science and Technology*. 37, 247-253.

- Buratovich, O. (2010). Eficiencia reproductiva en ovinos: factores que la afectan. *Ganadería*. 36, 163 – 166.

- Burns, P.; Cuffia, F.; Milesi, M.; Vinderola, G.; Meinardi, C.; Sabbag, N.; Hynes, E. (2012). Technological and probiotic role of adjunct cultures of non-starter lactobacilli in soft cheeses. *Food Microbiology*. 30, 45-50.

- Buseti, M. (2007). La lechería ovina en la Argentina. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. Número: 46, 8-12.

- Buseti, M.; Suárez, V. (2010). Situación actual de los tambos ovinos en Argentina.  
<https://www.engormix.com/ovinos/articulos/situacion-actual-tambos-ovinos-t28378.htm>

- Buseti, M. (2007). La calidad en la leche de oveja. *Revista IDIA XXI Lechería*. INTA Guillermo Covas, Anguil, La Pampa. (pág. 150–155).

- Candiotti M.C.; Bergamini C.V.; Palma S.B.; Busetti M.; Meinardi C.A.; Zalazar C.A. (2010). Characterization of proteolysis profile of Argentinean sheep cheeses made by two different production methods”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Volume 90, 36-42.
  
- Candiotti M.C.; Hynes E.R.; Meinardi C.A.; Perotti M.C.; Zalazar C.A. (2002a). Cultures for Reggianito cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*. 57, 170.
  
- Candiotti M.C.; Hynes E.R.; Quiberoni A.; Palma S.B.; Zalazar C.A. (2002b). Reggianito Argentino cheese: Influence of *Lactobacillus helveticus* strains isolated from natural whey cultures on cheese making and ripening processes. *International Dairy Journal*. 12, 923-931.
  
- Candiotti, M.; Hynes, E.; Sabbag, N.; Zalazar, C. (2001). Uso de fermentos seleccionados directos en la elaboración de queso cremoso argentino. *Tecnología Láctea Latinoamericana* N°24.
  
- Carminati D.; Giraffa G.; Quiberoni A.; Binetti A.; Suarez V.; Reinheimer J. (2009) Advances and trends in starter cultures for dairy fermentations. *Mozzi - Biotechnology of Lactic Acid Bacteria: Novel Applications*. Chapter 10.
  
- Castañeda, R. (2002). “La reología en la caracterización y tipificación de quesos”. *Tecnología Láctea Latinoamericana* N°26. (pág. 48-53).
  
- Censo Nacional Agropecuario (2018). El futuro desde las raíces. <https://cna2018.indec.gob.ar/>
  
- Curtis, H.; Sue Barnes, N.; Schnek, A.; Massarini, A. (2008) *Curtis Biología*. 7ª Edición. Editorial Médica Panamericana. (pág. 96-97).
  
- Choi J.; Horne D.S.; Johnson M.E.; Lucey J.A. (2008). Effects of the concentration of insoluble calcium phosphate associated with casein micelles on the functionality of directly acidified cheese. *Journal of Dairy Science*. Volume 91, 513–522.
  
- De Angelis, M.; Corsetti, A.; Tosti, N.; Rossi, J.; Corbo, M.R.; Gobbetti, M. (2001). Characterization of non-starter lactic acid bacteria from Italian ewe cheese based on phenotypic, genotypic and cell wall protein analyses. *Applied Environmental Microbiology*. 67, 2011-2020.
  
- De Angelis, M.; Di Cagno, R.; Huet, C.; Crecchio, C.; Fox, P.F.; Gobbetti, M. (2004). Heat shock response in *Lactobacillus plantarum*. *Applied Environmental Microbiology*. 70, 1336-1346.

