



Trabajo Final

**INFLUENCIA DEL GRADO DE LAVADO DE LA MASA SOBRE
LA COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES FUNCIONALES DE
QUESO CREMOSO**

Alumnos:

-Gonzalo Ordoqui N° de legajo: 25111/2

Email:gonzalo_ordoqui@hotmail.com

DNI: 32312771 Teléfono.:0221155430825

-Agustin Figliuolo N° de legajo: 25011/9

Email:agustin_figliuolo@hotmail.com

DNI: 32067318 Teléfono.:0221155437308

Director: Dr. Ariel Vicente

Co – director Lic. Leidy Carolina Ortiz

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



2013

Agradecimientos

Queremos agradecer especialmente a Ariel Vicente, Carolina Ortiz, Magalí Darré, Eduardo Artiñano, Elisa Miceli, y todo el equipo de trabajo de Agroindustrias por habernos ayudado y brindado parte de su tiempo para que completar nuestros estudios universitarios. Fue muy lindo haberlos conocido y compartir todo este tiempo.

ÍNDICE

RESUMEN	
1. INTRODUCCIÓN	
1.1. PRODUCCIÓN DE QUESOS EN EL MUNDO Y EN LA ARGENTINA	
1.2. QUESO: DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN	
1.3. QUESOS CREMOSOS Y DE MASA LAVADA	
<i>a. Recepción y tratamiento previo de la leche</i>	
<i>b. Agregado de fermento y agregado de cloruro de calcio</i>	
<i>c. Coagulación de la leche</i>	
<i>d. Tratamiento de la cuajada</i>	
<i>e. Moldeado, prensado y salado</i>	
<i>f. Maduración del queso</i>	
1.4. PROPIEDADES FUNCIONALES DE QUESOS CREMOSOS	
1.5. QUESOS DE MASA LAVADA	
1.6. INFLUENCIA DEL LAVADO DE LA MASA SOBRE LA CALIDAD DE QUESOS	
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	
3. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. ELABORACIÓN DE QUESO CREMOSO CON DIFERENTE INTENSIDAD DE LAVADO	
3.2. DETERMINACIONES ANALÍTICAS	
<i>a. Curvas de acidificación del suero</i>	
<i>b. Acidez del queso</i>	
<i>c. Humedad</i>	
<i>d. Materia grasa</i>	
<i>e. Proteína</i>	
<i>f. Cenizas</i>	
<i>g. Color superficial</i>	
<i>h. Análisis sensorial</i>	
<i>i. Fundibilidad</i>	
<i>j. Pardeamiento a la cocción</i>	
<i>k. Análisis de perfil de textura (TPA)</i>	
<i>l. Análisis estadístico</i>	
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. ACIDIFICACIÓN DEL SUERO	
4.2. ACIDEZ DEL QUESO	
4.3. HUMEDAD	
4.4. MATERIA GRASA	
4.5. PROTEÍNA	
4.6. CENIZAS	
4.7. COLOR SUPERFICIAL	
4.8. ANALISIS SENSORIAL	
4.9. FUNDIBILIDAD	
4.10. PARDEAMIENTO A LA COCCIÓN	
4.11. ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA	
5. CONCLUSIONES	
6. REFERENCIAS	

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

I. Tablas

Tabla 1: Características generales de los quesos obtenidos en nuestro país en los inicios de la industria.	
Tabla 2: Principales productores mundiales de queso (FAOSTAT, 2013).	
Tabla 3: Pardeamiento a la cocción (L^*) en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	

II. Figuras

Figura 1: Acidez del suero de queso cremoso control, con lavado moderado o intenso durante el prensado. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	
Figura 2: Acidez en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	
Figura 3: Humedad en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	
Figura 4: Materia grasa en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	
Figura 5: Proteína en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	
Figura 6: Cenizas en quesos cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	
Figura 7: Luminosidad (L^*) en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	
Figura 8: Color b^* en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	
Figura 9: Apariencia en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	

Figura 10: Análisis sensorial en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	
Figura 11: Apreciación de la fundibilidad en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d.	
Figura 12: Fundibilidad en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	
Figura 13: Color a la cocción en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d.	
Figura 14: Gomosidad en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 8 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	
Figura 15: Cohesividad en quesos cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	
Figura 16: Dureza en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.	

RESUMEN

Los quesos de alta humedad se encuentran en nuestro país ampliamente difundidos a nivel comercial. Poseen sabor ligeramente ácido, aroma suave y agradable y textura blanda y algo elástica. Durante el proceso de elaboración la masa de los quesos puede en algunos casos someterse a un proceso de lavado que consiste en reemplazar parte del suero con agua a la misma temperatura. Este procedimiento tiene como propósito evitar la excesiva retracción de la cuajada y modular su acidificación láctica y puede tener otros efectos en las propiedades físicas, químicas y funcionales del producto. En el presente trabajo se estudió el efecto de la intensidad del lavado de la masa sobre, la composición, la calidad organoléptica, la aceptabilidad y las propiedades funcionales de queso cremoso. Para esto se elaboraron quesos control (sin lavado), con un lavado moderado (50% del suero se reemplazó por agua) y con lavado intenso (100% de reemplazo de suero por agua). Luego del moldeado y salazón, los quesos se asperjaron con 100 ppm de sorbato de potasio, se cubrieron con PVC y se maduraron a 4 °C por 6 y 21 días. Durante la maduración se evaluó la humedad (gravimetría), el color (parámetros L*, b* de la escala CIE), el contenido de cenizas (calcinación a 550 °C), el pH (potenciometría), la acidez (titulación con NaOH), la materia grasa (Gerber para quesos), la textura (cohesividad, gomosidad, dureza por análisis de perfil de textura), la fundibilidad (método de Arnott), el pardeamiento a la cocción (L*) y la aceptabilidad sensorial (color, textura, sabor y aceptabilidad global) en una prueba de preferencia de consumidores. El reemplazo de parte del suero provocó un retraso en la acidificación del suero y por lo tanto los quesos presentaron mayor pH. El lavado redujo la humedad con un concomitante incremento en el contenido de materia grasa y ceniza pero no modificó el contenido de proteína. Los tratamientos no ocasionaron cambios significativos en el color, pero sí en la textura. Así el lavado resultó en quesos más duros y gomosos. La fundibilidad y el pardeamiento a la cocción fueron reducidas como consecuencia del lavado. La intensidad del proceso tuvo marcada influencia en estos cambios siendo el efecto mayor en la masa lavada en forma intensa. El presente trabajo permitió caracterizar los cambios inducidos por lavados de diferente intensidad en la calidad del queso cremoso. Si bien tanto quesos lavados como sin lavar pueden ser deseables dependiendo del destino, la información generada resulta de interés para identificar las principales modificaciones físicas, químicas, sensoriales y funcionales por la introducción de este proceso tecnológico.

Palabras claves: queso cremoso, lavado, fundibilidad, calidad

1. INTRODUCCIÓN



1.1. PRODUCCION DE QUESOS EN EL MUNDO Y EN LA ARGENTINA

Etimológicamente las palabras (*fromage*) francés, *formatge* (catalán) y *formaggio* (italiano) provienen del griego *foros* que era un cesto en el que se colocaban los quesos. Los términos *queso* (español) y *cheese* (anglosajón) derivan de la palabra latina *caseus* que hace referencia a la caseína principal proteína de la leche y del queso. Los orígenes exactos del queso no se conocen pero probablemente la elaboración del queso seguramente fue descubierta por diversas comunidades al mismo tiempo (**Alais, 1985**). La leche se conservaba en recipientes de piel, cerámica porosa o madera, pero como era difícil mantenerlos limpios, la leche fermentaba con rapidez. Cuando la leche fresca se deja acidificar se produce la agregación de la caseína. Si la acidificación tiene lugar a una temperatura no demasiado baja y con la leche en reposo, se forma un gel. Normalmente en esa leche coagulada o gelificada se separa una cierta cantidad de suero. La sinéresis se favorece con el calentamiento y la agitación, separándose por una parte la cuajada y por otra el lacto-suero. Cuando se elimina de la cuajada la mayor parte del suero, por ejemplo, escurriéndola en un paño, se obtiene un queso fresco (queso blanco, quarg, o simplemente “cuajada”). Es posible que este proceso sea el origen de la elaboración del queso. Sin embargo, la leche también se ha coagulado desde hace siglos añadiendo agentes específicos, en especial el cuajo que es un extracto del estómago de los rumiantes (**Wastra et al., 2001**). Cuenta la leyenda que un pastor árabe trasladaba leche de las ovejas dentro de una bolsa hecha con el cuajar de uno de sus corderos y que después de caminar a pleno sol, al abrir la bolsa la leche había cuajado formando lo que hoy conocemos como queso (**Spreer, 1975**). El siguiente paso fue el de extraer el suero de la cuajada previo al consumo.

Probablemente los primeros quesos fueron obtenidos a partir de leche de oveja y cabra y posteriormente de vaca. Las ovejas fueron domesticadas hace 12.000 años y en antiguo Egipto se cuidaban vacas y se las ordeñaban para tener la leche. En otros países la elaboración se realiza a partir de leche de reno y búfalo.

La elaboración de quesos en la República Argentina se remonta al inicio del siglo XX, influenciada por la corriente migratoria europea (previo a la 1° Guerra Mundial). En aquella época miles de inmigrantes provenientes de Italia, España, Suiza y Alemania, llegaron provistos de oficios, costumbres y deseos de progreso a una tierra provista de excelentes materias primas (INTI, 2012). Los inmigrantes rápidamente fueron distribuidos en diferentes regiones geográficas y la integración con el hombre nativo se fue realizando en la mayoría de los casos en forma veloz y armónica. Como consecuencia de esta integración surgen las primeras queserías organizadas, en algunos casos bajo la forma de empresas privadas individuales o bajo la forma de cooperativas. Los quesos obtenidos en estas épocas iniciales se caracterizaban por procesos sencillos. Algunas características comunes se detallan en la **Tabla 1**:

Tabla 1: Características generales de los quesos obtenidos en nuestro país en los inicios de la industria.

-Elaboración a partir de leche cruda
-Calidad microbiológica de la leche dudosa
-Empleo de leche sin estandarización de la materia grasa
-Utilización de fermentos naturales o salvajes
-Utilización de cuajos de origen natural no purificados
-Elaboración en hormas de 4 a 5 kg
-Maduración en cámaras sin control de temperatura, humedad y velocidad de aire
-Venta en función de la demanda, sin respetar los ciclos de maduración

Sensorialmente se trataba de productos con propiedades altamente variables, de apariencia exterior generalmente buena aunque algunos presentaban deformaciones, pasta irregular, ojos de todo origen y textura variable (INTI, 2005). En síntesis la

heterogeneidad de calidad fue el patrón que caracterizó estas producciones condicionadas por la irregularidad de la materia prima, por la falta de recursos tecnológicos, por la diferente percepción de los responsables de transmitir la tecnología que traían desde su país de origen, por la baja exigencia de los consumidores y por el contexto socio-cultural.

A partir de estos esbozos iniciales la industria láctea argentina fue creciendo en forma sostenida e incorporando tecnologías que le permitieron mejorar la calidad de los productos. Se mejoró la calidad microbiológica de la leche que condiciona la acidez y los cambios que ocurren durante la maduración. Asimismo el análisis y normalización de la materia prima permitió tomar medidas orientadas a uniformizar los productos. La pasteurización tuvo importancia en la eliminación de agentes patógenos, y en la reducción de la flora banal nativa. Por otra parte se mejoró la calidad del cuajo. Con respecto a la maduración se comenzaron a utilizar cámaras con control de temperatura y humedad.

