

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
MAGISTER EN CIENCIAS Y TECNOLOGIA DE LA LECHE



FACTIBILIDAD DE PRODUCCIÓN Y ESTUDIO DE  
RENDIMIENTO DE QUESO CHANCO CON  
INCORPORACIÓN DE SUERO EN POLVO.

Tesis presentada como parte de los  
requisitos para optar al grado de  
Magíster en Ciencias y Tecnología  
de la Leche

CLAUDIO RAFAEL ANGULO MUÑOZ

VALDIVIA - CHILE  
2005

**PROFESOR**

**PATROCINANTE:**

Carmen Brito Contreras  
Ingeniero en Alimentos, M. Sc. Food Science  
Instituto de Ciencia y Tecnología de los  
Alimentos

**PROFESORES**

**EVALUADORES:**

Irma Molina Vega  
Prof. de Matemática y Física, Master en  
Estadística  
Instituto de Estadística

Manuel Pinto Covarrubias  
Prof. de Química de la Leche, M. Sc. Food Science  
Instituto de Ciencia y Tecnología de los  
Alimentos

Valdivia, Abril de 2005

## **DECLARACION**

Yo, Claudio Rafael Angulo Muñoz, declaro que soy autor del presente trabajo, que lo he realizado en su integridad y no lo he publicado para obtener otros Grados o Títulos o en Revistas especializadas.

**ÍNDICE DE MATERIAS**

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	Generalidades sobre el lactosuero	4
2.2	Características fisicoquímicas del suero	5
2.3	Producción de suero	9
2.4	Utilización industrial del suero	11
2.5	Importancia de las proteínas séricas en la producción de alimentos	13
2.5.1	Características tecnofuncionales de las proteínas del suero	14
2.5.2	Características nutricionales de las proteínas del suero	16
2.6	Efectos de los tratamientos térmicos sobre las proteínas séricas	17
2.7	Efectos de las proteínas del suero en el queso	19
2.7.1	Importancia de las proteínas del suero en el rendimiento quesero	19
2.7.2	Proteínas séricas y su influencia sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del queso	23
2.8	Situación de la industria quesera en Chile	25
2.9	Queso Chanco, características y atributos	27
2.9.1	Perfil fisicoquímico y sensorial del queso Chanco	29

3	MATERIAL Y MÉTODO	31
3.1	Materias Primas	31
3.2	Materiales y equipos de planta	31
3.3	Metodología de trabajo	31
3.3.1	Tratamientos	32
3.4	Métodos de análisis	33
3.4.1	Leche	33
3.4.2	Suero en Polvo	33
3.4.3	Leche en Tina	33
3.4.4	Proceso de elaboración	34
3.4.5	Queso a las 24 hrs	34
3.4.6	Queso al inicio y término de la maduración	35
3.4.7	Rendimiento al inicio y término de la maduración	35
3.4.8	Análisis sensorial del producto terminado	36
3.4.9	Análisis estadístico	36
3.5	Financiamiento	37
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	38
4.1	Estudio de la fermentación durante la producción de queso Chanco	38
4.1.1	Características relevantes de la leche utilizada en la producción del queso Chanco	38
4.1.2	Comportamiento de la fermentación durante el proceso de elaboración	43
4.1.3	Evolución del pH durante el procesamiento y maduración del queso Chanco	48
4.2	Proceso de concentración de la cuajada	55
4.2.1	Coagulación y tratamiento de la cuajada	56
4.3	Rendimiento del queso Chanco	62

4.3.1	Rendimiento práctico del queso Chanco	63
4.3.2	Comparación entre rendimiento práctico y teórico del queso Chanco	68
4.3.3	Composición fisicoquímica del queso Chanco y su influencia en el rendimiento	71
4.3.3.1	Humedad en base total y en queso desgrasado (Hum/QDG)	71
4.3.3.2	Materia Grasa en base total y en base seca (MG/BS)	76
4.3.3.3	Proteína total	79
4.3.3.4	Cenizas	82
4.3.3.5	Cloruros	84
4.4	Análisis sensorial del queso Chanco madurado	86
4.4.1	Color	87
4.4.2	Presencia de ojos	89
4.4.3	Gusto	90
4.4.4	Firmeza	94
4.4.5	Cohesividad	95
4.4.6	Adhesividad	97
4.4.7	Apreciación General	98
5	CONCLUSIONES	99
6	RESUMEN	102
	SUMMARY	103
7	BIBLIOGRAFÍA	104
	ANEXOS	117