- Dilanian (1969). La leche, de la mama a la lechería en *Leche y productos lácteos* Assenat, L., Luquet F. Volumen 1. Editorial ACRIBIA S.A. (1991)
- Durlu-Ozkaya, F.; Xanthopoulos, V.; Tunail, N.; Litopoulou Tsaneki, E. (2001). Technologically important properties of lactic acid bacteria isolates from Beyas cheese made from raw ewes milk. *Journal of Applied Microbiology*. 91, 861-870.
- Eck, A.; Gillis, J.C. (2003). *Le fromage. De la science à l'assurance-qualité*. 3ª Edición. Edit. Lavoisier TEC&DOC. Paris. Francia.
- Eugster, E.; Jakob, E.; Wechsler, D. (2012). Cheese, Processed Cheese, and Whey. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. (pág. 1–12).
- Fox, P.F. (2011). Cheese Overview. *Encyclopedia of Dairy Science* (2ª Edition) Ed. Elsevier Academic Press London, England, Vol. 1, 534-543.
- Fox, P.F.; McSweeney, P.L.H. (1996). Proteolysis in cheese during ripening. *Food Review International*. 12, 457-509.
- Fox, P.F. (1993). Capítulo 1: Cheese: An Overview en *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology* © Chapman & Hall. (pág. 1–36).
- Gatti, N. (2013). Cadena ovina argentina: Caracterización económica y productiva. <https://inta.gob.ar/documentos/cadena-ovina-argentina-caracterizacion-economica-y-productiva>
- Gauna, A. (2005). “Elaboración de quesos de pasta semidura con ojos”. Cuadernillo Tecnológico N°3. Instituto Nacional de Tecnología Industrial - Comisión de la Unión Europea. Proyecto de Mejora de la Eficiencia y de la Competitividad de la Economía Argentina.
- Guinee, T.P.; Feeney E.P.; Auty M.A.E.; Fox P.F. (2002). Functional Properties of Mozzarella Cheese. *Journal of Dairy Science*, Volume 85, 1655–1669.
- Guinee T.P.; Fox P.F. (2004). Salt in cheese: physical, chemical and biological aspects. En *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Volume 1, 207–259.
- Grundelius, A.U.; Lodaite K.; Östergren K.; Paulsson M.; Dejmek P. (2000). Syneresis of submerged single curd grains and curd rheology. *International Dairy Journal*. Volume 10, 489–496.

- Gunasekaran, S.; Ak, M.M. (2003). Cheese Rheology and Texture. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida; EE.UU.
  
- Holmes, C.W.; Wilson, G.F. (1984). Milk production from pasture. Butterworths of New Zealand.
  
- Hynes E.R.; Bergamini C.V.; Suárez V.B.; Zalazar C.A. (2003). Proteolysis on Reggianito Argentino Cheeses Manufactured with Natural Whey Cultures and Selected Strains of *Lactobacillus helveticus*. Journal of Dairy Science. 86, 3831–3840.
  
- Jenness, S. (1970). USA. Assenat, L., Luquet F. Leche y productos lácteos. Volumen 1. La leche, de la mama a la lechería. Editorial ACRIBIA S.A. (1991).
  
- Jordan, K.N.; Cogan, T.M. (1999). Heat resistance of *Lactobacillus* spp. isolated from Cheddar cheese. Letters in Applied Microbiology. 29, 136-140.
  
- Lebos Pavunc, A.; Beganović, J.; Kos, B.; Uroić, K.; Blažić. M.; Šušković, J. (2012) Characterization and application cultures for fresh cheese production. Food Technology and Biotechnology. 50, 141-151.
  
- Leroy, F.; De Vuyst, L. (2004). Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry: a review. Trends in Food Science & Technology. 15, 67-78.
  
- López Díaz, T.M.; Alonso, C.; Román, C.; García-López, M.L.; Moreno, B. (2000). Lactic acid bacteria isolated from a hand-made blue cheese. Food Microbiology. 17, 23-32.
  
- Lucey J.A. (2011). Cheese - Curd Syneresis (2011). En Encyclopedia of Dairy Science (2° Edition) Ed. Elsevier Academic Press London, England, Volume. 3, 591-594.
  
- Lucey J.A. (1993). Importance of calcium and phosphate in cheese manufacture: A review. Journal of Dairy Science, Volume 76, 1714–1724.
  
- Mahaut, M.; Jeantet, R.; Brulé, G. (2003) Introducción a la Tecnología Quesera. Editorial Acribia, Zaragoza, España. ISBN 84-200-1013-8. (pág. 189).
  
- Mandy, J.; Jaros, D.; Rohm, H. (2011). Recent advances in Milk clotting enzymes. International Journal of Dairy Technology. Volume 64. N°1.