En la actualidad la producción Argentina de leche se ubica entre las más importantes del mundo; durante la última década, nuestro país se ha mantenido entre el 7^{mo}. y el 11^{vo} lugar en el mundo (**INTI, 2011**). La lechería argentina presenta una concentración en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, que generan el 94,4% de la producción. Las principales cuencas lecheras están ubicadas en la región central de Santa Fe, en el centro y sudeste de Córdoba, y en la zona oeste de la provincia de Buenos Aires. Otras provincias con desarrollo lechero importante son La Pampa y Entre Ríos. De todos modos a nivel regional existen producciones queseras de menor escala que suelen ser sustento para pequeños productores. La producción de leche actual asciende a 11.000 millones de litros, 50% de los cuales se destina a la producción quesera. El consumo de quesos en nuestro país es elevado rondando los 11 kg por habitante por año, valor comparable al de varios países europeos de gran tradición en la elaboración y utilización de este producto (**INTI, 2006**). En términos de producción Argentina se ubica entre los 10 primeros países en el mundo con unas

580.000 toneladas en 2011 (**FAOSTAT, 2013**). Otros países en los que la producción de quesos resulta elevada son Estados Unidos, Alemania, Francia, Italia y Holanda (**Tabla 2**).

Tabla 2: Principales productores mundiales de queso (FAOSTAT, 2013).

País	Producción (T)
Estados Unidos	5.162.730
Alemania	2.046.250
Francia	1.941.750
Italia	1.132.010
Holanda	745.984
Polonia	650.055
Egipto	644.500
Rusia	604.000
Argentina	580.300
Mundo	20.072.035

1.2. QUESO: DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

El Código Alimentario define al queso como al producto fresco o madurado obtenido por separación parcial del suero de la leche o leche reconstituida (entera, parcial o totalmente descremada), o de sueros lácteos, coagulados por la acción física, del cuajo, de enzimas y bacterias específicas, de ácidos orgánicos, sólo o combinados, todos de calidad apta para uso alimentario; con o sin el agregado de sustancias alimenticias y/o especias y/o condimentos, aditivos específicamente indicados, sustancias aromatizantes y materiales colorantes (**CAA, 1969**). En Argentina se elaboran más de 45 variedades de quesos, descriptas todas en el Código Alimentario Argentino (CAA), algunas de las cuales tienen características diferentes en

función de su contenido de humedad, grasa, período de maduración, tipo de coagulación, corteza, materia prima, microorganismos y procedimientos especiales de elaboración.

a. Contenido de agua

Los quesos se clasifican en aquellos de **baja humedad** (generalmente conocidos como de pasta dura) como el Sbrinz; con un contenido de agua de hasta 36%, quesos de **mediana humedad** (pasta semi-dura): 36-46% como el Port Salut, de **alta humedad** (pasta blanda) 46-55% de agua como el queso cuartirolo y quesos de **muy alta humedad** (pasta muy blanda) con no menos de 55% de agua como el queso Petit Suisse (CAA, 1969).

b. Contenido de grasa

Aquí se encuentran quesos **extra grasos o doble crema** (>60% de grasa en el extracto seco), **grasos** (45-60% de grasa en el extracto seco), **semi-grasos** (25-45% de grasa en el extracto seco), **magros** (10-25% de grasa en el extracto seco) o **descremados** (<10% de grasa en el extracto seco) (CAA, 1969).

c. Período de maduración

Se dividen en quesos frescos **sin maduración** como el Mascarpone y **madurados** (Ej. Fontina).

d. Tipo de coagulación

Existen quesos de **coagulación ácida** como el Cottage y de **coagulación enzimática** (aunque en general se trata de una combinación de acidificación más la catálisis por acción del cuajo). Estos últimos constituyen la mayor parte de los quesos que se producen comercialmente (Alais, 1985).

e. Corteza

Los quesos se dividen en aquellos **sin corteza** (en general quesos de alta humedad), **corteza seca** (quesos de media y baja humedad), **corteza lavada** (quesos en los que el lavado con salmuera favorece la formación de una costra anaranjado rojiza por desarrollo de *Bacillus linens*), **corteza enmohecida** (queso Brie, Camembert) y **corteza artificial** (se les coloca voluntariamente una corteza exterior para protegerles: como hojas, carbón vegetal, cera, extractos vegetales) (Veisseyre, 1988).

f. Materia prima

Pueden encontrarse quesos **de leche de vaca** (queso Holanda) **de cabra** (Crottin de chauvignol), **de oveja** (Pecorino, Manchego), **de buffala** (Mozarella), **quesos de suero** obtenidos precipitando por medio de calor, y en medio de ácido, las proteínas que contiene el suero del queso como la Ricotta.

g. Microorganismos

Existen quesos **con fermentos lácticos naturales**, **con fermentos lácticos artificiales**, **con bacterias propiónicas** (para el desarrollo de ojos como el Emmental), **con mohos adentro** (Cabrales, Gorgonzola) o **con mohos afuera** (Brie, Camembert).

h. Procedimientos especiales de elaboración:

Quesos fundidos (obtenidos por la mezcla, fusión y emulsión, con tratamiento térmico de una o más variedades de queso, con inclusión de sales fundentes), **quesos cheddarizados** (ej Cheddar) **quesos de pasta hilada** (Caciocavallo, Provolone) **quesos de masa lavada** (Fynbo).

1.3. QUESO CREMOSOS

El queso Cremoso puede derivar de quesos italianos con características similares de Italia como el Crescenza, Taleggio y Bel Paese (INTI, 2012). Es un queso de alta humedad que debe contener un mínimo de 50% de grasa en su extracto seco. La leche es acidificada por cultivo de bacterias lácticas y coagulada por cuajo y/o enzimas específicas. Se somete a procesos cortos de maduración o afinado de 20 a 30 días. Tiene sabor dulce característico, ligeramente ácido, aroma suave y agradable, la textura de la masa es blanda, cerrada, algo elástica y gruesa (INTI, 2011). Puede poseer corteza incolora, entera, lisa o ligeramente rugosa de consistencia adecuada y en algunos casos cubierta con almidón o fécula de maíz. Los quesos cremosos que se envasan en plásticos termo-contráctiles al vacío, no forman corteza. El proceso de elaboración de quesos típico consta de las siguientes etapas:

a. Recepción y tratamiento previo de la leche

La leche se filtra y se analiza. La eliminación de las partículas de suciedad se realiza por filtración o por ultra-centrifugación (Walstra et al. 2001). El Código Alimentario Argentino estipula la obligatoriedad de la higienización de la leche por medios mecánicos. Normalmente se utilizan equipos centrífugos que, además de realizar la higienización por el principio de la fuerza centrífuga, permiten la estandarización o normalización de la materia grasa. Otros parámetros de importancia son la acidez y la presencia de inhibidores que pudieran afectar a los procesos de fermentación de bacterias lácticas. Posteriormente se somete a un tratamiento de pasteurización orientado a eliminar microorganismos patógenos. El CAA también exige la pasteurización de la leche para quesos que tienen un proceso de maduración inferior a 60 días. En la leche pueden existir diferentes microorganismos patógenos, el bacilo de la tuberculosis (*Mycobacterium tuberculosis*) es en nuestro país el patógeno con mayor resistencia térmica. Si bien la eliminación de patógenos podría determinarse mediante la ausencia de las especies indeseables esta es una tarea engorrosa. La enzima fosfatasa alcalina posee condiciones de inactivación similares a

las del bacilo de la tuberculosis por lo que su ausencia puede emplearse como un indicador de que la realización de la pasteurización fue de forma correcta. La pasteurización comúnmente se realiza a 73 °C por 15 segundos. Este procedimiento además de eliminar patógenos destruye a buena parte de la flora láctica de la leche e insolubiliza parte del calcio (**Veisseyre, 1988**). Un tratamiento más severo produce la insolubilización de las proteínas del suero, con el correspondiente aumento del rendimiento aunque puede dificultar la coagulación (**Walstra et al. 2001**).

b. Agregado de fermento y cloruro de calcio

Culminada la pasteurización se enfría la leche hasta lograr una temperatura de 32-38 °C, momento en el cual se agrega el fermento. Los fermentos más comunes contienen bacterias lácticas específicas, que permiten la acidificación y la coagulación de la leche y el desuerado, inhibiendo además, el desarrollo de otros microorganismos no deseados. El fermento a agregar depende del tipo de queso que se desea elaborar. En el caso de quesos cremosos, es recomendable utilizar fermentos mesófilos homofermentativos que no produzcan gas. Las bacterias lácticas que se multiplican en la leche y queso, aseguran dos funciones esenciales; disminuyen el pH del medio transformando la lactosa en ácido láctico lo que favorece la coagulación y sinéresis y contribuir a las características organolépticas del queso

El cloruro de calcio es imprescindible para lograr una buena coagulación de la leche. El mantenimiento de la leche a 3-4 °C por 24 h puede aumentar los tiempos de coagulación en un 15-20% debido a la reducción del calcio en la fase soluble. El tratamiento térmico de alta temperatura también insolubiliza parte del calcio por formación de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ coloidal. De todos modos la adición de cloruro de calcio a la leche puede suprimir en parte este fenómeno al restablecer el equilibrio salino de la leche (**Veisseyre, 1988**). El calcio posee gran importancia en la etapa de agregación de la cuajada luego del clivaje de la κ -caseína por parte del cuajo. Para restablecer

sus niveles normalmente se adicionan 20-40 gramos cada 100 litros de leche (**Alais, 1985**).

c. Coagulación de la leche

La coagulación enzimática implica la formación de un gel como consecuencia de la acción de enzimas proteolíticas. Estas enzimas pueden ser de origen vegetal (hojas de *Ficus*, flores de cardo), microbiana (*Mucor miehei*, *Mucor pusillus*, *Endothia*) o animal. En los países occidentales se suele usar el cuajo animal obtenido del abomaso de terneros, sus componentes activos son la quimosina y pepsina. Actualmente se obtienen por ingeniería genética mediante la sobre-expresión del gen de interés en bacterias, u hongos. En comparación con las cuajadas ácidas el coágulo enzimático es flexible, elástico y compacto, impermeable y contráctil. La coagulación enzimática de la leche se ve afectada por diversos factores:

Dosis de cuajo: la velocidad de coagulación es proporcional a la dosis de cuajo utilizada. En el caso de la utilización de cuajo bovino se adiciona un volumen variable dependiendo de la fuerza del cuajo para que la coagulación ocurra en 20-40 min. Es importante distribuir el cuajo uniformemente.

Temperatura: la velocidad de coagulación es máxima a 40-42 °C. Por debajo de 10 °C el gel no se forma. El coágulo no se produce a altas temperatura debido a la inactivación térmica de la enzima. El fenómeno puede observarse a partir de los 50 °C y a los 65 °C la inactivación es total. Durante la coagulación se debe mantener constante la temperatura de la tina.

pH: Cuando el pH es inferior a 7,0 se observa una aceleración de la gelificación por dos razones; en primer lugar nos acercamos al pH óptimo de actuación de la enzima

que de ubica en general cerca de 5,9 por otra parte se reducen las cargas eléctricas de las micelas de caseína con lo que disminuye su estabilidad.

