



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Agrarias
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Estudio de Aglomeración y Exudación en Queso tipo Parmesano Rallado, Elaborado en Planta Quesera

Memoria presentada como parte de
los requisitos para optar al título de
Ingeniero en Alimentos

María Francisca Pérez Raffo

Valdivia – Chile

2017

PROFESOR PATROCINANTE:



Sr. Bernardo Carrillo López

Ingeniero Agrónomo, Máster en Ciencia e Ingeniería
de los Alimentos

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos,
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral
de Chile

PROFESOR COPATROCINANTE:

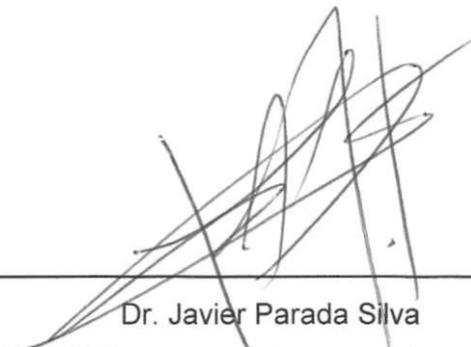


Sra. Sandra Jofré Navarrete

Jefe de Desarrollo

Prolesur S.A, Los Lagos

PROFESOR INFORMANTE:



Dr. Javier Parada Silva

Ingeniero en Alimentos, Doctor en Ciencias de la
Ingeniería

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos,
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral
de Chile

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer a Dios por guiarme y darme la sabiduría de llevar a cabo esta investigación.

A mi madre y Andrés por apoyarme en todo, educarme con valores y ayudarme en este camino con amor y esfuerzo.

A mi padre, por su preocupación constante, amor infinito y por estar siempre presente a pesar de la distancia.

A Miguel, por estar conmigo siempre entregándome su amor incondicional, dándome ánimo y ayudándome a superar hasta los momentos más difíciles.

A mis hermanos que me dan la alegría, apoyo y motivación de salir adelante cada día.

A mi abuelita, la Güelela que siempre me habló muy bien de la carrera y me motivó para estudiarla.

A mi Tata por su interés en mis estudios, siempre con optimismo y sentido del humor.

A mis amigos, tíos y primos por preocuparse de mí en todo este proceso con amor y confianza.

A mi profesor patrocinante Bernardo Carrillo, por su entrega y consejos siempre con gran dedicación y generosidad.

Al profesor Haroldo Magariños, por ayudarme constantemente en el inicio de mi memoria con la mejor disposición.

A todos los profesores del ICYTAL, cada uno fue importante para mi formación final como profesional.

A las secretarias y auxiliares de la facultad, por su ayuda y colaboración durante estos años.

A la Señora Sandra Jofré, que generosamente me abrió las puertas de la planta y siempre me ayudó en todo lo que necesité.

Por último (pero no menos importante), agradecer a los jefes de turno de la planta que ayudaron muchísimo en mi investigación, aportándome siempre con sus conocimientos.

ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
	RESUMEN	1
	SUMMARY	2
1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	El queso	3
1.1.1	Queso tipo parmesano	4
1.1.1.1	Elaboración de queso tipo parmesano “en pieza” de planta quesera	5
1.1.1.2	Elaboración de queso tipo parmesano rallado de la planta quesera	10
1.1.1.3	Problemática en queso tipo parmesano rallado y factores asociados	12
2	MATERIAL Y MÉTODO	13
2.1	Lugar de trabajo	13
2.2	Materias primas	13
2.2.1	Equipos	13
2.2.2	Metodología de análisis	13
2.2.2.1	Determinación de la dureza en quesos	14

2.2.2.2	Determinación del porcentaje de grasa total en contenido de la manga del <i>batch</i> de deshidratación	15
2.2.2.3	Determinación del tamaño de las partículas de cuajada en la elaboración del queso tipo parmesano	15
2.2.2.4	Determinación del porcentaje de grasa exudada en queso	15
2.2.2.5	Determinación de exudado de queso en pieza elaborado con y sin CPL	16
2.2.2.6	Determinación de aglomerado y exudado en queso rallado	16
2.2.2.7	Determinación de las propiedades físico-químicas de queso tipo parmesano en pieza y rallado	16
3	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	18
3.1	Resultado de la determinación de dureza en quesos de la planta y de la competencia	18
3.2	Resultado de la determinación de grasa total en contenido de la manga de <i>batches</i> de deshidratación de la planta	18
3.3	Resultado de la determinación del tamaño de las partículas de cuajada en la elaboración del queso tipo parmesano de la planta quesera	19
3.4	Resultado de la determinación de exudado de queso en pieza de la planta quesera	20
3.5	Resultado de la determinación del porcentaje de grasa del exudado en queso de planta quesera y competencia	20
3.6	Resultado de la determinación de aglomerado y exudado en queso rallado con y sin CPL y deshidratado a 36°C y 50°C	21

3.7	Resultado de la determinación de las propiedades físico-químicas de queso tipo parmesano en pieza y competencia	24
3.8	Resultado de la determinación de las propiedades físico-químicas de queso tipo parmesano rallado de la planta y de la competencia	27
4	CONCLUSIONES	29
5	BIBLIOGRAFÍA	30
	ANEXOS	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Clasificación de los tipos de queso según criterios principales	4
2	Clasificación de quesos según consistencia (dureza)	15
3	Resultados de humedad (%) sin materia grasa en queso tipo parmesano	18
4	Porcentaje de grasa total en contenido de la manga de <i>batches</i> de deshidratación de la planta	19
5	Exudado (g) de queso en pieza de la planta con y sin CPL	20
6	Porcentaje de grasa exudada en queso de la planta y competencia	21
7	Cantidad de exudado y aglomerado a partir de quesos rallados deshidratados a dos temperaturas	23
8	Resultado del análisis físico-químico de quesos tipo parmesano en pieza	24
9	Relación porcentaje de materia grasa sobre el extracto seco	25
10	Relación porcentaje de proteína sobre el extracto seco	26
11	Resultado del análisis físico-químico de queso rallado	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Línea de flujo de producción de queso tipo parmesano	6
2	Línea de flujo de producción de queso tipo parmesano rallado	11

ÍNDICE DE IMÁGENES

Anexo		Página
1	Queso tipo parmesano en pieza, formato de 17 kg	10
2	Equipos utilizados en los ensayos del trabajo: A) ralladora Urshel, B) <i>batch</i> de deshidratación y C) envasadora Hayssen	14
3	Granos representativos de cuajada de queso tipo parmesano	20
4	Imágenes comparativas de queso tipo parmesano rallado con (A) y sin (B) adición de CPL y deshidratado a 50°C, y con (B) y sin (D) CPL deshidratado a 36°C	22
5	<i>Batch</i> de deshidratación exudado	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Cálculo en Excel del promedio y la desviación estándar en 15 quesos en pieza elaborados con y sin CPL	34
2	Resultado de la determinación de grasa total en contenido de la manga de <i>batches</i> de deshidratación de la planta	35
3	Tabla ANOVA para humedad (%) por tratamiento	36
4	Prueba de rangos múltiples para el porcentaje de humedad (%) de queso en pieza	36
5	Gráfico de medias para humedad (%) con HSD 99%	36
6	Tabla ANOVA para materia grasa (%) por tratamiento	37
7	Prueba de rangos múltiples para el porcentaje de materia grasa (%) de queso en pieza	37
8	Gráfico de medias para materia grasa (%) con HSD 99%	37
9	Tabla ANOVA para materia grasa (%) / extracto seco (%) por tratamiento	38
10	Prueba de rangos múltiples para materia grasa (%) / extracto seco (%) de queso en pieza	38
11	Gráfico de medias para materia grasa (%) / extracto seco (%) con HSD 99%	38
12	Tabla ANOVA para proteína (%) por tratamiento	39
13	Prueba de rangos múltiples para el porcentaje de proteína (%) de queso en pieza	39

14	Gráfico de medias para proteína (%) con HSD 99%	39
15	Tabla ANOVA para proteína (%) / extracto seco (%) por tratamiento	40
16	Prueba de rangos múltiples para proteína (%) / extracto seco (%) de queso en pieza	40
17	Gráfico de medias para proteína (%) / extracto seco (%) con HSD 99%	40
18	Resultado medición granos de cuajada de queso tipo parmesano	41
19	Resultado de la determinación del porcentaje de grasa exudada en queso de planta quesera y competencia	42
20	Inyector de CPL para estandarización de proteína	43

RESUMEN

En esta memoria de título se realizó un estudio para dar respuesta a una problemática de aglomeración y exudación observados durante la elaboración de queso tipo parmesano rallado de una planta quesera del sur de Chile.

Para el estudio se obtuvieron muestras de queso parmesano en formato pieza y rallado, y se realizó un análisis de los principales parámetros físico-químicos: humedad, materia grasa y proteína, comparándolos con aquellos parámetros de un queso elaborado por otra empresa (competencia) que no exhibía problemas en su elaboración. Los resultados mostraron un mayor porcentaje de humedad para el queso rallado de la planta, así como un mayor contenido de materia grasa y menor proteína respecto al queso de la competencia. Estos resultados estuvieron en concordancia con los análisis en queso en pieza.

La adición de concentrado de proteína láctea (CPL) y la temperatura de deshidratación (50°C versus 36°C) resultaron claves en la aparición de la aglomeración y exudado de queso obteniendo una menor aglomeración y exudación en queso elaborado sin CPL y deshidratado a 36°C, en contraste con el queso elaborado con CPL y deshidratado a 50°C.

SUMMARY

In this work we studied the agglomeration and oil-off observed during the production of grated parmesan type cheese of a cheese industry of the south of Chile.

For that we obtain samples of parmesan type cheese in piece and grated formats and analyze some physical-chemical analysis including percentage of humidity, fat matter and protein. These parameters were compared with a control parmesan cheese not exhibiting agglomeration and oil-off from another industry. The results showed a higher humidity percentage and more amount of fat and lesser protein for the grated cheese in the plant, compared to the control cheese. These results were concordant to the findings made in a piece of cheese.