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición química del suero dulce	6
2	Composición de las proteínas del suero	8
3	pH y contenido de calcio en varios tipos de suero	9
4	Características fisicoquímicas del queso Chanco	30
5	Materia grasa, sólidos no grasos y su relación, obtenidos en la mezcla leche-suero de los diferentes tratamientos	39
6	Características fisicoquímicas de la materia prima usada en los tratamientos	41
7	Evolución de la acidez de la leche y suero, en el proceso de elaboración	45
8	Variación del pH durante el proceso de elaboración y maduración del queso Chanco en estudio	49
9	Comportamiento durante la elaboración del queso Chanco con suero, en las etapas de coagulación y tratamiento de la cuajada	58
10	Rendimiento práctico del queso Chanco	63
11	Comparación entre rendimiento práctico y teórico del queso Chanco	70
12	Parámetros composicionales del queso Chanco	73
13	Proteína total del suero desprendido durante el proceso (%)	81
14	Evaluación sensorial del queso Chanco madurado	87

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura		Página
1	Producción de suero en polvo en Chile	10
2	Producción de queso en Chile	27
3	Evolución del pH durante el proceso de producción del queso Chanco en estudio	49
4	Rendimiento práctico y teórico del queso Chanco al inicio y término de la maduración	70



**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo		Página
1	Protocolo de elaboración de queso Chanco modificado para incorporación de suero en polvo	118
2	Relación MG/SNG obtenida en la mezcla leche-suero. Análisis estadísticos	119
3	Prueba de T-Student para comparación entre la Materia grasa teórica y obtenida en tina	120
4	Valores de los parámetros físicos y químicos de la leche estandarizada en materia grasa	121
5	Resumen de resultados de los análisis estadísticos aplicados a la composición de la leche en tina	122
6	Valores de los parámetros físicos y químicos de la mezcla leche-suero (leche en tina)	123
7	Resumen de resultados de los análisis estadísticos aplicados a la mezcla leche-suero	124
8	Resultados de las características de algunas etapas de la elaboración	125
9	Resumen de los resultados de análisis estadísticos aplicados al proceso de elaboración	127
10	Contenido de proteína y lactosa en el suero del 1° y 2° desuere	129
11	Resumen de resultados de los análisis estadísticos aplicados al contenido de proteína y lactosa en el suero del 1° y 2° desuere	130
12	Características fisicoquímicas del queso Chanco (0 días de maduración)	131

13	Resumen de resultados de los análisis estadísticos aplicados a las características físicas y químicas del queso Chanco (0 días de maduración)	132
14	Características físicas y químicas del queso Chanco (28 días de maduración)	133
15	Resumen de resultados de los análisis estadísticos aplicados a las características físico-químicas del queso Chanco (28 días de maduración)	134
16	Resultados del rendimiento práctico y teórico del queso Chanco	135
17	Resumen de resultados de los análisis estadísticos aplicados a los rendimientos del queso Chanco	136
18	Pauta de evaluación de queso Chanco	137
19	Cartilla de evaluación de queso Chanco	142
20	Resultados de la evaluación sensorial aplicada al queso Chanco madurado	145
21	Resultados del Test de Concordancia de Kendall aplicado a los atributos sensoriales del queso Chanco madurado	146
22	Color	147
23	Presencia de ojos	148
24	Gusto	149
25	Firmeza	150
26	Cohesividad	151
27	Adhesividad	152
28	Apreciación general	153

## 1 INTRODUCCIÓN

En términos generales, la elaboración de queso es un proceso de concentración y separación donde los componentes de la leche que están presentes en la dispersión coloidal, son retenidos en el producto, mientras que los componentes solubles son separados a través del suero.

Debido al alto valor biológico de sus proteínas, actualmente el suero de queso es utilizado en el procesamiento de diversos productos alimenticios, por ello ha dejado de ser considerado un subproducto de la fabricación de queso y está siendo objeto de muchos estudios. Sin embargo, en nuestro país no se aprovecha convenientemente, eliminándose muchas veces como desecho.

El queso Chanco de campo es la variedad de queso madurado típico chileno, que más se produce a nivel industrial, es de consistencia semidura a semiblanda, con pequeñas aberturas en el interior, de corteza firme y seca y es muy similar al Maribo danés.

La incorporación de la proteína sérica al queso, es un objetivo que se ha tratado de alcanzar desde hace algunos años, debido a que ésta aumenta el valor nutritivo del producto y mejora el rendimiento; sin embargo, se ha demostrado que los aspectos sensoriales se ven seriamente afectados por las particulares propiedades funcionales de estas proteínas.

Según la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), el año recién pasado se produjeron más de diecisiete mil toneladas de suero en polvo en Chile, incrementándose sostenidamente desde 1996 hasta 2001, con una leve baja en 2002 y 2003.

De acuerdo a las características del queso Chanco se realizó el estudio correspondiente a la elaboración de este tipo de queso, incorporando proteína sérica a través de suero en polvo a la leche estandarizada, planteándose la siguiente hipótesis:

“Con la adición de suero dulce en polvo a la leche destinada a la elaboración de queso Chanco, se aumentará el rendimiento sin alterar de manera significativa las características sensoriales del producto”.