Contenido de calcio: El contenido de calcio es importante para que ocurra la floculación. En primer lugar, reduce la repulsión electrostática porque neutralizan las cargas negativas de las micelas. En el rango de pH habitual, los iones Ca^{++} más eficazmente que los iones H^+ (incidentalmente, al bajar el pH de la leche, aumenta considerablemente su actividad calcio). En segundo lugar, el calcio puede establecer puentes (enlaces salinos) entre los puntos cargados negativamente de las micelas de paracaseína (**Walstra et al. 2001**).

d. Tratamiento de la cuajada

Luego de la coagulación se corta la cuajada utilizando liras. En el caso de quesos de alta humedad el corte que se realiza es en cubos de 1,5-2,0 cm de lado, el objetivo es facilitar la salida de suero. El corte demasiado fino o grande se utiliza para elaborar quesos con mayor o menor humedad respectivamente. Posteriormente la cuajada se agita cuidando que no se rompa demasiado pero procurando lograr uniformidad de tamaño en toda la masa. El calentamiento (cocción) aumenta también la sinéresis, pero se emplea en quesos de mediana y baja humedad. En quesos de alta humedad no se realiza y la temperatura no se eleva de 35 °C puesto que no es deseable que los granos se sequen demasiado. Una vez lograda la consistencia deseada se deja descansar la cuajada en el fondo de la tina. Finalmente, la misma es retirada en forma manual o mecánica en las tinas que así lo permitan.

e. Moldeado, prensado y salado

Para convertir la cuajada en una masa coherente, fácil de manipular, de tamaño deseado y que presente una cierta consistencia es necesario el prensado. La masa se coloca en moldes de la forma deseada con perforaciones que permiten

eliminar el excedente de suero. Inicialmente los moldes se apilan invirtiéndose su posición de tanto en tanto. El prensado de la cuajada en el caso de los quesos de alta humedad se realiza en forma muy leve. La última etapa antes de la maduración es el salado de los quesos. Esta etapa del proceso tiene como objetivos:

- realzar el sabor;
- aportar a la formación de la corteza en quesos de media y baja humedad;
- actuar (junto al volteo en prensa) como complemento del desuerado
- inhibir el desarrollo de la flora indeseable favoreciendo selectivamente contra la microflora utilizada como fermento.

El salado se realiza normalmente por inmersión en salmuera. El tiempo de permanencia en la salmuera que posee por lo común 20-24% de NaCl (δ : 1,18-1,19), depende de la temperatura, de la forma y tamaño del queso y del tipo de queso (humedad). El pH de la salmuera no tiene prácticamente influencia sobre la toma de sal por parte de los quesos aunque es deseable que sea similar al de la masa para evitar pérdidas de calcio en la corteza. Durante la salazón se produce ingreso de NaCl en el queso mientras que la salmuera se enriquece en elementos solubles del queso tales como: pequeñas moléculas nitrogenadas, lactosa, lactatos y minerales (P y Ca solubilizados durante la acidificación). Una vez finalizado el salado los quesos se olean.

f. Maduración del queso

La maduración del queso incluye todos los cambios que se producen después de la fabricación. Algunas de las modificaciones comienzan antes de que termine la maduración de la cuajada. La estructura y la composición del queso cambian y en consecuencia también lo hace sus características organolépticas. Durante el proceso madurativo tiene lugar numerosos cambios, la proteólisis favorece la formación de grupos iónicos y generalmente origina un aumento de pH. Todos los cambios que se producen y la velocidad a la que tienen lugar, dependen estrechamente de las

condiciones como el tamaño, forma del queso (que afectan principalmente a la evaporación del agua), la cantidad de cuajo retenida, el tipo y número de bacterias o enzimas secretadas, pH, fuerza iónica, flora superficial, condiciones durante la maduración como la temperatura y la humedad relativa. Naturalmente, los cambios en la consistencia que se producen durante la maduración, dependen del tipo de queso. El desarrollo de las características del queso, incluyendo la consistencia y el *flavor*, se debe fundamentalmente a las transformaciones de la lactosa, proteínas, grasa y en algunos quesos también el citrato. La proteólisis hace al queso blando y plástico. Cuando la flora del queso produce ácido láctico el pH del queso disminuye y la textura se vuelve menos gomosa. De todos modos en los quesos de alta humedad la maduración dura unos pocos días y se realiza a baja temperatura. En estas condiciones la acidificación puede continuar lentamente. Otros procesos como la proteólisis y lipólisis ocurren en forma limitada.

1.4. PROPIEDADES FUNCIONALES DE QUESOS CREMOSOS

Dependiendo de la aplicación puede ser deseable que los quesos tengan la facilidad para fundirse, fluir, estirarse, retener la grasa, rayarse, trozarse, espolvorearse, o tomar un color apropiado durante la cocción (**Guinee et al., 2000**). Estas propiedades relacionadas con la capacidad de un alimento de satisfacer los requisitos de uso y lograr un buen desempeño se denominan propiedades funcionales. Si bien se aprecia que son variadas y que dependen del uso particular, en su mayoría están asociadas a la reología del queso sólido y fundido (**Gunasekaran y Ak, 2003; Rivero, 2008**). En el caso de los quesos de alta humedad la fundibilidad y la extensibilidad son propiedades de interés. Del mismo modo el color que toman luego de la cocción resulta de importancia en quesos empleados en pizzas. Las propiedades funcionales han sido estudiadas a través de métodos empíricos (**Muthukumarappan et al., 1999b**). Varios trabajos han determinado la influencia de la composición de los quesos y del proceso de elaboración sobre su funcionalidad. Así, se conoce que la

reducción del contenido de grasa reduce la fundibilidad (**Tunick et al, 1993; Rudan y Barbano 1998a**). El pH y el contenido de calcio y la proteólisis pueden también afectar significativamente las propiedades funcionales de los quesos (**Feeney et al, 2002**). El pardeamiento de los quesos para pizza puede ser reducido mediante el empleo de fermentos capaces de fermentar a la galactosa que de este modo reducen los azúcares simples disponibles para la reacción de Maillard (**Baskaran y Sivakumar, 2003**).

1.5. QUESOS DE MASA LAVADA

Los quesos de masa lavada, se realizan en términos generales siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente. La principal diferencia con otros quesos radica en que en la etapa de trabajo de la cuajada el suero es reemplazado parcial o totalmente por agua a la misma temperatura. Puede realizarse en “batch” o en forma continua (**Lee et al., 2011**). Uno de los propósitos de esta técnica es evitar la excesiva retracción de la cuajada. Esto ocurre debido a que durante el lavado se elimina lactosa lo que resulta en una disminución de la acidificación láctica. El lavado posee dos efectos directos sobre los quesos. En primer lugar la menor acción de las bacterias lácticas sobre la lactosa hace que se reduzca la eliminación del suero. Asimismo al reducir la acidificación se obtiene un producto con sabor más suave.

1.6. INFLUENCIA DEL LAVADO DE LA MASA SOBRE LA CALIDAD DE QUESOS

Como se mencionó anteriormente el lavado de la masa en la elaboración de quesos puede afectar directamente el sabor y la acidificación. (**Hou et al., 2012**) encontraron que el lavado de la cuajada reduce significativamente la lactosa y ácido láctico pero no afecta la composición microbiológica del queso Cheddar. (**Lee et al., 2011**) analizaron el efecto de diferentes métodos de lavado sobre la de queso Colby, encontrando que esta técnica puede afectar el contenido de calcio soluble y el pH. Más allá de los efectos sobre la composición y propiedades físicas y químicas

(O'Sullivan et al. 2002), se ha observado el lavado puede tener efectos sobre las propiedades funcionales de los quesos. El lavado continuo resultó en una reducción de la fundibilidad respecto al lavado en "batch" (Lee et al., 2011). En otro estudio se encontró que el lavado mejoró el color de los quesos durante la cocción. (Bley et al., 1985; Osali et al., 2010). En el caso de la mozzarella los efectos logrados con esta técnica dependen de la temperatura del agua, agitación y relación suero:agua utilizada (Lee et al., 2011). Existe muy poca información sobre del efecto del grado de lavado sobre la calidad composición y propiedades funcionales de quesos de alta humedad no hilados. En ese sentido, en el presente trabajo de tesis se decidió evaluar la influencia del grado de lavado de la masa sobre la composición y propiedades funcionales de queso cremoso durante el período de vida útil del producto.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS



Objetivo general

-Conocer la influencia de factores de proceso sobre la calidad de quesos.

Objetivos específicos

-Determinar el efecto del lavado sobre, la composición, la calidad organoléptica y la aceptabilidad del queso cremoso.

-Evaluar el efecto del lavado sobre las propiedades funcionales del queso cremoso.

Hipótesis

-El lavado de la masa afecta la composición, la aceptabilidad y las propiedades funcionales del queso cremoso, siendo los efectos marcadamente dependientes de la intensidad con la que se realiza el proceso.

3. MATERIALES Y MÉTODOS



3.1. ELABORACIÓN DE QUESO CREMOSO CON DIFERENTE INTENSIDAD DE LAVADO

El proceso de elaboración del queso, se realizó en una tina de 100 litros de capacidad, de acero inoxidable, con doble camisa, alimentada con vapor de agua, se trabajó con 40 litros de leche a los que se les realizó una pasteurización alta (73 °C 15 s). Una vez cumplido este proceso se enfrió hasta 35 °C. Luego se agregó cloruro de calcio en una dosis de 0,25 g por litro y se realizó una maduración de la leche con incorporación de 0,5 g de un cultivo iniciador de bacterias lácticas mesófilas (Hansen YC-180) para uso directo en la leche se dejó reposar por 5 minutos y se efectuó la coagulación mediante el agregado de cuajo de origen animal (1 mL L⁻¹). Antes de adicionarlo a la tina el cuajo se diluyó 10 veces en una solución de NaCl. La leche se agitó durante la adición del cuajo para distribuirlo en forma uniforme, evitando que se formen burbujas. Se detuvo el movimiento manteniendo la temperatura constante hasta que se alcanzó una consistencia de un gel firme (tiempo aproximado 40 minutos). Posteriormente se procedió a cortar la cuajada con una lira suiza en dados de 1,5–2 cm de lado. Se dejó reposar 10 minutos revolviendo cada tanto. Se extrajo 1/3 de la masa (Control). Otro tercio se lavó en una olla con 5 L de agua y 5 L de suero a 35 °C por 4 min (Lavado moderado). La última porción se lavó en una olla con 10 L de agua a 35°C (Lavado intenso). La masa proveniente de los tres tratamientos (control, lavado moderado y lavado intenso) se colocó en moldes de 800 g y se escurrió. Los moldes se apilaron e invirtieron frecuentemente y luego se colocaron en la prensa. Los moldes se cambiaron de posición en las pilas con frecuencia para que eliminen suero de manera homogénea y después se desmoldaron. Se determinó la acidez por titulación y el pH del suero en forma potenciométrica a diferentes tiempos según se detalla en la sección 3.2. Cuando la muestra control llegó a 50°D los quesos se colocaron en salmuera (22% m/m NaCl) a 20 °C por 1 h. Finalmente se rociaron con una solución 1000 ppm de sorbato de potasio, se envasaron en PVC y se colocaron a madurar en cámara a una temperatura de 6 ± 2 ° C por 6 y 21 días. Se realizaron las

determinaciones que se detallan a continuación. Se realizaron dos quesos para cada tratamiento y tiempo de almacenamiento. Asimismo se efectuaron dos ensayos completos en forma independiente.