The addition of lacteal protein concentrate (CPL) and the dehydration temperature (50°C vs 36°C) were key factors in the agglomeration and oil-off. Grated cheese elaborated with CPL and dehydrated with a high temperature (50°C) showed a higher agglomeration and oil-off and an inverse response was obtained within CPL and dehydration with a lower temperature (36°C).

1. INTRODUCCIÓN

El queso rallado que se encuentra disponible en el mercado nacional es un producto que se consume cada día en mayor cantidad. Utilizado en pastas, sopas y hasta en postres, es valorado por todo tipo de consumidores debido a su amplitud de usos, precio razonable y comodidad (producto listo para servir).

Las propiedades organolépticas, es decir, aquellas que son captadas a través de los sentidos, como lo son el sabor, aroma, textura, consistencia y apariencia de un producto, son de suma importancia para el consumidor al momento de su elección. Tal es su importancia, que estas características van a discernir la calidad del alimento o darán una segunda lectura, como ocurre por ejemplo con la crocancia en las papas fritas o el color rojo intenso en una manzana. En el queso rallado estas propiedades son igualmente importantes.

1.1 El queso

El queso formalmente se define como aquel “Producto madurado o sin madurar, sólido o semisólido, obtenido por la coagulación de leches, leches descremadas, leches parcialmente descremadas, crema, crema de suero, suero de queso o suero de mantequilla debidamente pasteurizado o una combinación de estas materias, por la acción de cuajo u otros coagulantes apropiados (enzimas específicas o ácidos orgánicos permitidos), y separando parcialmente el suero que se produce como consecuencia de tal coagulación” (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2017).

Se han descrito más de 2000 variedades o tipos de queso (RAMÍREZ y VÉLEZ, 2012), con distintas formas y criterios de clasificación, esto por los cambios de materia prima, insumos y técnicas de proceso principalmente (ISIQUE, 2014). Sin embargo, existe una forma de clasificarlos en tres criterios principales: contenido de humedad, método de coagulación de la caseína y microorganismo utilizado en la maduración y textura del queso (GONZÁLEZ, 2002; Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación de los tipos de queso según criterios principales

Clasificación	Variedades
Contenido de humedad	<ul style="list-style-type: none"> - Blandos (48 – 80 % de humedad) ejemplo: Brie, Cottagge y Mozzarella. - Semiblandos (45 – 55 % de humedad) ejemplo: Limburger. - Semiduros (45 – 52 % de humedad) ejemplo: Gouda y Roquefort. - Duros (36 – 46 % de humedad) ejemplo: Emmental y Cheddar. - Muy duros (26 – 34 % de humedad) ejemplo: Parmesano.
Método de coagulación de la caseína	<ul style="list-style-type: none"> - Al cuajo (enzimáticos). - De coagulación láctica (ácido láctica). - De coagulación mixta (ambos métodos).
Textura del queso según microorganismo utilizado en la maduración	<ul style="list-style-type: none"> - De ojos redondeados. - De ojos granulares. - De textura cerrada.

Fuente: GONZÁLEZ (2002).

1.1.1 Queso tipo parmesano. El queso parmesano es un queso de pasta dura, que se obtiene mediante un proceso de maduración larga (mínimo 12 meses y hasta 36

meses o más) que permite que se desarrollen sus características organolépticas propias (*CONSORZIO DEL FORMAGGIO PARMIGGIANO REGGIANO*, 2017). Se elabora, a partir de leche con aproximadamente un 1,8 % de materia grasa, generando granos pequeños y firmes, parecidos a granos de arena (*MAGARIÑOS*, 2016).

El queso parmesano auténtico (*Parmiggiano Reggiano*) posee Denominación de Origen Protegida (DOP), establecida según la norma CEE 2081/1992 (más tarde completada por el reglamento CE 510/2006), lo que significa que se debe cumplir con normas específicas para su elaboración, como por ejemplo: procesamiento en lugar de origen (provincias de Parma, Reggio Emilia, Módena, Bolonia y Mantua en Italia), alimentación específica de vacas, y métodos de producción precisos, entre otras cosas (*CONSORZIO DEL FORMAGGIO PARMIGGIANO REGGIANO*, 2017).

Según el artículo 157 de la protección a la Denominación de Origen de México, se llama queso “tipo” (Parmesano en este caso) a aquel que se desarrolla y procesa de manera similar, aunque no presenta las normas específicas anteriormente señaladas (*POMÉÓN*, 2007).

1.1.1.1 Elaboración de queso tipo parmesano en “pieza” de la planta quesera. El proceso de elaboración del queso tipo parmesano con formato de 17 kg (al cual se le llama formato “pieza”) se representa en la Figura 1.

La leche es la principal materia prima para la elaboración del queso. Contiene una mezcla compleja de nutrientes que incluyen vitaminas (principalmente tiamina, riboflavina, ácido pantoténico, vitaminas A, D y K), minerales (calcio, potasio, sodio y fósforo), proteínas (que incluyen todos los aminoácidos esenciales), carbohidratos (especialmente lactosa) y lípidos (grasa) (*OCAMPO et al.*, 2008).

Las proteínas le confieren a la leche atributos de alta calidad nutricional y valor comercial. En general se dividen en dos grandes grupos: caseínas y proteínas del suero (*REQUENA et al.*, 2007).

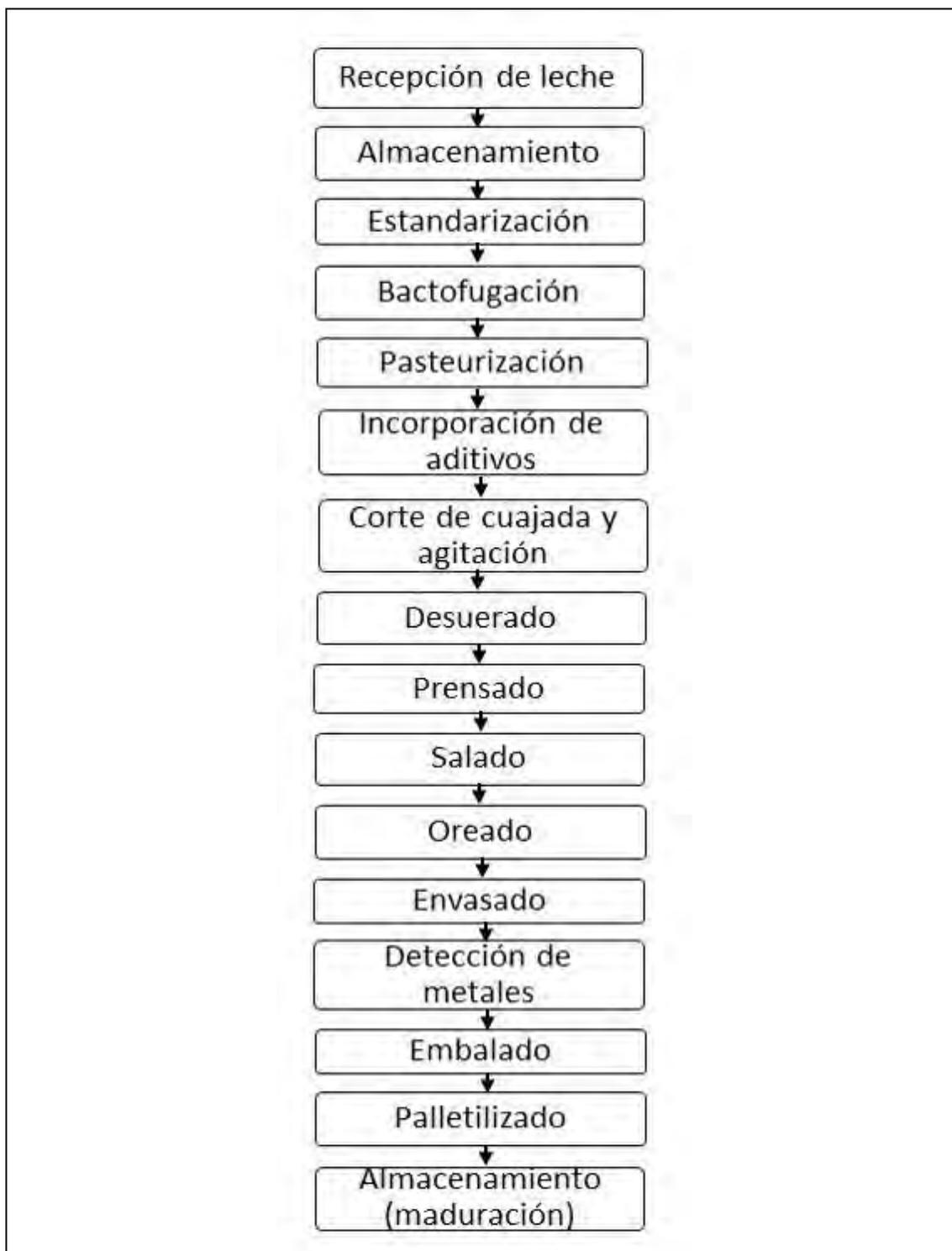


Figura 1. Línea de flujo de producción de queso tipo parmesano

Fuente: elaboración propia a partir del “manual de la planta quesera”.

Las caseínas constituyen aproximadamente el 80% de las proteínas totales de la leche (ARANCETA y SERRA, 2005) y se les denomina “proteínas insolubles” de la leche, ya que precipitan sólo cuando la leche se acidifica a pH 4,6 (ALAIS, 2003). Por su parte, las proteínas del suero son proteínas solubles en agua y precipitan fácilmente (ALAIS, 2003). Están constituidas principalmente por albúminas y globulinas, destacando el contenido en beta-lactoglobulina, alfa-lactoalbúmina, inmunoglobulinas, proteasas-peptonas además de lactoferrina y lisozima (ARANCETA y SERRA, 2005).

Una vez que la leche se recepciona, se realizan diversos análisis de laboratorio para determinar: pH, acidez, crioscopia, parámetros físico-químicos (materia grasa, proteína, densidad y sólidos totales) y presencia de inhibidores (primer punto crítico de control).