- Martinez – Castro. (1972). España. Assenat, L., Luquet F. Leche y productos lácteos. Volumen 1. La leche, de la mama a la lechería. Editorial ACRIBIA S.A. (1991).
  
- Martini, M.; Altomonte, I.; Marilia da Silva Sant’Ana, A.; Salari, F. (2016). Nutritional composition of four commercial cheeses made with buffalo milk. *Journal of Food and Nutrition Research* Vol. 55, 2016, No. 3, 256–262.
  
- McSweeney P.L.H. (2003). Biochemistry of Cheese Ripening: Introduction and Overview. En *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Third edition – Volume 1: General Aspects. Chapter 14.1, 347-360.
  
- McSweeney P.L.H.; Fox P.F. (2003). Metabolism of Residual Lactose and of Lactate and Citrate. En *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Third edition – Vol. 1: General Aspects. Chapter 14.2, 361-371.
  
- McSweeney, P.L.H.; Sousa, M.J. (2000). Biochemical pathways for the production of flavor compounds in cheese during ripening: A review. *Lait* 80, 293-324.
  
- Meinardi, C.; Zalazar, C.; Hynes, E.; A.; Candiotti, M. (2004) “Incremento del rendimiento del queso cremoso argentino por tratamiento de la leche a temperaturas y tiempos superiores a los de pasteurización”. *Revista Argentina de Lactología*, 22, 45-54. Editorial Centro de Publicaciones Universidad Nacional del Litoral. ISSN 0327-5418.
  
- Meinardi, C.; Zalazar, C.; Ceresoli, A.; Candiotti, M. (2004/05) “Recuperación de la aptitud para coagulación de leches tratadas térmicamente para incrementar el rendimiento quesero”. *Revista Argentina de Lactología*, 23, 67-75. Editorial Centro de Publicaciones Universidad Nacional del Litoral. ISSN 0327-5418.
  
- Meinardi, C.; Alonso, A.; Hynes, E.; Zalazar, C. (2002) “Influence of milk-clottingenzyme on acidification rate of natural whey starters”. *International Journal of Dairy Technology*, 55, (3), 139-144. Editorial Blackwell Synergy. ISSN 1364-727X
  
- Meinardi, C.; Cuffia, F.; Matozo, E.; Zalazar, C. (2012). Lechería Ovina: Una Alternativa Innovadora y Generadora de Alto Valor Agregado. IV° JORNADAS “RELACIÓN UNIVERSIDAD – ENTORNO SOCIOPRODUCTIVO – ESTADO” “La cooperación interinstitucional para afrontar los desafíos del desarrollo”. 16 de Noviembre de 2012, Santa Fe. Argentina.

- Meinardi, C. (2011). Apuntes Industrias Lácteas I. Especialidad en Ciencia y Tecnología de la leche y los productos lácteos. Facultad de Ingeniería Química (UNL), Facultad de Ciencias Veterinarias (UNL), Instituto de Lactología Industrial (UNL – CONICET).
  
- Menendez, S.; Godínez, R.; Hermida, M.; Centeno, J.A.; Rodríguez-Otero, J.L. (2004). Characteristics of “Tetilla” pasteurized milk cheese manufactured with the addition of autochthonous cultures. *Food Microbiology*. 21, 97-104.
  
- Mercanti, D.; Buseti, M.; Meinardi, C.; Zalazar, C. (2008). Studies on a fast method for determining de yield in the production of Argentinean sheep cheeses. *Food Chemistry* 107, 1717-1723.
  
- Mercanti, D.; Bregamini, C.; Medina, R.; Sabbag, N.; Salazar, C. (2006). Desarrollo y transferencia de tecnología para la elaboración regional de quesos de oveja. 9º CONGRESSO PAN-AMERICANO DO LEITE. PORTO ALEGRE, BRASIL – 20 AL 23 DE JUNIO DE 2006. INSTITUCIÓN ORGANIZADORA: ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE LATICINISTAS (AGL) - FEDERAÇÃO PAN-AMERICANA DO LEITE (FEPALE) - EMBRAPA GADO DE LEITE. Presentación en formato de póster; trabajo completo publicado en CD-ROM (ISBN 85-85748-77-x - pág 387-391). Instituto de Lactología Industrial – Facultad de Ingeniería Química – Universidad Nacional del Litoral.
  