3.2. DETERMINACIONES ANALÍTICAS

a. Curvas de acidificación

Se determinó por titulación con NaOH de normalidad conocida (0,025 N) la acidez del suero al momento de retirar la masa a luego de 20 horas de a temperatura ambiente antes de colocar los quesos a la salmuera. Las determinaciones se realizaron por duplicado por cada tratamiento y tiempo de muestreo. Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido láctico.

b. Acidez del queso

Se pesaron 3 gramos de queso y se colocaron en un tubo con 20 mL de agua las muestras se agitaron y luego se centrifugaron por 5 minutos a 4.000 x g a temperatura ambiente. Se determinó la acidez del sobrenadante por titulación con NaOH (**AOAC, 1980**). Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido láctico. Se realizaron dos determinaciones por tratamiento y elaboración (n=4).

c. Humedad

Se pesaron aproximadamente 3 g de muestra en una cápsula conteniendo arena calcinada y una varilla taradas. La muestra se extendió con ayuda de la varilla formando una pasta con la arena a fin de impedir la formación de costras durante el secado. Se llevó la cápsula a estufa a 103 + 2 °C hasta peso constante (**AOAC, 1980**). Los resultados se expresaron como porcentaje de humedad. Se realizaron 3 determinaciones por tratamiento y elaboración (n=9).

d. Materia grasa

Se pesaron 2,5 g de muestra en un butirómetro Gerber para quesos y se añadió ácido sulfúrico (δ 1,525) hasta cubrir la muestra. El butirómetro se agitó hasta disgregación de la muestra y se colocaron en un baño termostático a 65 °C por 30 min. Posteriormente se agregó 1 mL de alcohol amílico se completaron los butirómetros con ácido sulfúrico y las muestras se llevaron a baño de agua a 65 °C por 5 min. Las muestras se centrifugaron por 5 min, se colocaron nuevamente 5 min en un baño de agua a 65 °C y se realizó la lectura en la escala graduada. Se realizaron 2 determinaciones por tratamiento y elaboración (n=4).

e. Proteína

El contenido de proteína de las muestras se determinó por el método de Kjeldahl. Se realizaron 2 determinaciones por tratamiento y tiempo de almacenamiento.

f. Cenizas

Se pesó en una cápsula previamente tarada (m_0) una muestra de 5 g de queso. La misma se incineró en mechero y posteriormente se llevó a una mufla a 550 °C hasta aparición de cenizas blancas. Las muestras se pesaron (m_2) una vez enfriadas y se calculó el contenido de cenizas según:

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{(m_2 - m_0)}{10} \times 100$$

Las determinaciones se realizaron por duplicado.

g. Color superficial

Se determinó utilizando un colorímetro Minolta CR-400. Se evaluaron los parámetros L* y b*. Se realizaron 10 determinaciones para cada tratamiento y elaboración (n=20).

h. Análisis sensorial

La calidad sensorial de los quesos se analizó mediante un ensayo con escala hedónica de 9 puntos evaluándose el color, el sabor, la textura y la aceptabilidad global. El panel contó por lo menos con 24 consumidores no entrenados.

i. Fundibilidad

Se determinó cortando cilindros de queso de 1 cm de alto por 1,5 cm de diámetro, se colocaron en caja de Petri y se llevaron a un horno de microondas durante 40 segundos a un 30% de la potencia máxima. Las cajas de Petri con las muestras fundidas se escanearon y se determinó el área utilizando Autocad. Se realizaron 3 determinaciones por tratamiento y elaboración (n=6).

j. Pardeamiento a la cocción

Se cortaron cilindros de 1,5 cm de diámetro por 0,5 de altura y se colocaron en microondas a potencia máxima por 45 segundos. Finalizado dicho período se enfriaron las muestras y se realizó una determinación de color como se describió en la sección g. Se realizaron 3 determinaciones por tratamiento y elaboración (n=6).

k. Análisis de perfil de textura (TPA)

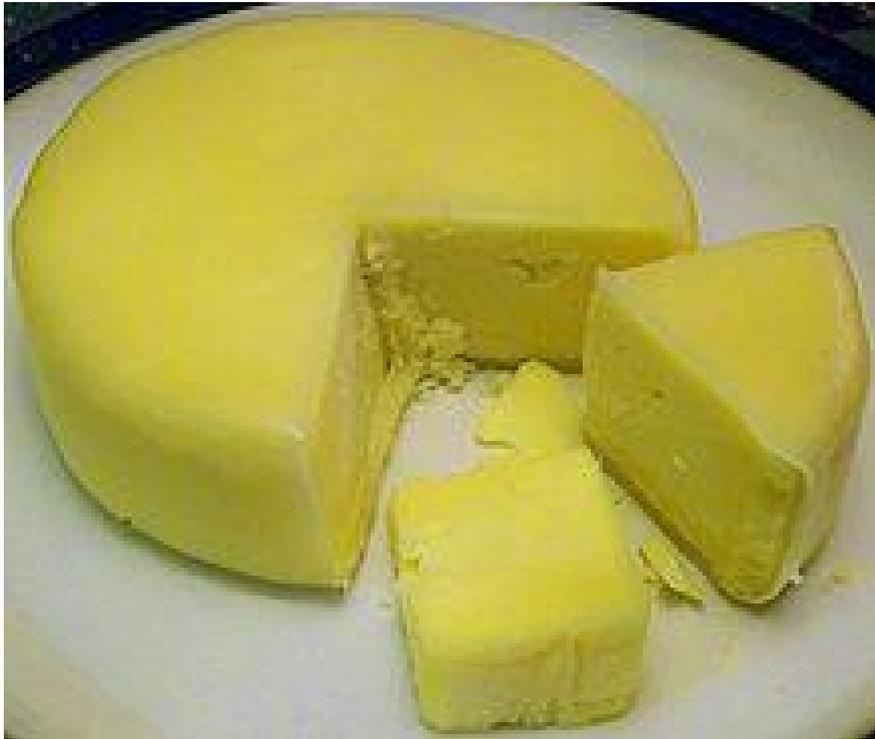
Se utilizó un equipo Texture Analyzer (TAX2). Los cilindros de queso de altura 20 mm y diámetro 25 mm se cortaron con un calador y se dejaron equilibrar a 20 °C. Las muestras se comprimieron en un 80% de su altura inicial utilizando una sonda de 35 mm de diámetro y una velocidad de 50 mm min⁻¹. El ensayo de compresión uniaxial

se realizó en dos ciclos sucesivos y se calcularon la gomosidad, cohesividad y dureza. Se analizaron seis muestras fueron analizadas por tratamiento y elaboración.

I. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se analizaron por medio de ANOVA y las medias se compararon por medio del test de LSD Fisher con un nivel de significación de $P \leq 0,05$.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



4.1. ACIDIFICACIÓN DEL SUERO

La acidez del suero del queso control al inicio del prensado se ubicó alrededor de 0,1% de ácido láctico (**Figura 1**). Ya en este momento el queso sometido al lavado intenso mostró una menor acidez que el control. Por su parte el lavado moderado resultó en un valor intermedio. El efecto inmediato en los quesos lavados fue probablemente debido a la remoción durante esta etapa de componentes que pueden aportar acidez y contribuir a la capacidad buffer como fosfato di-ácido y citrato más que con la inhibición en la producción de ácido láctico que en esta etapa es esperable que sea aún limitada (**Alais, 1985**). Durante el prensado la acidez se incrementó en todos los tratamientos. Luego de 20 horas los quesos control o lavados en forma moderada mostraron mayor acidez (0,2% de ácido láctico) que los que fueron lavados intensamente. Llamativamente el lavado moderado no resultó en cambio significativo en la acidez del suero. La menor acidificación por lavado intenso en este caso implicaría una menor producción de ácido láctico como consecuencia de la remoción de lactosa que constituye el sustrato para esta reacción (**Spreer, 1975**). De todos modos el proceso de lavado podría remover compuestos solubles como minerales, vitaminas y compuestos nitrogenados fácilmente disponibles que podrían retrasar el desarrollo de bacterias lácticas. Este grupo de microorganismos es reconocido por ser en general exigente desde el punto de vista nutricional. Resultaría de interés realizar recuentos microbianos para analizar la influencia del lavado sobre la dinámica de las poblaciones de los fermentos.

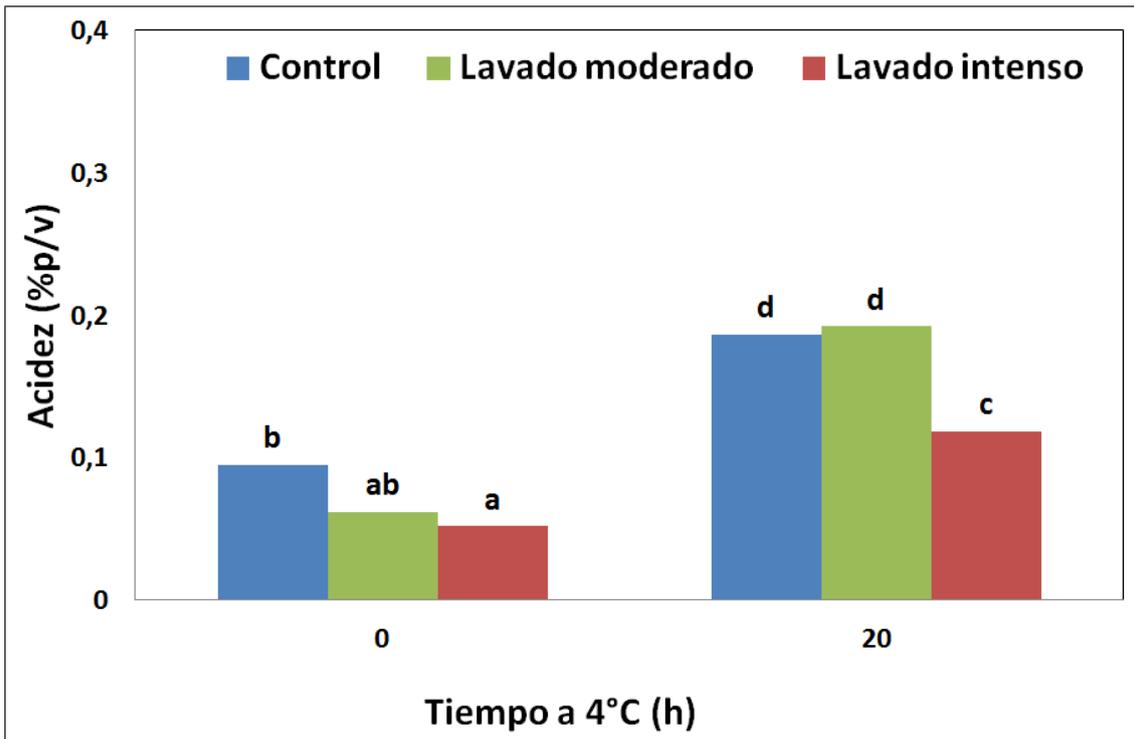


Figura 1: Acidez del suero de queso cremoso control, con lavado moderado o intenso durante el prensado. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

4.2. ACIDEZ DEL QUESO

Los quesos lavados presentaron una menor acidez que el queso control luego de 6 días de almacenamiento. Durante la maduración la acidez se incrementó en todos las muestras pero las diferencias entre tratamientos se mantuvieron.