Durante la estandarización, se agregan grasa y proteína que fueron previamente separados de la leche, pero en las cantidades requeridas (TETRA PAK, 2017). Para esto se utiliza crema, estandarizando la materia grasa al 2,6% y Concentrado de Proteína Láctea (CPL) para estandarizar la proteína al 3,8%.

El CPL también es utilizado para obtener mayores rendimientos (GONZÁLEZ, 2011). Uno de los métodos para la obtención de CPL es la ultrafiltración (UF). Este proceso consiste en introducir la leche por una bomba de alimentación a temperaturas de 45 - 55°C y a presiones de alrededor de 1.000 kPa y, mediante bombas de recirculación, hacer fluir el producto a velocidades de 2 - 5 m/s por la superficie de una membrana (GUTIÉRREZ, 2013). Las membranas de ultrafiltración poseen poros de 3,5 - 100 nm, por lo que atraviesan agua, sales minerales, lactosa y nitrógeno no proteico. El resto, incluido las proteínas, se concentra al otro lado de la membrana (ROSADO y ROSADO, 2013).

Posterior a la estandarización viene la bactofugación de la leche a 500 kPa, que es un tratamiento de centrifugación utilizado como complemento a tratamientos térmicos (como la pasteurización) para la eliminación de microorganismos patógenos, por ejemplo, esporas resistentes a tratamientos térmicos (OSORIO *et al.*, 2010). Luego la muestra se pasteuriza a 74°C por 15 segundos (segundo punto crítico de control) para la eliminación de microorganismos patógenos (ROMERO y MESTRES, 2004).

Adición de aditivos:

- Cloruro de calcio: utilizado para una buena coagulación de la cuajada (PARDO y ALAMANZA, 2005).

El cloruro de calcio es incorporado puesto que los tratamientos térmicos (como la pasteurización) provocan la descalcificación en las micelas de caseína, retardando o impidiendo la coagulación de la leche (ALAIS, 2003).

- Lipasas: son enzimas que liberan cadenas de ácidos grasos cortas y medianas, que son las principales responsables de producir el sabor característico en los quesos. Además, disminuyen los costos del proceso de producción al reducir los tiempos requeridos para alcanzar la maduración de los productos (CAMPOS, 2016).

- Fermentos lácticos: cultivos de una o varias cepas de bacterias que son agregados a la leche para acidificarla y transformarla en productos lácteos. La principal, aunque no única función, es la producción de ácido láctico en un proceso fermentativo a partir de lactosa. Son los responsables de la producción de compuestos aromáticos y contribuyen a la maduración del queso por su actividad proteolítica y lipolítica (ARTICA, 2014).

La coagulación de la leche se realiza mediante la incorporación de cuajo, que son enzimas proteolíticas secretadas por el cuarto estómago de los rumiantes jóvenes (terneros), llamado abomaso o vulgarmente “cuajar” (ALAIS, 2003). Las enzimas coagulantes son las llamadas quimosinas (renina) y pepsinas (MAGARIÑOS, 2016), las cuales desestabilizan las micelas de caseína, que se aglomeran y forman un gel más o menos sólido, en el que quedan atrapados el resto de los componentes de la leche. Este gel resultante se conoce como cuajada (GIL, 2010).

En la actualidad, en la industria se emplean enzimas proteolíticas de origen microbiano o fúngico (GIL, 2010).

Para el corte de cuajada, primeramente, se debe realizar un corte en cruz con cuchillo y un suave levantamiento. Si los cuartos del corte se separan nítidamente, no se

rompen y están brillantes, será el momento apropiado de cortar (MAGARIÑOS, 2016). El corte se realiza mediante cuchillas que por un lado cortan y por el otro agitan, con velocidades y tiempos preestablecidos en el equipo, evitando que los granos de cuajada no se aglomeren (MAGARIÑOS, 2016).

En esta etapa se agrega nitrato de sodio, que es utilizado para impedir la hinchazón precoz por bacterias coliformes y la hinchazón tardía por *Clostridium* proveniente de la acumulación de gas por fermentación. La reducción de nitrato a nitrito permite la formación de agua a partir del hidrógeno producido por los coliformes con lo cual se evita la acumulación de gas, mientras que los clostridios son inhibidos por ser sensibles a los nitritos y el gas producido también se convierte en agua con la reducción de los nitratos. De ser posible debe evitarse el uso de nitratos, ya que los nitritos participan en la formación de nitrosaminas descritas como cancerígenas para el consumidor (VIDES, 2010).

El calentamiento de los granos con vapor indirecto se utiliza con el fin de acelerar la sinéresis o desuerado, es decir, separar el lactosuero de la cuajada de caseína. Así se logran granos finos, firmes y compactos (GIL, 2010), de lo contrario (cuajada fría), los granos resultarán de tamaño irregular, provocando un aumento de humedad y pérdida de caseína en el suero (AMARO y DÍAZ, 2002).

Las últimas etapas corresponden al prensado, salado y envasado. El prensado se realiza para otorgar al queso forma, volumen, una superficie firme y conseguir una eliminación adicional de suero (GIL, 2010). El salado con salmuera otorga, sabor y ayuda a la conservación del queso. En altas concentraciones disminuye la actividad proteolítica, aumentando la salida de agua presente en la red proteica de la cuajada (sinéresis) y ocasionando con ello menor humedad y por lo tanto mayor dureza en el queso (RAMÍREZ y VÉLEZ, 2012). Luego se realiza un baño de natamicina, antifúngico que evita la contaminación en la superficie del queso (GIL, 2010), y el oreo para eliminar del exceso de humedad superficial del queso (ROMERO y MESTRES, 2004).

Finalmente, se realiza el envasado en bolsa termocontraíble al vacío y rotulación con una impresión (etiquetado). En este punto se realiza la detección de metales a través de rayos X (tercer punto crítico de control) y se certifican las condiciones para el almacenamiento en bodega. Durante este proceso de guarda ocurre la maduración del queso por al menos, 4,5 meses y ocurre la migración de sal, el desarrollo del sabor y aroma y cambio en la textura del queso (GIL, 2010).



Imagen 1. Queso tipo parmesano en pieza, formato de 17 kg

1.1.1.2 Elaboración de queso tipo parmesano rallado de la planta quesera. El proceso de rallado del queso tipo parmesano con formato de 40 y 80 g se representa en la Figura 2.

En forma resumida el proceso de elaboración consta de 6 etapas:

- Recepción de pallets de quesos en formato de 17 kg luego de los 4,5 meses de maduración mínima.

- Desembolsado realizado con limpieza exterior e inspección visual.
- Rallado en ralladora Urschel.
- Deshidratado en hornos a 50°C por 20 min, más 5 minutos de enfriado hasta alcanzar una humedad de entre 15 -19 %.
- Tamizado en malla de acero inoxidable.
- Envasado en envasadora Hayssen con aire comprimido y nitrógeno en formatos de 40 y 80 g.

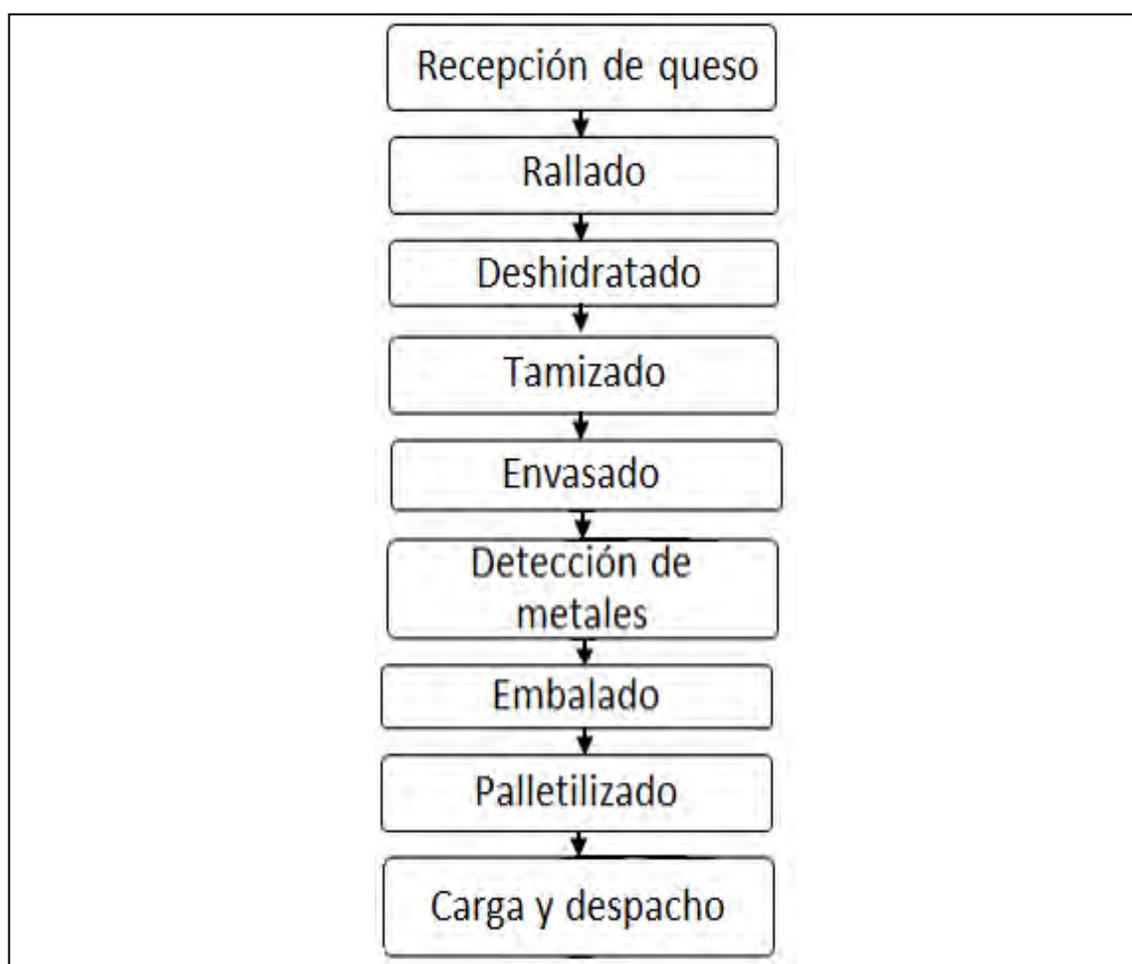


Figura 2. Línea de flujo de producción de queso tipo parmesano rallado
Fuente: elaboración propia a partir del “manual de la planta quesera”.