- Milesi M.M.; Candiotti M.C.; Hynes E.R. (2007). Mini soft cheese as a simple model for biochemical studies on cheesemaking and ripening”. *Lebensmittel, Wissenschaft und Technologie – Food Science and Technology*, 40, 1427–1433.
  
- Mueller, J. (2013). La Producción Ovina en la Argentina. [https://produccion-animal.com.ar/produccion\\_ovina/produccion\\_ovina/189-Produccion\\_Ovina\\_Argentina.pdf](https://produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/189-Produccion_Ovina_Argentina.pdf)
  
- Mulvany, J. (1965). Industrias Agrícolas de lechería. La Plata. Edición del centro de estudiante de agronomía.
  
- Oberman, H.; Libudzisz, Z (1998). Fermented milks. In B J.B. Wood (Ed), *Microbiology of fermented foods*, Volume 1, 308-350. London: Blackie Academic y Professional.
  
- Ottogalli, G. (Ristampa 2005). *Atlante Dei Formaggi*. Ulrico Hoepli Editore. Milan. Italia.
  
- Observatorio de la Cadena Láctea Argentina (World Dairy Situation 2018 - FIL/IDF). Capítulo I, página 13. <https://www.ocla.org.ar/contents/news/details/12694688>

- Perotti M.; Bernal S.; Meinardi C.; Candiotti M., Zalazar C. (2004). Substitution of natural whey starter by mixed strains of *Lactobacillus heveticus* in the production of Reggianito Argentino cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 57 (1), 45-51.
  
- Pulina, G.; Serra, A.; Macciotta, N.P.P.; Nudda, A. (1993). La produzione continua di latte nel la specie ovina in ambiente mediterraneo (Continuous milk production from sheep in a mediterranean environment). *Proceedings of the 10th National ASPA (Associazione Scientifica Produzione Animale) Congress* 353-6.
  
- Quiberoni, A. (2011). *Apuntes Microbiología de la leche y los productos lácteos. Especialidad en Ciencia y Tecnología de la leche y los productos lácteos. Facultad de Ingeniería Química (UNL), Facultad de Ciencias Veterinarias (UNL), Instituto de Lactología Industrial (UNL – CONICET).*
  
- Quiberoni, A.; Guglielmotti, D.; Reinheimer, J. (2005). Nuevas y clásicas bacterias causante de defectos gasógenos en quesos blandos. *Revista Argentina de Lactología*. 23,19-32.
  
- Ramos, M.; Juarez, M. (2011). Sheep Milk. En *Encyclopedia of Dairy Science (2° Edition)* Ed. Elsevier Academic Press London, England, Volume 3, 494-502.
  
- Rebechi, S.; Suarez, V.; Mautone, L.; Aranguiz, E.; Baroni, D.; Meinardi, C. (2013). Características tecnológicas de fermentos naturales de leche obtenidos a partir de leche ovina. *XIV Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CYTAL)*. Rosario. Argentina.
  
- Rebechi y col., (2014). La leche fermento y su impacto en la diferenciación de quesos artesanales de oveja. *V Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CICYTAC)* Córdoba, Argentina.
  
- Reinheimer, J.; Zalazar, C. (2006). *Avances en microbiología, bioquímica y tecnología de quesos. 1° Edición*. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina. (pág. 336). ISBN 987-508-759-9.
  
- Reinheimer, J. (2011). *Apuntes Microbiología de la leche y los productos lácteos. Especialidad en Ciencia y Tecnología de la leche y los productos lácteos. Facultad de Ingeniería Química (UNL), Facultad de Ciencias Veterinarias (UNL), Instituto de Lactología Industrial (UNL – CONICET).*
  
- Robinson, R.; Wilbey, R. (1998). A brief history of cheese. In: *Cheese making Practice*. Springer, Boston, MA.