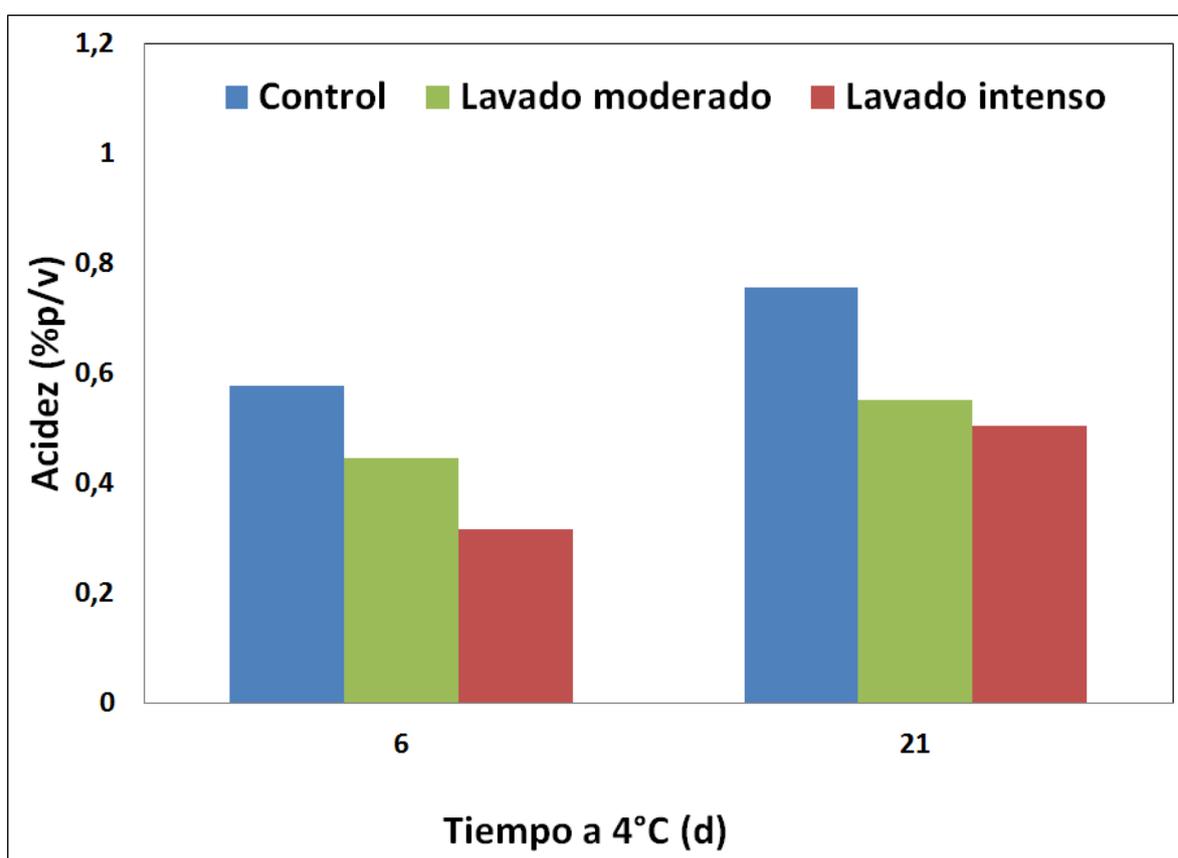


Figura 2: Acidez en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

4.3. HUMEDAD

El porcentaje de humedad en el control a los 6 días de maduración fue cercano al 60%, mientras que en los tratamientos con lavado intermedio o intenso fueron similares entre sí y menores al control (**Figura 3**). Durante el almacenamiento no se observaron cambios en la humedad del queso lavado mientras que el queso control mostró un descenso en el contenido de agua.

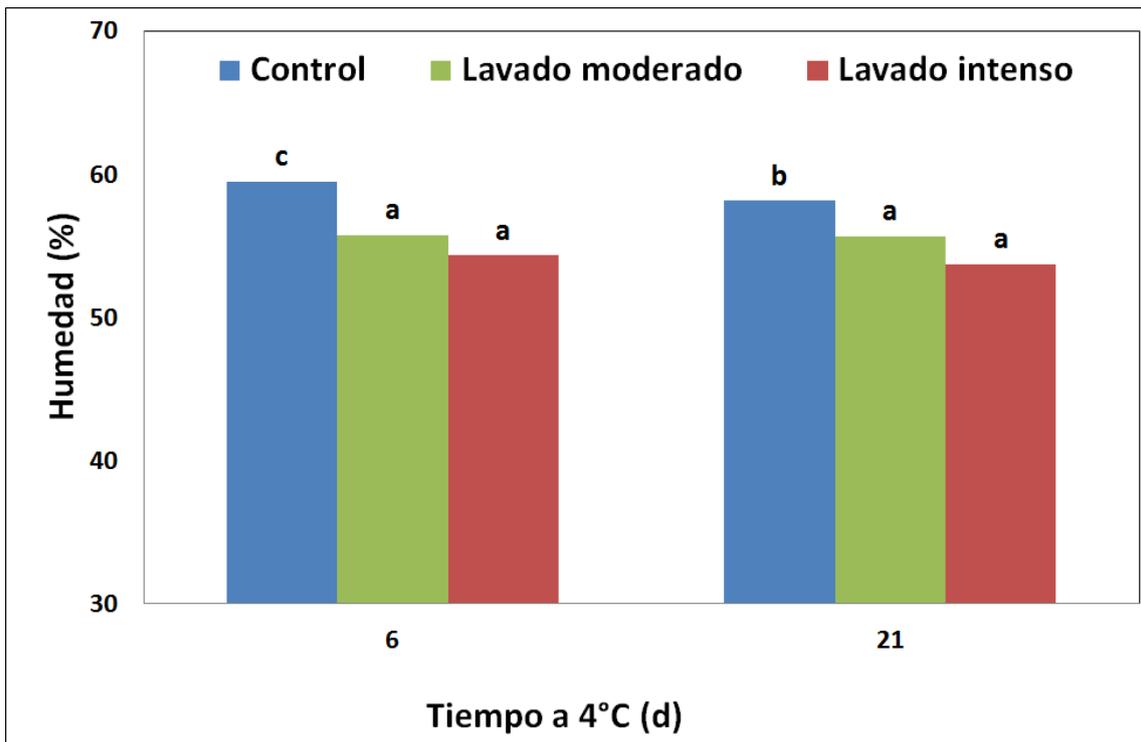


Figura 3: Humedad en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

De todos modos aún luego de 21 días se mantuvo la misma tendencia que al 6 día de maduración en la que los quesos control presentaron mayor humedad que los lavados. La reducción de humedad por reemplazo de suero por agua no es esperable *a priori*. De hecho algunos estudios sugieren que contrariamente el lavado puede redundar en una mayor retención de agua como consecuencia de un retraso en el proceso de acidificación que favorece la sinéresis (O'Sullivan et al., 2002). El mayor extracto seco en los quesos lavados en el presente estudio podría ser consecuencia de la operación de lavado propiamente dicha que implica un cierto trabajo mecánico sobre los granos y una permanencia algo más prolongada en la tina.

4.4. MATERIA GRASA

A los 6 días el contenido de materia grasa total mostró diferencias entre los tratamientos, siendo mayor en el lavado intenso (22%) con respecto al control (17%) (Figura 4).

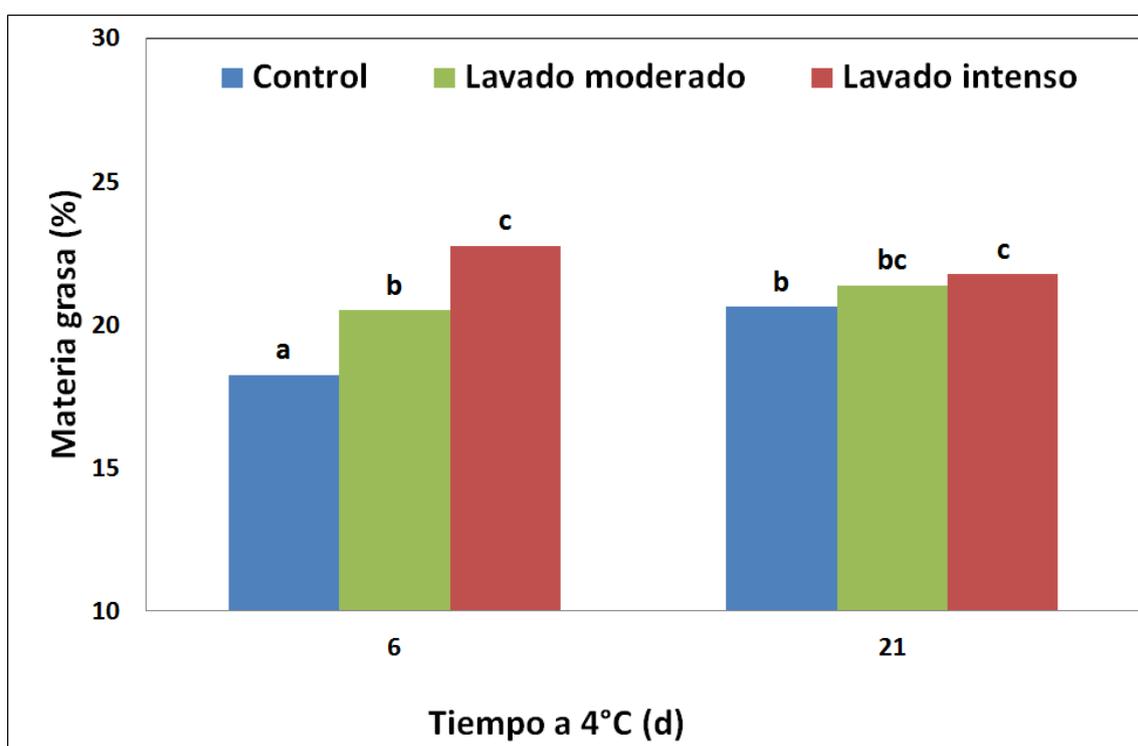


Figura 4: *Materia grasa en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.*

El incremento en materia grasa en los quesos lavados en parte podría atribuirse a la reducción en el contenido de humedad antes descrito. De todos modos aún sobre peso seco la materia grasa aumento con el lavado. Este efecto podría estar relacionado con la remoción con esta técnica de proteínas del suero que de otro modo quedarían retenidas al menos en forma parcial en la masa. Al final del almacenamiento las diferencias entre tratamientos fueron menos marcadas. Los quesos control o con lavado moderado no presentaron diferencias en el contenido de grasa. Los sometidos al lavado intenso mantuvieron aún un nivel levemente superior.

4.5. PROTEÍNA

A los 6 días el porcentaje de proteína no mostro diferencias significativas entre los tratamientos. En cambio a los 21 días se observó diferencias entre el control y los tratamientos lavado moderado e intenso

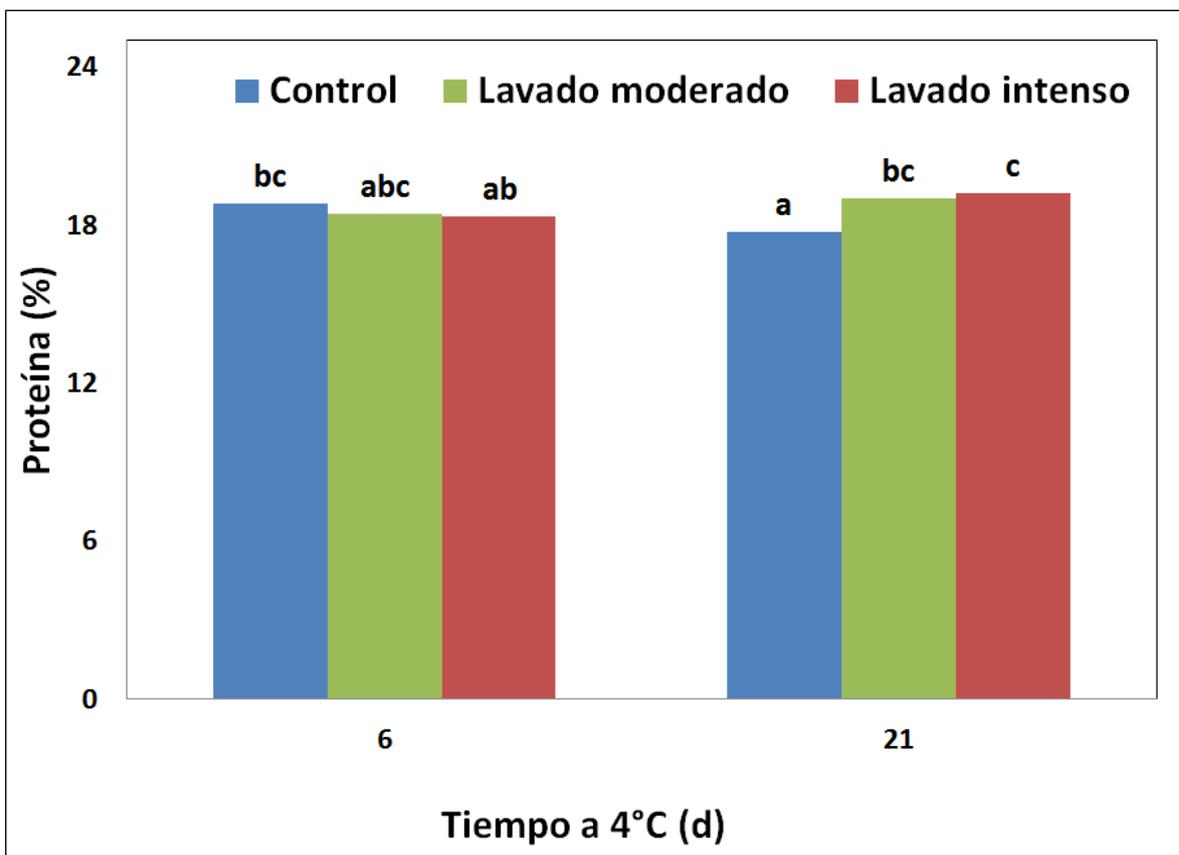


Figura 5: Proteína en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

4.6. CENIZAS

El contenido de cenizas se ubicó cerca de 2,5% para el queso control. El queso lavado mostró un aumento en el nivel de cenizas que fue dependientes de la intensidad con la que se realizó esta operación (**Figura 6**).