1.1.1.3 Problemática en queso tipo parmesano rallado y factores asociados. El queso rallado producido en la planta presentaba problemas de aglomeración y exudación, lo que según REINHEIMER y ZALAZAR (2006), representa una falencia importante desde el punto de vista de evaluación sensorial, y por consiguiente un déficit en la calidad del alimento.

Al respecto, se ha descrito que los principales factores que pueden causar aglomeración y exudación en queso son:

- El alto porcentaje de materia grasa durante la estandarización de la leche.
- La alta humedad del queso debido a la adición de CPL, y un tamaño grande e irregular en granos de la cuajada.
- Una temperatura por sobre el punto de fundición de la materia grasa en el *batch* de deshidratación.

De acuerdo con la información recopilada en esta investigación se planteó como hipótesis que: el exudado y aglomerado del queso tipo parmesano se debe al alto porcentaje de materia grasa en la estandarización de la leche, la alta humedad del queso en pieza y la alta temperatura del horno de deshidratación.

Objetivo general:

Resolver la problemática de aglomeración y exudación en queso tipo parmesano rallado de planta quesera.

Objetivos específicos:

- Determinar las propiedades físico-químicas de queso tipo parmesano en pieza y rallado.
- Determinar factores que afectan al exudado y aglomerado del queso tipo parmesano en pieza y rallado.

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Lugar de trabajo

Los ensayos del presente estudio se realizaron en una industria lechera de Los Ríos que procesa actualmente 500.000 litros de leche/día. Las muestras para análisis de porcentaje de grasa en manga de *batch* de deshidratación fueron enviadas al laboratorio SGS (*Société Générale de Surveillance*) (Puerto Varas), mientras que los análisis de porcentaje de grasa exudada en quesos fueron realizados en el ICYTAL (UACH, Valdivia).

2.2 Materias primas

- Queso tipo parmesano elaborado con y sin CPL y con su tiempo de maduración especificado (4,5 meses).
- Queso tipo parmesano en pieza de la competencia.
- Sachets de queso tipo parmesano rallado de la planta y de la competencia.

2.2.1 Equipos. Los equipos utilizados en la elaboración del queso tipo parmesano fueron los siguientes (ver Imagen 2):

- Ralladora Urschel
- Horno de deshidratado
- Envasadora Hayssen.

2.2.2 Metodología de análisis. Para la determinación de los resultados requeridos se desarrollaron los siguientes ensayos y cálculos.



Imagen 2. Equipos utilizados en los ensayos del trabajo: A) ralladora Urshel, B) *batch* de deshidratación y C) envasadora Hayssen

2.2.2.1 Determinación de la dureza en quesos. Según el *Codex Alimentarius* (2007) la norma general para la clasificación del queso según su dureza es el porcentaje de humedad sin materia grasa, calculándose de la siguiente forma:

$$\text{HSMG (\%)} = \frac{\text{H (\%)}}{100 - \text{MG (\%)}} \times 100$$

Siendo “HSMG” humedad sin materia grasa, “H” humedad y “MG” materia grasa.

El contenido de humedad en el queso determinará la consistencia de éste (*Codex Alimentarius*, 2007), como se indica en el Cuadro 2.

Los cálculos se obtuvieron con los resultados del análisis físico-químico de los quesos en pieza (Cuadro 8) y el resultado del HSMG (%) entregó la clasificación de los quesos de la planta y competencia (Cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificación de quesos según consistencia (dureza)

HSMG (%)	Denominación
< 51	Extraduro
49 – 56	Duro
54 – 69	Firme/Semiduro
> 67	Blando

Fuente: *Codex Alimentarius* (2007)

2.2.2.2 Determinación del porcentaje de grasa total en contenido de la manga de *batch* de deshidratación. El porcentaje de grasa total en el exudado se determinó mediante hidrólisis ácida (método I-CTS-LAB-202 Rev 03 basado en AOAC 920 39) en dos muestras del exudado del queso tipo parmesano rallado en la manga del *batch* de deshidratado. Brevemente, se exprimió la manga de dos hornos utilizando guantes de plástico y depositando el exudado de cada muestra en frascos de polipropileno de 60 mL.

2.2.2.3 Determinación del tamaño de las partículas de cuajada en la elaboración del queso tipo parmesano. Diecisiete muestras de la cuajada de tinas de elaboración de queso tipo parmesano se midieron a lo largo de éstas, mediante un pie de metro. Posteriormente se sacó un promedio y desviación estándar de las muestras.

2.2.2.4 Determinación del porcentaje de grasa exudada en queso. El porcentaje de grasa exudada en queso (trozos de 300g) se determinó en dos muestras de exudados de quesos sobre papel filtro y análisis de materia grasa mediante los gramos de grasa en 100 g del producto.

2.2.2.5 Determinación de exudado de queso en pieza elaborado con y sin CPL. Se analizaron dos muestras de queso en pieza, uno elaborado con CPL y otro sin CPL. A partir de quesos madurados de 17 kg se obtuvieron muestras representativas de 1 kg, las cuales se mantuvieron al ambiente sobre papel filtro para determinar el peso inicial. Luego de dos días en las mismas condiciones se pesó el papel filtro y se calculó la diferencia para determinar la exudación de cada uno de los quesos.

2.2.2.6 Determinación de aglomerado y exudado en queso rallado. El ensayo se realizó rallando 8 quesos tipo parmesano elaborados sin CPL y distribuidos en dos *batches*, uno deshidratando a 36°C y el otro a 50°C. El exudado se determinó por la diferencia del peso de la manga del *batch* antes y después de la deshidratación de los quesos rallados. La cantidad de aglomerado se determinó midiendo los pesos del tamizado retenido en arnero de acero inoxidable. El mismo procedimiento se realizó para quesos elaborados con CPL.

2.2.2.7 Determinación de las propiedades físico-químicas de queso tipo parmesano en pieza y rallado. Los porcentajes de humedad, de materia grasa y de proteínas en queso tipo parmesano, fueron determinados mediante análisis físico-químico utilizando un equipo FoodScan™ Lab. Los datos de 15 quesos en pieza con y sin CPL previamente elaborados en la planta fueron utilizados para el cálculo de valores promedio. Como control se utilizó una muestra de queso de otra planta procesadora de la región (denominada para este estudio “competencia”), la que en formato pieza presentaba mayor dureza y menor exudación, mientras que en formato rallado no presentaba aglomeración. Diferencias significativas fueron determinadas mediante un análisis estadístico de ANOVA simple con el programa Stat Graphics y considerando un valor de P: menor a 0,01 ($p < 0,01$) como altamente significativo, entre 0,01 y 0,05 ($0,01 < p < 0,05$) como significativo y mayor a 0,05 ($p > 0,05$) como no significativo. Cuando el valor P arrojó significancias, se realizó una prueba de rangos múltiples con Tukey HSD al 99% para así determinar las diferencias entre las muestras de queso y su significancia. Las diferencias significativas se indican con letras distintas.

Además, para una comparación más precisa de los quesos eliminando el factor humedad se realizó un cálculo de la relación de la materia grasa sobre el extracto seco (100 menos el porcentaje de humedad), es decir:

$$\frac{\text{MG (\%)}}{\text{Extracto seco (\%)}} = \frac{\text{MG (\%)}}{(100 - H) (\%)}$$

Siendo "MG" materia grasa y "H" humedad.

Esto indica el porcentaje de materia grasa que hay en la materia seca total.

El mismo cálculo se realizó para proteína (proteína/extracto seco) (%).

Para este cálculo se utilizaron los datos promedios de los quesos.

3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Resultado de la determinación de dureza en quesos de la planta y de la competencia

Los resultados del porcentaje de humedad sin materia grasa (HSMG (%)) se indican en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados de humedad (%) sin materia grasa en quesos tipo parmesano

%	Con CPL	Sin CPL	Competencia
HSMG	55	53	42

Se puede observar un mayor contenido de humedad en los quesos de la planta (55 y 53% para quesos con o sin la adición de CPL, respectivamente) en comparación con la competencia (42%). Así según la clasificación del *Codex Alimentarius* (2007) (Cuadro 2), el queso de la competencia cae en la categoría de extraduro, y el de la planta (con y sin CPL) en duro.

3.2 Resultado de la determinación de grasa total en contenido de la manga de *batches* de deshidratación de la planta

Las muestras del contenido de la manga del *batch* de deshidratación dieron como resultado valores de grasa similares: 87,1% para el *batch* n°1 y 87,3% para el *batch* n°2 (Cuadro 4; Anexo 2). Este resultado indica que la exudación no depende del *batch* utilizado. Por otra parte, da cuenta que la mayor parte de la exudación que está quedando en la manga durante la deshidratación del queso rallado corresponde a grasa. Esto podría deberse al alto contenido de materia grasa utilizado en la estandarización de la leche, esto es, 2,6%, siendo que la recomendación general es 1,8 % (MAGARIÑOS, 2016).