- Rossi, G. (1977). *Manual di Tecnologia Casearia*. Segunda edición. Edagricole. Bologna, Italia. (pág. 446 -447).
- Sabbag y col. (2013). Efecto del estadio de la lactancia y del fermento sobre las características sensoriales del queso semiduro de oveja presentado en el XIV Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CYTAL). Rosario. Argentina.
- Schaller, A. (2009). Quesos: análisis de la cadena alimentaria. *Revista Alimentos Argentinos*. Volumen 46, 29-36.; Ministerio de Producción. Argentina.
- Scott, R. (2002). *Fabricación de queso*. 2<sup>da</sup> Edición. Editorial ACRIBIA S.A.
- Settinni, L.; Moschetti, G. (2010). Non-starter lactic acid bacteria used to improve cheese quality y provides health benefits. *Food Microbiology*. 27, 691-697.
- Shalichev, T. (1967). *Bulgaria*. Assenat, L., Luquet F. *Leche y productos lácteos*. Volumen 1. La leche, de la mama a la lechería. Editorial ACRIBIA S.A. (1991)
- Suarez, V.; Binetti, A.; Briggiler Marcó, M.; Sabbag, N.; Meinardi, C. (2013). Quesos de leche de oveja elaborados con fermentos naturales: Características microbiológicas y sensoriales XIII Congreso Argentino de Microbiología. Buenos Aires. Argentina.
- Suárez, V. (2004). *Lechería Ovina y Raza Pampinta*. Revista IDIA XXI: N° 7. Diciembre.
- Suárez, V.; Busetti, M. (2007). Composición y calidad de la leche ovina. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. Número: 46, 14-19.
- Suarez y col., (2013), Quesos de leche de oveja elaborados con fermentos naturales: Características microbiológicas y sensoriales presentado en el XIII Congreso Argentino de Microbiología. Buenos Aires. Argentina.
- Terzic-Vidojevic, A.; Tolinackf, M.; Nikoliâ, M.; Veljoviâ, K.; Jovanovic, S. (2013). *Artisannal Vlasina Raw Goat's Milk Cheese*. Evaluation and selection of autochthonous lactic acid bacteria as starter cultures. *Food Technology and Biotechnology*. 51, 554-563.
- Tetra Pak. (1996). *Manual de Industrias Lácteas*. Editor de la versión española: A. Madrid Vicente,

Ediciones.

-Veisseyre, R. (1980). *Lactología Técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche*. Editorial Acribia, Zaragoza, España.

- Vinderola, G. (2020). Leches fermentadas, yogures y probióticos En *Alimentos fermentados: microbiología, nutrición, salud y cultura*. Ferrari, A.; Vinderola, C.; Weill, R. Editores. (pág. 117–119).

- Wouters, J.T.M.; Ayad, E.H.E.; Hugenholtz, J.; Smit, G. (2002). Microbes from raw milk for fermented dairy products. *International Dairy Journal*. 121, 91-109.

- Wilde, C.J.; Peaker, M. (1990). Autocrine control of milk secretion. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)* 114, 235-8.

- Yun, J.J.; Kiely, L.J.; Barbano, D.M.; Kindstedt, P.S. (1993). Mozzarella cheese: Impact of cooking Temperature on chemical composition, proteolysis and functional properties. *Journal of Dairy Science*. Volume 76, 3664–3673.

- Zalazar, C.A. (1994) “Bioquímica de la maduración de quesos”. *Ciencia y Tecnología de los Productos Lácteos*. Ceride. Santa Fe. Argentina.

- Zalazar, C.; Candiotti, M.; Mercanti, D.; Bergamini, C.; Meinardi, C. (2006). Maduración de quesos y su control. En *Avances de Microbiología, Bioquímica y Tecnología de Quesos*. Ed. Reinheimer y Zalazar. Santa Fe. Argentina. (pág. 177-243).

- Zalazar, C.A.; Meinardi, C.A.; Candiotti, M.C.; Bernal, S.; Hynes, E. (1995). La maduración del queso “Cremoso Argentino”. *Revista Argentina de Lactología*. ISSN 0327-5418. (pág. 59–72).

- Zalazar Carlos, Meinardi Carlos y Hynes Erica (1999) *Quesos típicos argentinos*. Centro de publicaciones de la Universidad Nacional del Litoral. ISBN 987-508-054-3. (pág. 1-60).