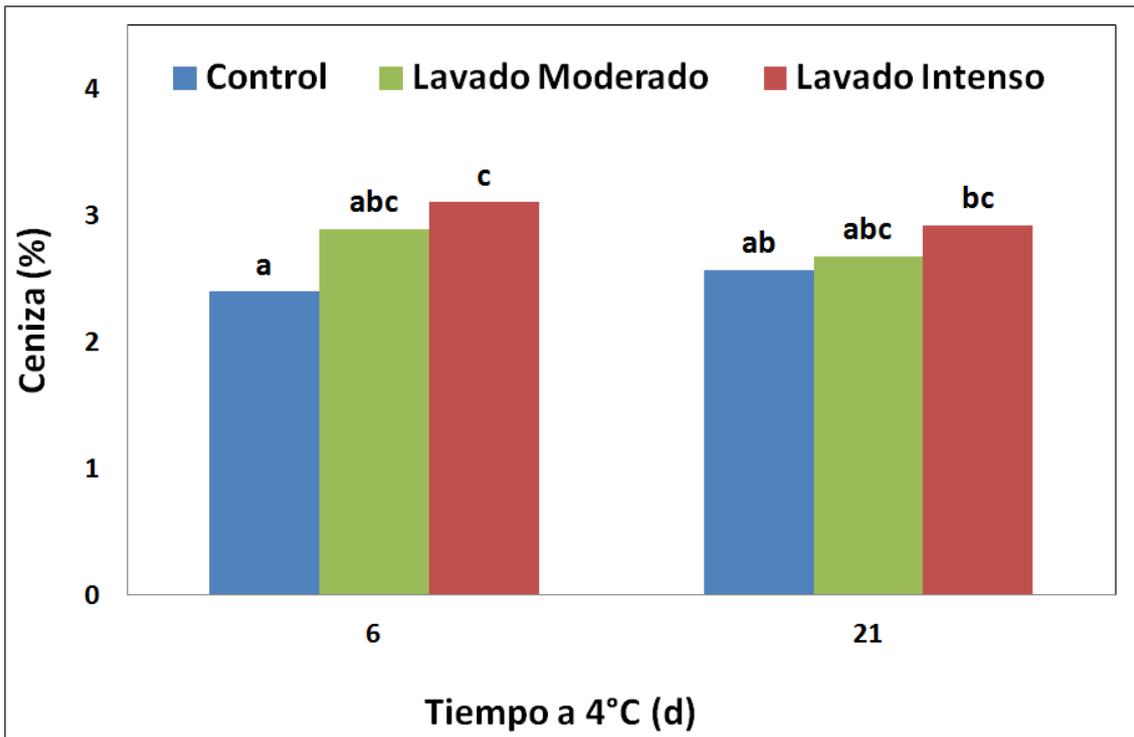


Figura 6: Cenizas en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

Las cenizas ascendieron en los quesos lavados intensamente a 3%. Este aumento puede ser consecuencia de la disminución de humedad antes descrita ya que sobre sustancia seca el contenido de cenizas fue comparable en los tres tipos de quesos evaluados.

4.7. COLOR SUPERFICIAL

La luminosidad (L^*) no se vio modificada por los diferentes tratamientos pero sí por el tiempo de almacenamiento (**Figura 7**). El valor de luminosidad disminuyó conforme progresó la maduración probablemente como consecuencia de la pérdida de agua (Veisseyre, 1988).

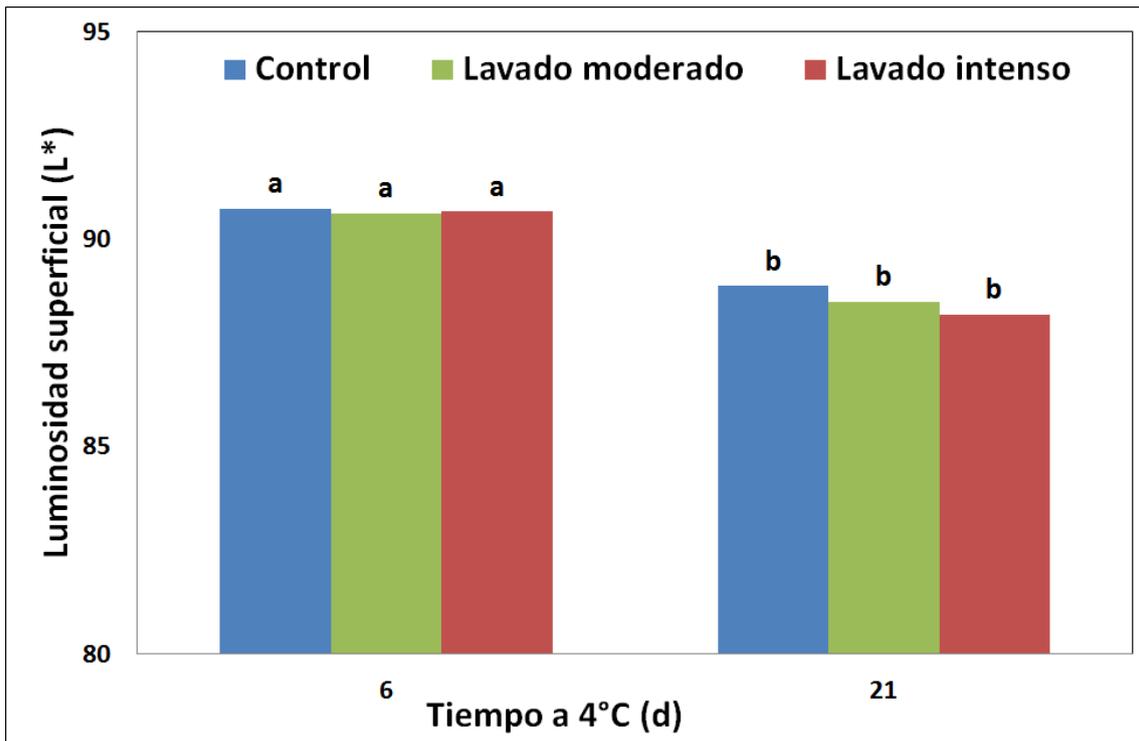


Figura 7: Luminosidad superficial (L*) de queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

El parámetro b^* es un indicador de la variación en el color amarillo del queso. Valores más elevados indican tonos más amarillos. Durante la primera semana de maduración ya se observaron diferencias entre tratamientos (**Figura 8 y 9**). Los quesos control fueron levemente más amarillos que los lavados intensamente. El tono amarillo se incrementó durante el almacenamiento. A los 21 días los quesos sin lavado mantuvieron un tono algo más amarillo. Por su parte los quesos lavados en forma moderada o intensa fueron similares entre sí.

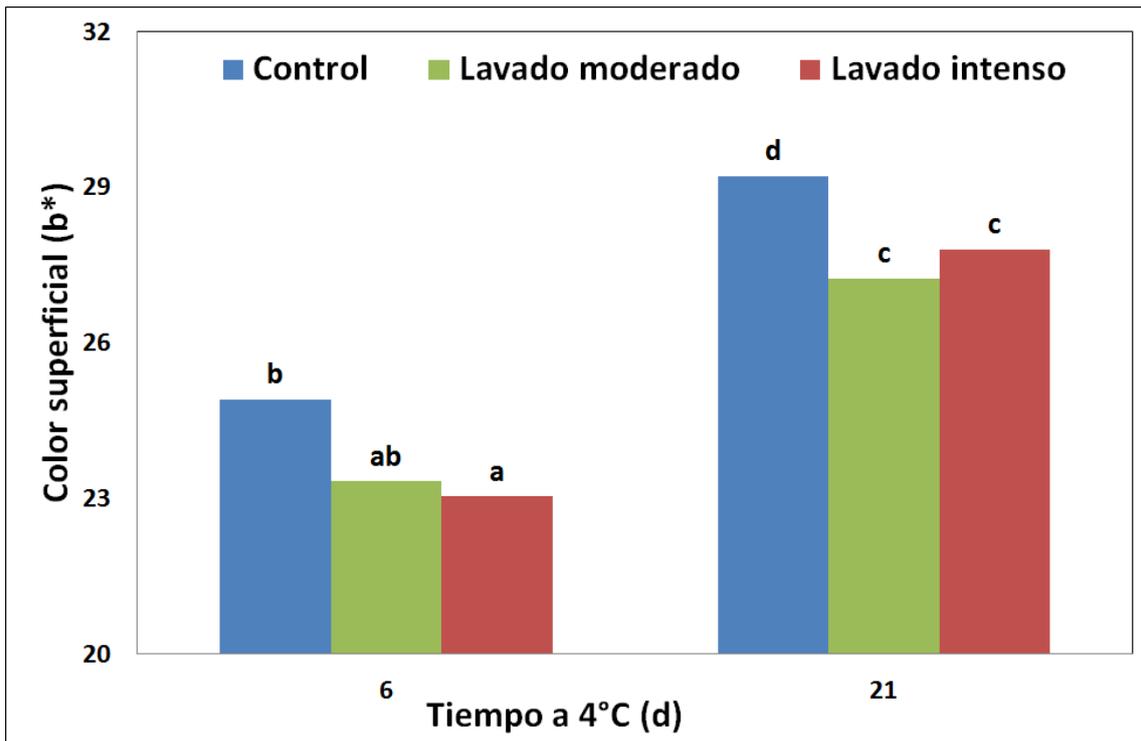


Figura 8: Color superficial (b*) en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.



Figura 9: Apariencia en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

4.8. ANALISIS SENSORIAL

El análisis sensorial no arrojó diferencias en los parámetros color, sabor, textura y aceptabilidad general en ninguno de los tratamientos (**Figura 10**). Esto significa que el lavado no afectó la aceptabilidad del producto.