Cuadro 4. Porcentaje de grasa total en contenido de la manga de *batches* de deshidratación de la planta

Batch	Materia grasa (%)
1	87,1
2	87,3

3.3 Resultado de la determinación del tamaño de las partículas de cuajada en la elaboración del queso tipo parmesano de la planta quesera

Los granos representativos de cuajada de queso tipo parmesano de la planta se observan en la Imagen 3. El tamaño promedio de las partículas fue de $6,30 \pm 1,9$ mm, pero con rango muy variable (2,54 - 8,99; ver Anexo 12), indicando gran diferencia en el tamaño de los granos. Este tamaño depende de la velocidad y los tiempos de corte de la cuajada que realizan las cuchillas de la cuba. Dado que la cuba utilizada en la planta es antigua, las partículas están quedando muy grandes e irregulares, como se observa en la Imagen 3, reteniendo así mucho suero y generando un queso con alta humedad. Otro factor que considerar es la temperatura de calentamiento pues si durante la coagulación la cuajada se enfría, los granos resultarán de tamaño irregular, y en el caso de los de mayor tamaño, provocan un aumento de humedad (en granos más pequeños es más fácil la eliminación de agua), además de pérdida de caseína en el suero, según lo que señalan AMARO y DÍAZ (2002). Esto podría explicar en parte la mayor humedad (%) observada en las muestras de la planta, lo que concuerda con lo señalado por AMARO y DÍAZ (2002) y MAGARIÑOS (2016).



Imagen 3. Granos representativos de cuajada de queso tipo parmesano

3.4 Resultado de la determinación de exudado de queso en pieza de la planta quesera

El exudado de los quesos en pieza de la planta fue 1 g para el queso con CPL y 0,65 g para queso sin CPL (Cuadro 5). Esta diferencia puede deberse a que el CPL absorbe agua, así, la adición de CPL podría aumentar el contenido de humedad y por ende aumentar el exudado (GRUPO INDUSTRIAL AISA, S.A, 2000).

Cuadro 5. Exudado (g) de queso en pieza de la planta con y sin CPL

Con CPL (g/1000g)	Sin CPL (g/1000g)
1,00	0,65

3.5 Resultado de la determinación del porcentaje de grasa del exudado en queso de planta quesera y competencia

El análisis del porcentaje de grasa del exudado del queso obtuvo un valor de 0,17% para el queso de la planta y 0,53% para el queso de la competencia (Cuadro 6; Anexo

19). Esto indica que el principal componente del exudado del queso en pieza no es grasa sino otro componente, por ejemplo suero, el cual se presenta por falta de prensado y/o por una irregularidad en el tamaño de los granos de la cuajada, como se señaló anteriormente.

Cuadro 6. Porcentaje de grasa exudada en queso de planta y competencia

Queso	Grasa (g/100g queso)
Planta	0,17
Competencia	0,53

3.6 Resultado de la determinación de aglomerado y exudado en queso rallado con y sin CPL y deshidratado a 36°C y 50°C

La problemática de aglomeración y exudación en queso rallado pueden apreciarse en la Imagen 4 y Cuadro 7.

Los resultados muestran que aquellos quesos con adición de CPL (4A y B; Cuadro 7) tienen un mayor grado de aglomeración respecto de aquellos que no lo utilizan en su elaboración (C y D). Además, estos quesos generan una mayor cantidad de exudado (Cuadro 7). Por otro lado, también se observa un efecto para la temperatura de deshidratación utilizada. Aquellos quesos deshidratados a mayor temperatura (50°C) muestra mayor aglomeración y mayor exudado (4A y C; Cuadro 7) respecto de aquellos deshidratados a 36°C (4B y D). En condiciones de alta temperatura la deshidratación ocurre por sobre el punto de fusión de la materia grasa láctea, generando la fundición del queso (REINHEIMER y ZALAZAR, 2006). En la materia grasa láctea, el punto de fusión, que depende del tipo de ácido graso, se encuentra entre 22 y 36°C (ALAIS, 2003; GIMENEZ, 2009).

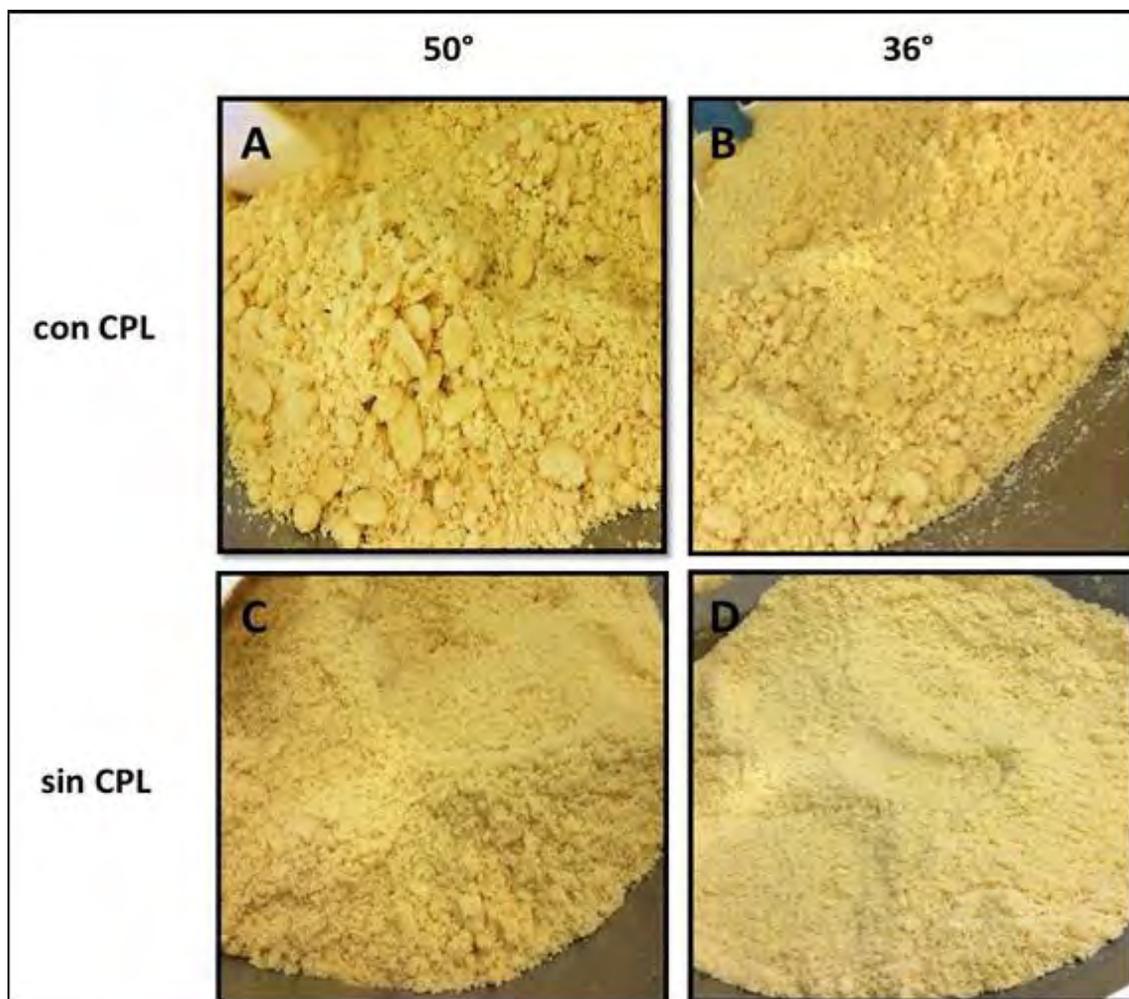


Imagen 4. Imágenes comparativas de queso tipo parmesano rallado con (A) y sin (C) adición de CPL y deshidratado a 50°C, y con (B) y sin (D) CPL deshidratado a 36°C

Cuadro 7. Cantidad de exudado y aglomerado a partir de quesos rallados deshidratados a dos temperaturas

	Deshidratación a 36°C		Deshidratación a 50°C	
	Exudado (kg/68kg de queso)	Agglomerado (kg/68kg de queso)	Exudado (kg/68kg de queso)	Agglomerado (kg/68kg de queso)
Con CPL	0,36	7,86	0,52	13,30
Sin CPL	0,18	0,62	0,26	1,48

En la Imagen 5 se puede apreciar (como indican las flechas) la exudación de la manga del *batch* producto de la deshidratación del queso tipo parmesano elaborado con CPL y deshidratado a 50°C.



Imagen 5. *Batch* de deshidratación exudado

Por lo tanto, la mejor condición, es decir, el queso que presenta menor aglomeración y exudación es el queso elaborado sin CPL y deshidratado a una temperatura en el *batch* de deshidratación de 36°C, mientras que la peor condición corresponde al queso elaborado con CPL y deshidratado a 50°C.

3.7 Resultado de la determinación de las propiedades físico-químicas de queso tipo parmesano en pieza y competencia

En primer lugar se comenzó analizando parámetros físico-químicos del queso en pieza que dio origen al queso rallado (Anexo 1). El resultado de éste se indica en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Resultado del análisis físico-químico de quesos tipo parmesano en pieza

	Planta con CPL	Planta sin CPL	Competencia
Humedad (%)	41,8 ± 1,21 ^a	40,8 ± 1,04 ^a	31,5 ^b
Materia grasa (%)	23,6 ± 1,01 ^b	22,8 ± 0,84 ^b	25,0 ^a
Proteína (%)	29,3 ± 1,12 ^b	29,1 ± 1,34 ^b	38,4 ^a

CPL: Concentrado de Proteína Láctea.

El análisis estadístico para humedad (%) (Anexo 3) arrojó un valor de P menor a 0,01 ($p < 0,01$), lo que indica que se presentan diferencias altamente significativas para este parámetro en queso en pieza. Según la prueba de rangos múltiples (Anexo 4) existe un 99% de confianza para establecer que el queso elaborado en la planta tiene una mayor humedad (%) que el de la competencia (41,8 y 40,8 versus 31,5, respectivamente). Por otra parte, el análisis demostró que la adición de CPL no tuvo efecto sobre la humedad (%). La representación gráfica de este resultado se muestra en el Anexo 5.

El *Parmigiano Reggiano* corresponde a un queso de pasta dura y larga maduración que debiera contener entre 30 y 32 % de humedad (*CONSORZIO DEL FORMAGGIO PARMIGGIANO REGGIANO*, 2017) para que las partículas del rallado resistan la aglomeración y exudación (TRECKER y MONCKTON, 2000). Mientras que el queso de la competencia muestra un porcentaje de humedad acorde a un parmesano, el queso de la planta en formato pieza tiene un nivel muy elevado que podría ser resultado de un prensado insuficiente.

Respecto de la materia grasa (%), se encontraron diferencias altamente significativas (Anexo 6) observándose un mayor porcentaje en el queso de la competencia (25,0%) en comparación con las muestras de la planta quesera con o sin adición de CPL (23,6 y 22,8, respectivamente; Cuadro 8). La representación gráfica de este resultado se muestra en el Anexo 8.

Para determinar el contenido de grasa en los quesos sin el contenido de humedad se realizó el cálculo de la relación del porcentaje de materia grasa sobre el extracto seco, resultados que se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Relación porcentaje de materia grasa sobre el extracto seco

	Con CPL	Sin CPL	Competencia
MG (%) / extracto seco (%)	0,41 ± 0,01 ^a	0,39 ± 0,01 ^b	0,36 ^c

El análisis estadístico, arrojó que los valores de materia grasa contenida en los quesos poseen diferencias altamente significativas (Anexo 9), siendo mayor en el queso de la planta elaborado con CPL y menor para el queso de la competencia. Este resultado muestra una respuesta inversa al ser comparado con aquellos valores que consideran la humedad (Cuadro 8). La representación gráfica de estos resultados se muestra en el Anexo 11.

En cuanto a la proteína (%) el análisis arrojó un mayor porcentaje para el queso elaborado por la competencia (38,4%) en relación con las muestras de la planta quesera con o sin adición de CPL (29,3% y 29,1% respectivamente; ver Cuadro 8; Anexos 12, 13 y 14).

Se desconoce si durante la elaboración del queso de la competencia se utiliza algún tipo de concentrado de proteína o si otros factores como el formato del queso (menor peso, forma redonda), fuerza de prensado, tiempo de oreo, tipo de envase, etc., pueden estar influyendo en las características del queso.

También se realizó el cálculo de la relación de proteína sobre el extracto seco para obtener resultados más precisos en cuanto al contenido de proteínas que presentan los quesos eliminando el factor humedad (Cuadro 10).

Cuadro 10. Relación porcentaje de proteína sobre el extracto seco

	Con CPL	Sin CPL	Competencia
Proteína (%) / extracto seco (%)	0,50 ± 0,02 ^b	0,49 ± 0,02 ^b	0,56 ^a

Los resultados del análisis estadístico arrojaron diferencias altamente significativas (Anexo 15) entre los quesos de la planta con y sin CPL (0,50 y 0,49 respectivamente) y el queso de la competencia (0,56), siendo este último el que posee un mayor contenido de proteínas. Esto implica la probable presencia de algún concentrado de proteína en la elaboración del queso de la competencia o mayor concentración de proteína y de materia prima al principio del proceso de elaboración. No obstante, al tener una humedad menor, este queso presenta muy poca exudación. Ver representación gráfica en Anexo 17.

3.8 Resultado de la determinación de las propiedades físico-químicas de queso tipo parmesano rallado de la planta y de la competencia

El Cuadro 11 muestra los parámetros de humedad, y contenido de materia grasa y proteína en quesos rallados de la planta (deshidratados a dos temperaturas, 36 y 50°C) y la competencia. A pesar que no se pudo realizar este análisis con repeticiones ya que no se disponía de los materiales y tiempos requeridos para este caso, preliminarmente se observan diferencias en los valores absolutos de estos parámetros. Los quesos con adición de CPL muestran mayor humedad (%) que aquellos sin CPL y éstos a su vez mayor humedad que el queso de la competencia, mientras que la temperatura de deshidratación no tendría un efecto significativo (Cuadro 11). Esto indica que probablemente el concentrado de proteínas utilizado pueda estar influyendo en el deshidratado del queso.

Cuadro 11. Resultado del análisis físico-químico de queso rallado

%	Planta				Competencia
	Con CPL a 50°C	Con CPL a 36°C	Sin CPL a 50°C	Sin CPL a 36°C	
Humedad	18,3	20,0	14,8	14,9	9,5
Materia grasa	32,5	31,8	35,4	35,5	30,7
Proteína	38,1	38,8	30,9	30,8	41,0

Por otra parte, si se comparan los resultados del queso rallado con los obtenidos para el queso en pieza (Cuadro 11 versus Cuadro 8) se observa una diferencia interesante y es que, los quesos en pieza de la planta (con y sin CPL) no presentaban diferencias significativas de humedad mientras que al ser rallados y deshidratados por el mismo

periodo de tiempo (20 minutos en el *batch*) se presentan diferencias de humedad entre el queso con CPL y el queso sin CPL, lo que podría ser la causa de la problemática de exudación y aglomeración descrita para el queso de la planta.

Para el caso de materia grasa (%) y proteína (%) en los quesos rallados de la planta (deshidratados a dos temperaturas) y de la competencia no se presentan grandes diferencias en sus propiedades físico-químicas, y son relativamente similares respecto al análisis de los quesos en formato pieza (Cuadro 8).

Como se mencionó, estos resultados pudiesen ser más concluyentes si el ensayo tuviese más repeticiones, ya que en ese caso se podría hacer un análisis estadístico y determinar si se presentan diferencias significativas entre los resultados obtenidos en los quesos rallados. Sin embargo, dado las diferencias en valor absoluto es factible que los resultados sean similares y mantengan un patrón respecto a lo descrito en el Cuadro 11.

4. CONCLUSIONES

En este estudio se determinó que las principales problemáticas de aglomeración y exudación en queso tipo parmesano se presentan por:

- El alto porcentaje de materia grasa utilizado en la estandarización de la leche.
- La alta humedad del queso en formato pieza de 17 kg.
- La temperatura por sobre el punto de fusión de la materia grasa en el *batch* de deshidratación.

Por lo tanto, se resuelve el problema de aglomeración y exudación en el queso, y para su obtención se debe elaborar con: menos materia grasa en la estandarización, utilizar como máximo una humedad de 32% en el queso en pieza, esto a través de los tiempos y velocidades de las cuchillas de corte y aumentando el prensado utilizado, y finalmente, deshidratar el queso a una temperatura máxima de 36°C en el *batch*.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ALAIS, C. 2003. Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera. Cuarta edición. Editorial Reverté S.A. Barcelona, España. 873 p.
- AMARO, R. y DÍAZ, G. 2002. Manual de Referencia nivel I y II: Taller para Productores del Estado de Morelos sobre La Elaboración de Quesos y Subproductos Lácteos. Morelos, México. 32 p.
- ARANCETA, J. y SERRA, L. 2005. Leche, lácteos y salud. Editorial Panamericana S.A. España. 144 p.
- ARTICA, L. 2014. Manual de Productos Lácteos Industriales. Editorial TEIA. Huancayo, Perú. 149 p.
- CAMPOS, J. 2016. Lipasas: Enzimas para Incrementar Aroma y Sabor en Crema y Quesos. Clerici Sacco Group. Jalisco, México. 2 p.
- CHILE, MINISTERIO DE SALUD. 2017. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Santiago, Chile. 181 p.
- CODEX ALIMENTARIUS. 2007. Norma General del Codex para el Queso. Codex Stan 283 – 1978. 5 p.
- CONSORZIO DEL FORMAGGIO PARMIGGIANO REGGIANO. 2017. <http://www.parmigiano-reggiano.it>.
- FOX, P., GUINEE, T., COGAN, T. y MCSWEENEY, P. 2016. Fundamentals of Cheese Science. Second Edition. Springer Editorial. Cork, Ireland. 789 p.
- GONZÁLEZ, M. 2002. Tecnología para la Elaboración de Queso Blanco, Amarillo y Yogurt. Soná, Veraguas, República de Panamá. 16 p.
- GONZÁLEZ, M. 2011. Innovación y Tecnología en la Ganadería Doble Propósito: Aplicaciones de la Tecnología de Ultrafiltración en la Elaboración Industrial del Queso. Capítulo XCIII. 12 p.

- GIL, A. 2010. Tratado de Nutrición. Tomo II: Composición y Calidad nutritiva de los Alimentos. Segunda edición. Editorial panamericana. España. 785 p.
- GIMENEZ, J. 2009. Leche y Productos Lácteos. Santa fe, Argentina. 2 p.
- GUTIÉRREZ, H. 2013. Artículos técnicos: Obtención de Derivados Lácteos por Ultrafiltración. 4 p.
- GRUPO INDUSTRIAL AISA, S.A De C.V. 2000. MPC - Concentrado de Proteína de Leche. <http://www.oocities.org/grupoindustrialaisa/mpc.html>.
- ISIQUE, J. 2014. Elaboración de Quesos. Editorial Macro. Lima, Perú. 104 p.
- KUNRATH, F. 2010. A Influência do Aroma e do Corante na Reologia do Recheio artificial de Morango na Indústria de Chocolates. Porto Alegre, Brasil. 47 p.
- MAGARIÑOS, H. 2016. Manual del Maestro Quesero. Santiago, Chile. 168 p.
- OCAMPO, R., RÍOS, L., BETANCUR, L. y OCAMPO, D. 2008. Curso Práctico de Química Orgánica enfocado a la Biología y los Alimentos. Editorial Universidad de Caldas. Colombia. 182 p.
- OSORIO, F., TORRES, J. y SÁNCHEZ, M. 2010. Tratamiento de Aguas para la Eliminación de Microorganismos y Agentes Contaminantes: Aplicación de Procesos Industriales a la Reutilización de Aguas Residuales. Editorial Díaz de Santos. Madrid. 203 p.
- PARDO, M. y ALAMANZA, F. 2005. Guía de Procesos para la Elaboración de Productos Lácteos. Bogotá. 43 p.
- POMÉON, T. 2007. El queso Cotija, México: Un producto con Marca Colectiva Queso "Cotija Región de Origen", en Proceso de Adquisición de una Denominación de Origen. CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo. México. 63 p.
- RAMÍREZ, C. y VÉLEZ, J. 2012. Quesos Frescos: Propiedades, Métodos de Determinación y Factores que Afectan su Calidad. Temas selectos de Ingeniería en Alimentos 6 – 2: 131 – 148. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental. Universidad de las Américas, Puebla, México. 18 p.
- REINHEIMER, J. y ZALAZAR, C. 2006. Avances en Microbiología, Bioquímica y Tecnología de Quesos. Editorial UNL. Santa Fe, Argentina. 336 p.