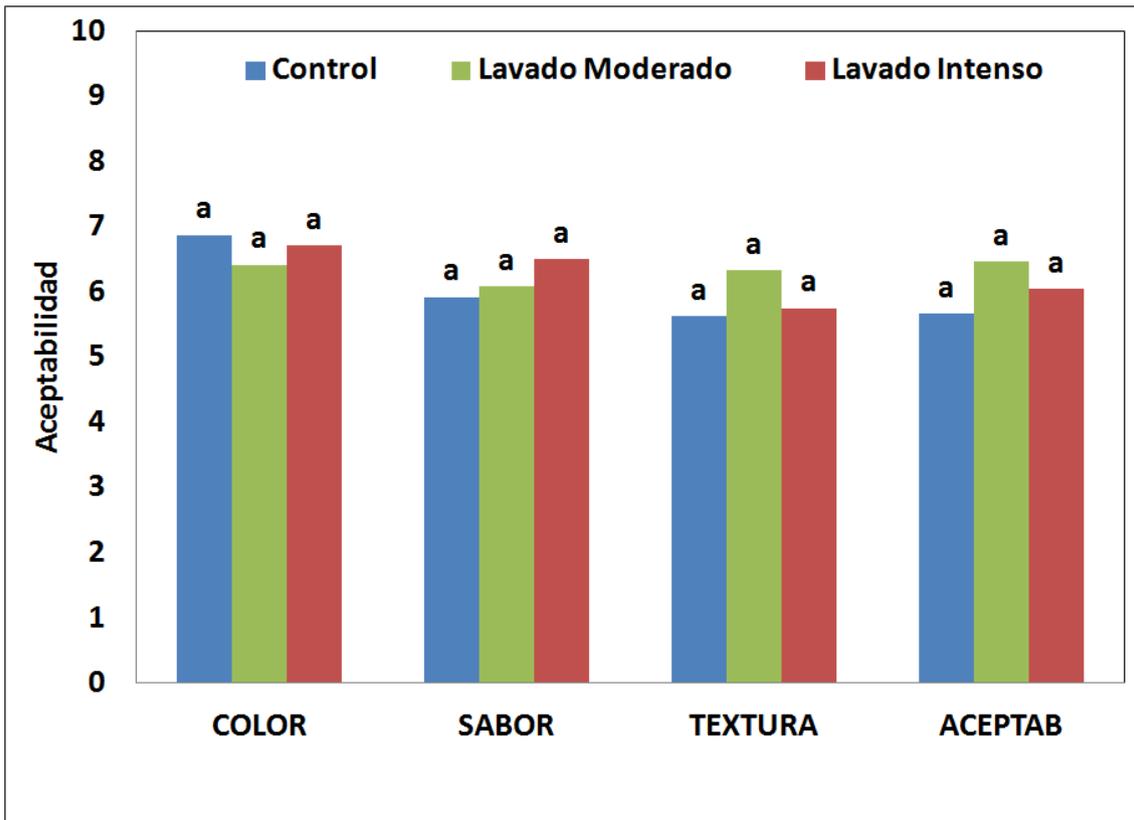


Figura 10: Análisis sensorial de queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

4.9. FUNDIBILIDAD

Más allá de la composición las características físicas, químicas y sensoriales es importante la caracterización funcional de los quesos (Osali et al., 2010). En el caso de los quesos de alta humedad es deseable por su uso que posean buena fundibilidad (Muthukumarappan, et al., 1999; Guinee et al., 2000)). Esta propiedad fue afectada por el proceso de lavado. Luego de 6 d de maduración los quesos control presentaron mayor fundibilidad que los lavados. Durante el almacenamiento se observó un incremento en la fundibilidad de los quesos control aunque los lavados mantuvieron valores similares a los hallados al día 6 Los cambios en la fundibilidad en los quesos sin lavado (Figuras 11 y 12) podrían deberse a un aumento de la acidez más marcado durante la maduración que se traduce en una descalcificación de la masa que favorece el proceso (Kindstedt, 1993). La proteólisis más marcada pudo también

contribuir a generar quesos con mayor capacidad de fusión ante el tratamiento térmico dado que los quesos control y tratados no presentaron diferencias en acidez al final del almacenamiento y sin embargo si mostraron distinta fundibilidad (Feeney et al., 2002).



Figura 11: Observación visual de la fundibilidad en queso cremosos control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

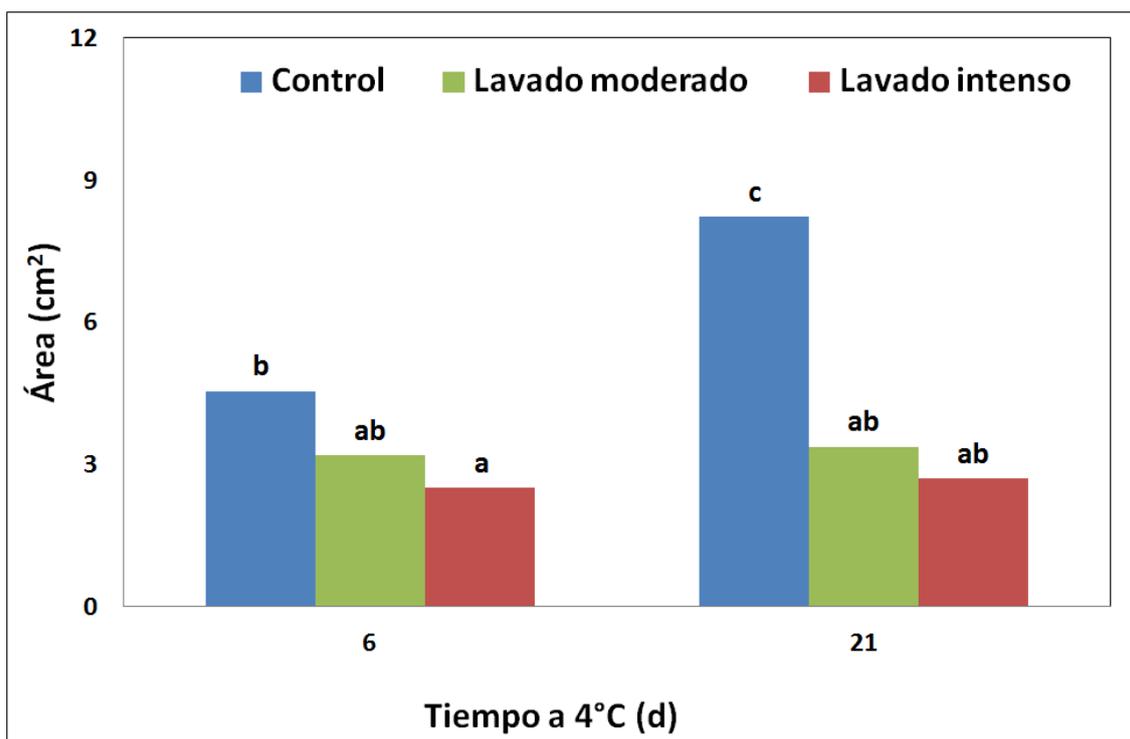


Figura 12: Fundibilidad de cremosos control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

4.10. PARDEAMIENTO A LA COCCIÓN

El pardeamiento a la cocción es otro cambio típico de los quesos cuando son sometidos a procesos de cocción (Guinee et al., 2000). Si bien el pardeamiento moderado puede resultar deseable, si este ocurre en exceso es indeseable y puede afectar negativamente. El color a la cocción se evaluó sólo luego de 21 días de maduración. El mismo fue menor en los quesos lavados en forma intensa que en los quesos control o lavados en forma moderada (Figura 13 y Tabla 3). La reducción del pardeamiento resulta como consecuencia de una menor manifestación de la reacción de Maillard esto podría deberse a una remoción de azúcares que son sustratos del mencionado proceso durante la operación de lavado (Rudan y Barbano, 1998).

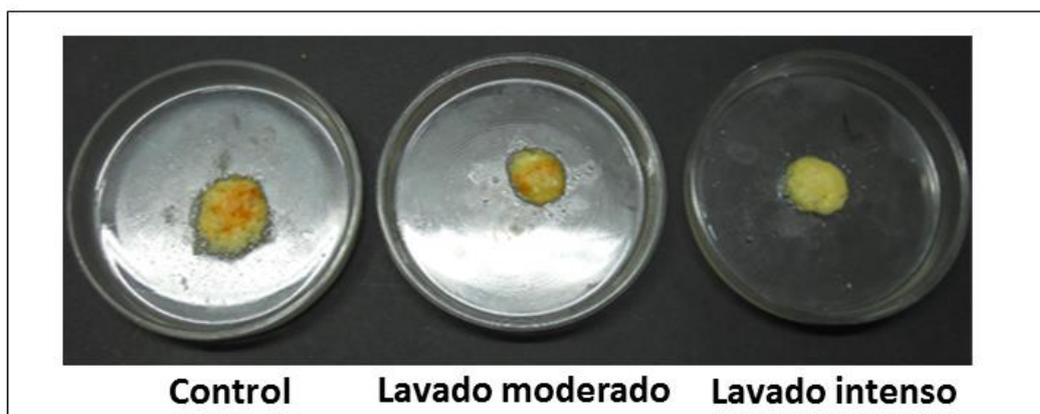


Figura 13: Pardeamiento a la cocción en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C 21 d.

Tabla 3: Pardeamiento a la cocción (L^*) en queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

Tratamiento	Producción (T)
Control	60,9 a
Lavado moderado	64,6 ab
Lavado intenso	69,1 b

4.11. ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA

La gomosidad fue mayor cuanto más intenso fue el lavado (**Figura 14**). Aún al final del período de almacenamiento se mantuvo en niveles más elevados en los quesos lavados. La cohesividad también fue superior en los quesos lavados, pero la intensidad del lavado no tuvo influencia sobre este atributo (**Figura 15**) probablemente por tratarse de quesos con un período de afinado corto.

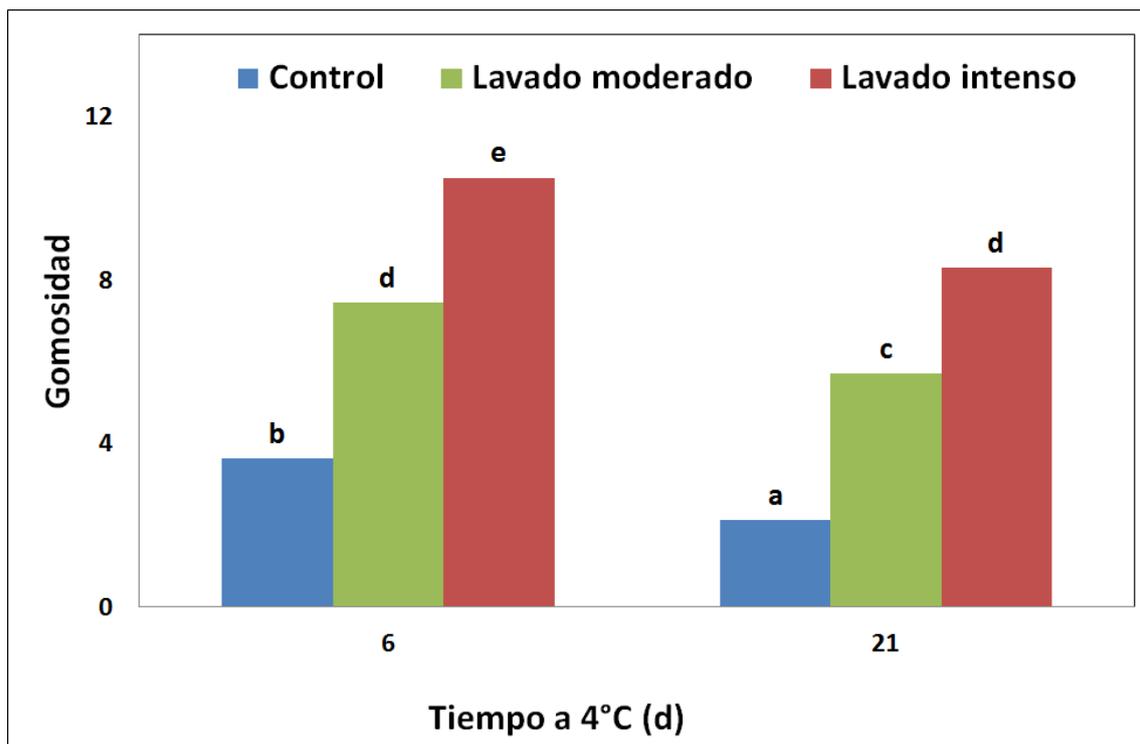


Figura 14: Gomosidad del queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

Finalmente la dureza fue superior en los quesos lavados. En este caso a mayor intensidad del lavado más elevada fue la dureza. Durante la maduración se observó una reducción en la dureza de los quesos pero las diferencias entre tratamientos se mantuvieron (**Figura 16**). Los resultados muestran que la textura es una de las propiedades más afectada por el proceso de lavado junto con la fundibilidad. Efectos similares fueron hallados en otros quesos como consecuencia del lavado (**Lee et al., 2011**).

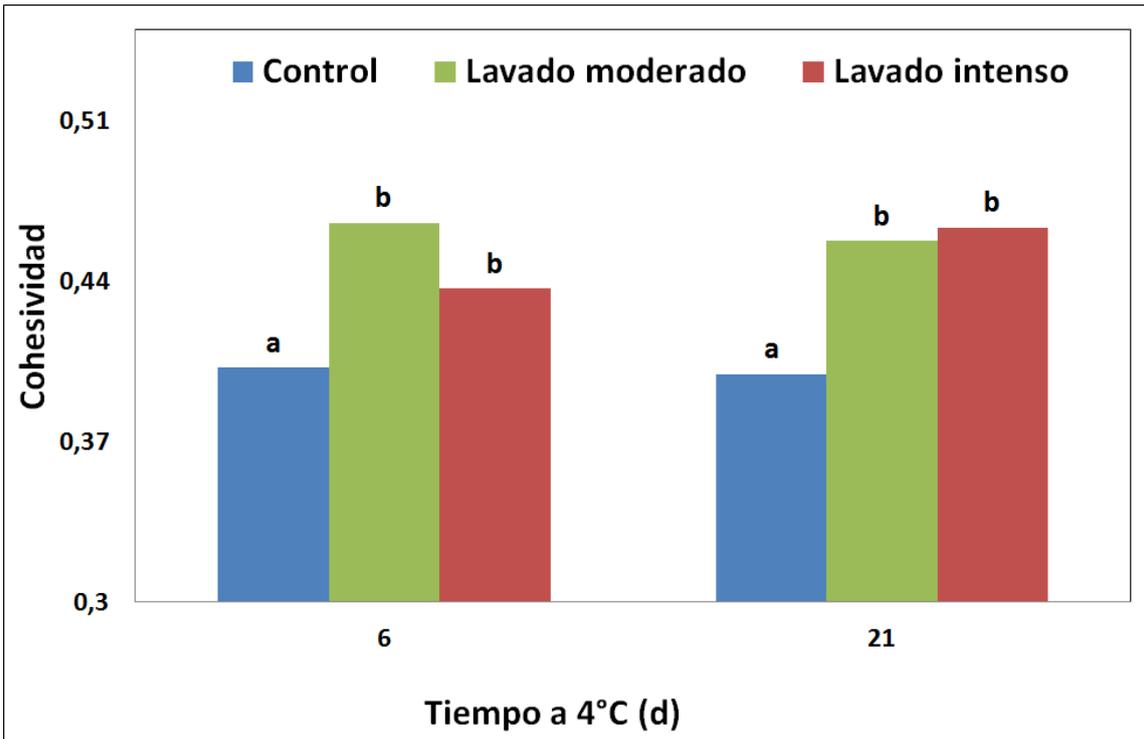


Figura 15: Cohesividad del queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 6 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

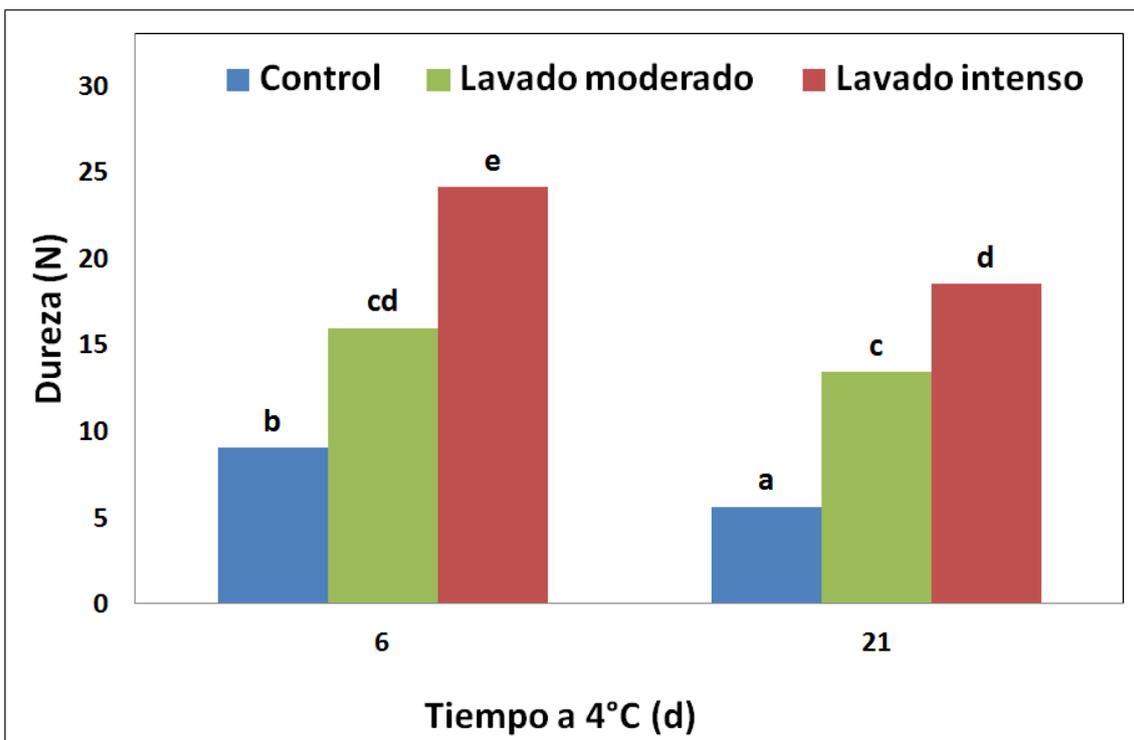


Figura 16: Dureza de queso cremoso control, con lavado moderado o intenso madurado a 4 °C por 8 ó 21 d. Las letras distintas indican diferencias en un test de Fisher con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

5. CONCLUSIONES



El lavado provocó un retraso en la acidificación del suero de los quesos. Los quesos lavados presentaron mayor pH. El proceso de lavado provocó una reducción en los niveles de humedad con un concomitante incremento en el contenido de materia grasa y cenizas. La proteína total no fue afectada por el proceso de lavado. Los tratamientos no ocasionaron cambios significativos en el color pero sí presentaron modificaciones marcadas en la textura. Así el lavado resultó en quesos con mayor dureza y gomosidad. La fundibilidad y el pardeamiento a la cocción fueron reducidas como consecuencia del lavado. La intensidad del lavado mostro marcada influencia en estos cambios siendo más marcada en el caso del lavado intenso. Los efectos se mantuvieron aún luego de 21 días de almacenamiento refrigerado. Finalmente bajo las condiciones de estudio el control sin lavado presentó menor aceptabilidad en el sabor quizás como consecuencia de la formación de compuestos amargos por excesiva proteólisis. Los resultados del presente trabajo permitieron caracterizar los cambios inducidos por lavados de diferente intensidad en la calidad de quesos cremosos. Si bien tanto quesos lavados como sin lavar pueden ser deseables dependiendo del destino que se quiera dar la información generada resulta de interés para identificar las principales las modificaciones físicas, químicas, sensoriales y funcionales por la introducción de este proceso tecnológico.

6. REFERENCIAS

- Alais, C. 1985.** Ciencia de la leche. Cuarta edición. Reverte. España. 884 pp.
- AOAC. 1980.** Official Methods of Analysis, 13th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C.
- Baskaran, D., Sivakumar, S. 2003.** Galactose concentration in pizza cheese prepared by three different culture techniques. Society of Dairy Technology. 56, 229-232.
- Bley, M.E., Johnson, M.E., Olson, N.F. 1985.** Factors affecting non-enzymatic browning of process cheese. Journal of Dairy Science. 68, 555–561.
- CAA. 1969.** Código Alimentario Argentino. Ley 123284. Capítulo VIII. En: www.anmat.gov.ar
- Feeney, E.P., Guinee, T.P., Fox, P.F. 2002.** Effect of pH and calcium concentration on proteolysis in mozzarella cheese. Journal of Dairy Science. 85, 1646-1645
- Guinee, T., Harrington, D., Corcoran, M.O., Mujllins, C. 2000.** The compositional and functional properties of commercial mozzarella, cheddar and analogue pizza cheeses. International Journal of Dairy Technology. 53, 51-56.
- Gunasekaran, S., Ak, M.M. 2003.** Cheese rheology and texture. Taylor & Francis. 456 pp.
- Hou, J., Hannon, J.A., McSweeney, P.L.H., Beresford, T.P., Guinee, T.P. 2012.** Effect of curd washing on composition, lactose metabolism, pH, and the growth of non-

starter lactic acid bacteria in full-fat Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 25, 21-28.

-INTI. 2005. Elaboración de quesos de pasta semidura con ojos. Cuaderno tecnológico N° 3. Ing. Gauna A.

-INTI. 2006. La mejora de la competitividad de las pymes Argentinas. Cuaderno tecnológico N° 1. Ing. Roman M. y Lic. Castañeda R.

-INTI. 2011. Programa pruebas de desempeño de productos. Queso cremoso.

-INTI. 2012. Quesos Argentinos. En: www.quesosargentinos.gov.ar/ Visitado Jun 2012.

- Kindstedt, P.S. 1993. Effect of manufacturing factors, composition, and proteolysis on the functional characteristics of mozzarella cheese. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33, 167–187.

-Lee, M.R., Johnson, M.E., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J.J., Lucey, J.A. 2011. Effect of different curd-washing methods on the insoluble Ca content and rheological properties of Colby cheese during ripening. *Journal of Dairy Science* 94, 2692-2700.

-MinAgri. 2012. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Estadísticas, Subsecretaria_de_lecheria. En http://64.76.123.202/site/subsecretaria_de_lecheria Visitado Octubre 2012.

-Muthukumarappan, K., Wang, Y.C., Gunasekaran, S. 1999. Modified Schreiber test for evaluation of Mozzarella cheese meltability *Journal of Dairy Science*, 82, 1068-1071.

-Osali, T.M., Ayyash, M.M., Al-Nabuslsi, A.A., Shken, R.R., Shah, N.P. 2010. Effect of curd washing level on proteolysis and functionality of low-moisture mozzarella cheese made with galactose-fermenting culture. *Journal of Food Science*, 75, C406-C412.

-O'Sullivan, M.M., Singh, H., Munro, P.A., Mulvihill, D.M. 2002. The effect of cooking and washing temperature during pilot-scale rennet casein manufacture on casein hydration characteristic sin disodium orthophosphate solution. *International Journal of Dairy Technology* 55, 18–26.

-Rudan, M.A., Barbano, D.M. 1998. A dynamic model for melting and browning of mozzarella cheese during pizza baking. *Australian Journal of Dairy Technology* 53, 95–101.

- Spreer E. 1975. *Lactología Industrial*. Editorial Acribia. 208pp.

- Tunick, M.H., Mackey, K.L., Shieh, J.J., Smith, P.M., Cooke, P., Malin, E.L. 1993. Rheology and microstructure of low-fat mozzarella cheese. *International Dairy Journal* 3, 649–662.

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