- REQUENA, F., AGÜERA, E y REQUENA, F. 2007. Genética de la Caseína de la Leche en el Bovino Frisón (Milk of casein of genetic in the Frison bovine). Redvet: Revista Electrónica de Veterinaria. Vol. VIII, Nº 1. 9p.
- ROMERO, R. y MESTRES, J. 2004. Productos Lácteos: Tecnología. Editorial UPC (Universidad Politecnica de Catalunya). 228 p.
- ROSADO, P. y ROSADO, J. 2013. Tratamientos Previos de la Leche. INAE0209. Editorial IC. 320 p.
- TETRA PAK. 2017. Dairy processing handbook 480 p. <http://www.tetrapak.com>.
- TRECKER, G. y MONCKTON, S. 2000. Method for Manufacture of Grated Hard Cheese 5 p.
- VIDES, A. 2010. Quesos Frescos: Tema nº2, Elaboración de Quesos Frescos. 15 p.

ANEXOS

Anexo 1. Cálculo en Excel del promedio y la desviación estándar en 15 quesos en pieza elaborados con y sin CPL.

	CON CPL			SIN CPL		
Muestra	H (%)	MG (%)	P (%)	H (%)	MG (%)	P (%)
1	42.2	22.6	31.2	40.8	23.2	25.4
2	40.8	24.2	29.2	40.7	24.3	28.7
3	41.9	23.3	28.6	41.8	23.8	28.9
4	43.9	22.1	32.0	40.1	22.7	29.3
5	42.8	22.8	29.1	41.5	22.9	27.9
6	42.2	23.5	28.8	39.4	23	29.5
7	42.6	23.5	28.9	42.1	21.4	29.9
8	41.2	24.9	28.5	40.3	22.9	28.3
9	41.3	24.1	28.2	40.5	23.4	27.7
10	42.7	22.9	29.4	41.6	21.8	29.4
11	42.8	22.9	28.2	40.9	22.8	29.8
12	39.9	24.4	28	42.9	21.4	30
13	39.2	26.1	30.3	41	22.10	30
14	41.7	23.2	29.5	39.3	23.5	30.5
15	42.4	23.4	29.1	39.5	22.6	30.6
X	41.84	23.59	29.27	40.83	22.79	29.06
DE	1.21	1.01	1.12	1.04	0.84	1.34

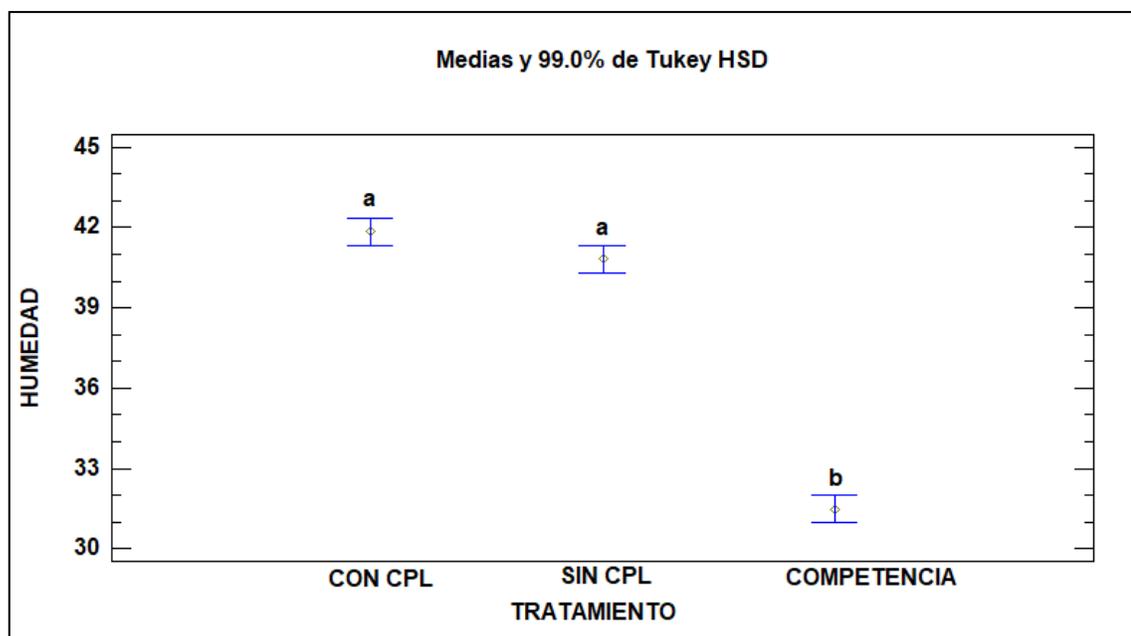
X: promedio; DE: desviación estándar

Anexo 3. Tabla ANOVA para humedad (%) por tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	974.646	2	487.323	576.14	0.0000
Intra grupos	35.5253	42	0.845841		
Total (Corr.)	1010.17	44			

Anexo 4. Prueba de rangos múltiples para el porcentaje de humedad (%) de queso en pieza.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos homogéneos
Con CPL	15	41,8	a
Sin CPL	15	40,8	a
Competencia	15	31,5	b

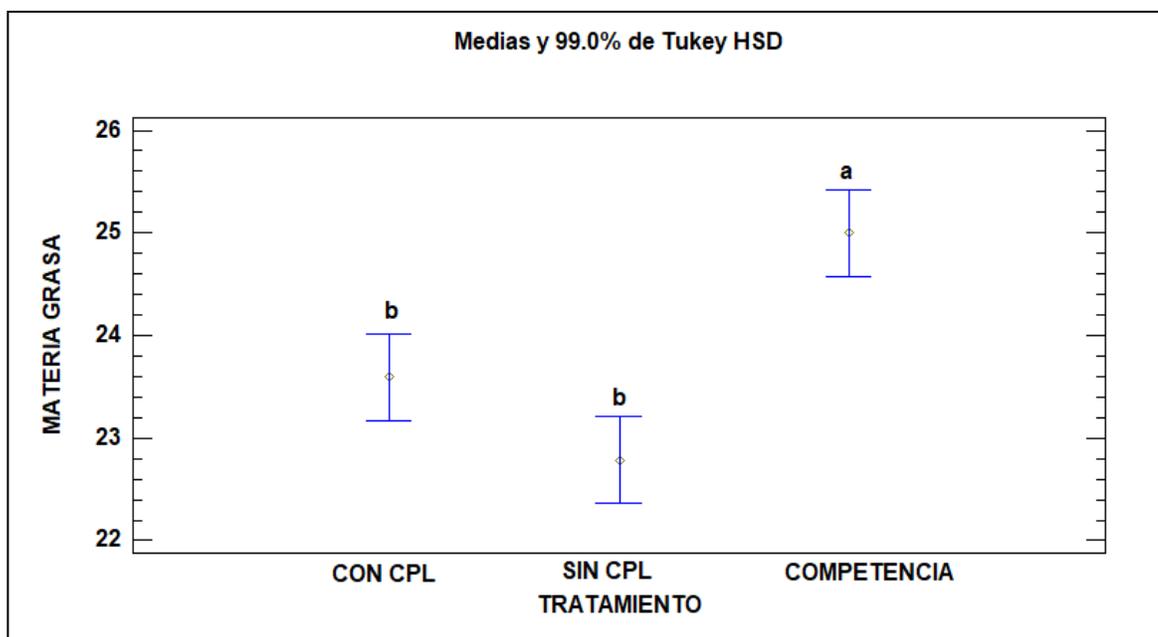
Anexo 5. Gráfico de medias para humedad (%) con HSD 99%.

Anexo 6. Tabla ANOVA para materia grasa (%) por tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	37.6413	2	18.8207	32.74	0.0000
Intra grupos	24.1467	42	0.574921		
Total (Corr.)	61.788	44			

Anexo 7. Prueba de rangos múltiples para el porcentaje de materia grasa (%) de queso en pieza.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Con CPL	15	23,60	b
Sin CPL	15	22,79	b
Competencia	15	25,0	a

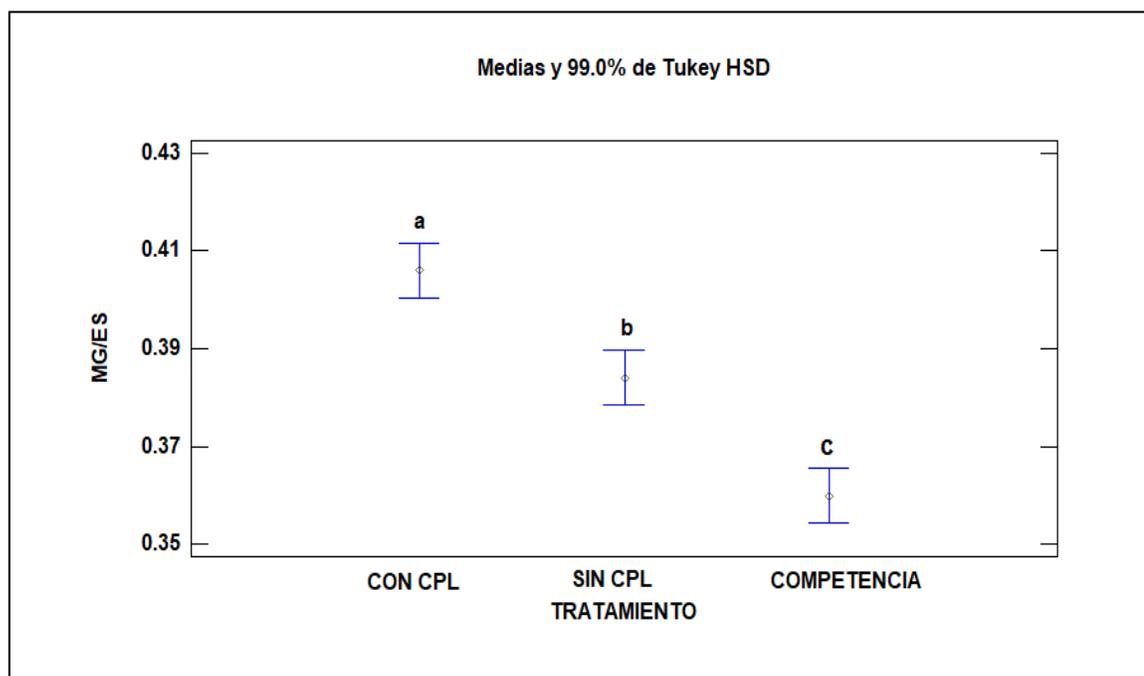
Anexo 8. Gráfico de medias para materia grasa (%) con HSD 99%.

Anexo 9. Tabla ANOVA para materia grasa (%) / extracto seco (%) por tratamiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.01588	2	0.00794	80.94	0.0000
Intra grupos	0.00412	42	0.0000980952		
Total (Corr.)	0.02	44			

Anexo 10. Prueba de rangos múltiples para materia grasa (%) / extracto seco (%) de queso en pieza.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Con CPL	15	0,41	a
Sin CPL	15	0,38	b
Competencia	15	0,36	c

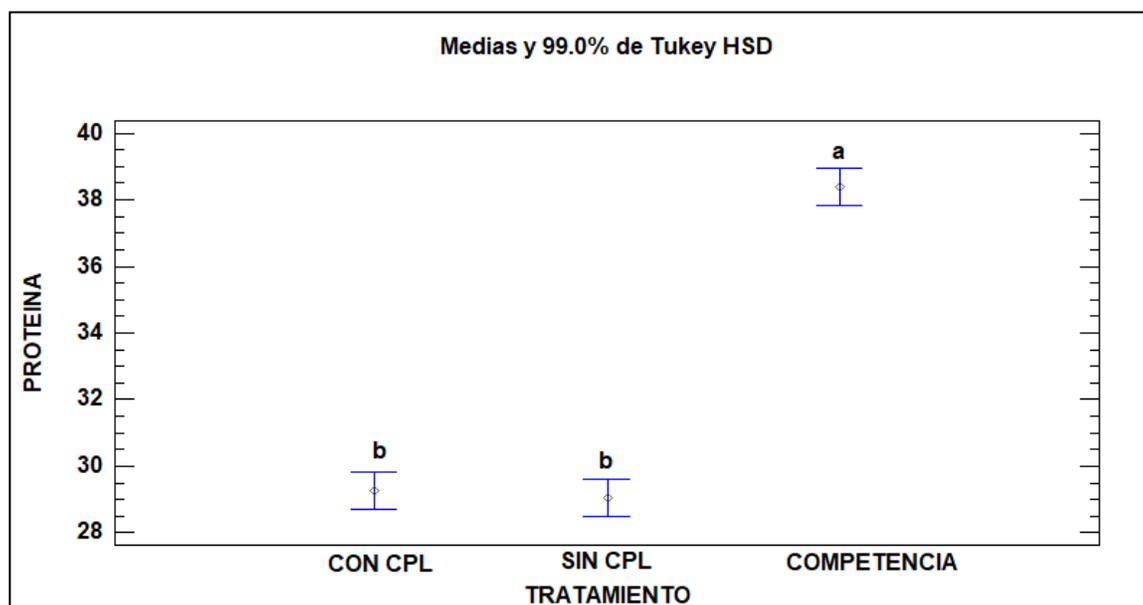
Anexo 11. Gráfico de medias para materia grasa (%) / extracto seco (%) con HSD 99%.

Anexo 12. Tabla ANOVA para proteína / extracto seco por tratamiento.

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	853.48	2	426.74	418.48	0.0000
Intra grupos	42.8293	42	1.01975		
Total (Corr.)	896.31	44			

Anexo 13. Prueba de rangos múltiples para el porcentaje de proteína (%) de queso de pieza.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Con CPL	15	29,3	b
Sin CPL	15	29,1	b
Competencia	15	38,4	a

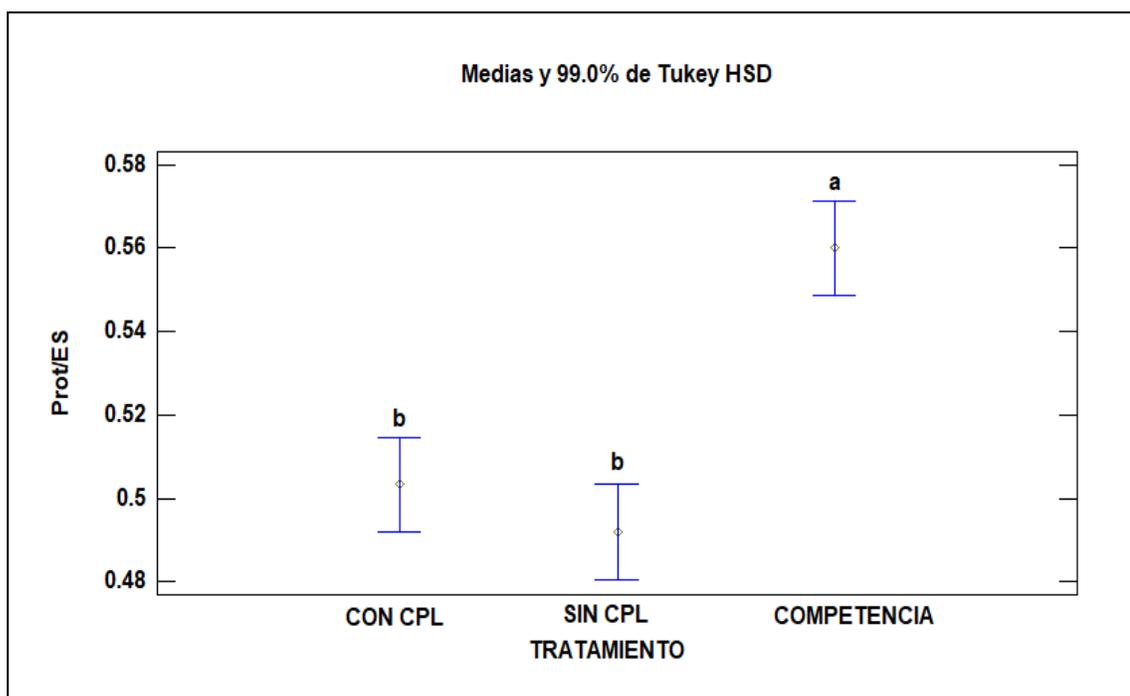
Anexo 14. Gráfico de medias para proteína (%) con HSD 99%.

Anexo 15. Tabla ANOVA para proteína (%) / extracto seco (%) por tratamiento.

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.0398178	2	0.0199089	49.26	0.0000
Intra grupos	0.0169733	42	0.000404127		
Total (Corr.)	0.0567911	44			

Anexo 16. Prueba de rangos múltiples para proteína (%) / extracto seco (%) de queso en pieza.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Con CPL	15	0,50	b
Sin CPL	15	0,49	b
Competencia	15	0,56	a

Anexo 17. Gráfico de medias para proteína (%) / extracto seco (%) con HSD 99%.

Anexo 18. Resultado medición granos de cuajada de queso tipo parmesano.

Muestra	Tamaño de grano (mm)
1	8,15
2	8,07
3	5,09
4	8,71
5	8,85
6	6,74
7	5,72
8	5,66
9	6,10
10	5,03
11	8,99
12	5,02
13	7,56
14	6,73
15	4,29
16	2,54
17	3,82
X ± DS	6,3 ± 1,9

X: promedio; DE: desviación estándar

Anexo 19. Resultado de la determinación del porcentaje de grasa exudada en queso de planta quesera y competencia.

	Universidad Austral de Chile		
	Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos		
	Laboratorio de Análisis Instrumental		
RESULTADO ANÁLISIS			<i>Análisis Número</i> <input type="text" value="520"/>
<i>EMPRESA</i>	<input type="text" value="Prolesur S.A."/>		
<i>DIRECCIÓN</i>	<input type="text" value="Quinchilca s/n"/>	<i>Comuna</i>	<input type="text" value="Los Lagos"/>
<i>CIUDAD</i>	<input type="text" value="Los Lagos"/> <i>Región</i>	<input type="text" value="XIV"/> <i>Rut</i>	<input type="text" value="92.347.000-K"/>
<i>DESCRIPCIÓN ANÁLISIS</i>	<input type="text" value="Grasa exudada"/>		
<i>TIPO DE MUESTRA</i>	<input type="text" value="Producto lácteos"/>		
<i>REFERENCIA</i>	<input type="text" value="Sandra Jofre"/>	<i>e-mail</i>	<input type="text" value="Sandra.jofre@fonterra.com"/>
<i>FECHA INFORME</i>	<input type="text" value="31 de enero de 2017"/>		

	Grasa (g/100g producto)
Queso 1	0,53
Queso 2	0,17

OBSERVACIONES:
 El laboratorio no se responsabiliza por la toma de muestras.
 El resultado es válido sólo para la(s) muestra(s) proporcionada(s) por el cliente.

Los resultados corresponden exclusivamente a los ensayos solicitados por el cliente



Dr. Octel Muñoz F

LABORATORIO DE ANALISIS INSTRUMENTAL- ICYTAL-UACH Casilla 47 - Dirección: Campus Isla Teja - Valdivia - Chile
 Fono. 56-63-221253 - Fax: 56-63-221355 - e-mail: octelmunoz@uach.cl

Anexo 20. Inyector de CPL para estandarización de proteína.