Para constatar esta hipótesis, se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general. Estudiar el efecto de la incorporación de proteínas séricas, por medio de la adición de suero en polvo a la leche, sobre el proceso de elaboración de queso Chanco.

Objetivos específicos.

1. Evaluar el efecto de la incorporación de suero en polvo, en relación al proceso de elaboración de queso Chanco, comparando el comportamiento en las etapas de coagulación, desarrollo de acidez y pH, con el proceso de elaboración, sin adición de suero.
2. Evaluar el efecto de la incorporación del suero en polvo, sobre las características fisicoquímicas del

queso a las 72 horas y las características fisicoquímicas y atributos sensoriales al día 28 de maduración.

3. Conocer y comparar los rendimientos de la elaboración de queso, obtenidos en forma práctica y teórica a las 72 horas y el día 28 de maduración.

## 2 REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Generalidades sobre el lactosuero

El queso es una forma de conservación de los dos componentes insolubles de la leche, la caseína y la materia grasa, los que se obtienen por coagulación ácida y/o enzimática, seguida de una etapa de desuerado, en el curso de la cual el lactosuero es separado de la cuajada (Alais, 1985).

El lactosuero contiene la mayor parte del agua y de los componentes solubles de la leche, quedando una pequeña parte retenida en la cuajada. La fabricación de queso inevitablemente da lugar a la producción de una gran cantidad de suero, lo que según Scott (1991), representa cerca del 83% del volumen total de la leche empleada en quesos madurados.

Hasta hace unos años el suero era considerado un subproducto indeseable y se eliminaba o descartaba de diferentes maneras, algunas de las cuales involucraban un grave riesgo para el medio ambiente, ya que es uno de los elementos más contaminantes que existen en la industria alimentaria.

Según Inda (2000), mil litros de lactosuero arrojados al ambiente generan cerca de 35 kilos de demanda biológica de oxígeno (DBO) y 68 kilos de demanda química de oxígeno (DQO), lo que equivale a las aguas negras producidas en un día por 450 personas.

Sin embargo, con el desarrollo de nuevas tecnologías de procesamiento, el suero y sus derivados se han transformado en ingredientes de gran valor para un sinnúmero de aplicaciones en la industria de alimentos y gradualmente se descubren nuevos usos en áreas tan disímiles como la medicina o la industria química, por ejemplo (Mann, 1999; Anónimo, 2002; Balagtas et al., 2003).

Para la industria alimentaria, el suero constituye una fuente económica de proteínas que otorga múltiples propiedades en una amplia gama de alimentos. Los productos del suero, incluyendo la lactosa, mejoran la textura, realzan el sabor y color, emulsifican y estabilizan, mejoran las propiedades de flujo y muestran muchas otras propiedades tecnofuncionales que aumentan la calidad de los productos alimenticios (Anónimo, 2002).

## **2.2 Características fisicoquímicas del suero**

Las características composicionales del suero desprendido a partir de la fabricación quesera dependen de varios factores, entre los más importantes destacan la variedad de queso elaborado, la composición química de la leche utilizada como materia prima y de manera muy significativa, de las condiciones de procesamiento del queso, aunque los macroconstituyentes son relativamente poco variables en su contenido. Si se pretende mantener en óptimas condiciones el suero obtenido, éste debe ser tratado como un producto de primera clase, es decir enfriar y procesarlo dentro de pocas horas a fin de preservar sus componentes para que puedan ser aprovechados con

posterioridad (Westergaard, 1984; Alais, 1985; Madrid, 1990; Scott, 1991; Inda, 2000).

En el Cuadro 1 se pueden observar los elementos que normalmente se encuentran en un lactosuero típico, ya sea en estado natural (fluido) o deshidratado.

CUADRO 1. Composición química del suero dulce.

Componente	Lactosuero		Suero en Polvo	
	TETRA PAK 1996	WIEKINF, 1998	CORFO, 1980 (*)	BOYD <u>et</u> <u>al.</u> , 1999
Agua (%)	93,6	93 - 94	1,1 - 4,9	3,6
Lactosa (%)	4,8	4,5 - 5,0	62,1 - 74,6	45,3
Proteína (%)	0,55	0,8 - 1	11,1 - 14,9	18,3
Grasa (%)	0,05	0,2 - 0,8	0,4 - 1,5	3,9
Cenizas (%)	0,5	0,5 - 0,8	7,1 - 10,1	20,5
pH (%)	--	6,2 - 6,6	5,2 - 6,4	---
Calcio (mg/100gr)	43	---	774	6700
Fósforo (mg/100gr)	40	---	1010	---
Hierro (mg/100gr)	---	---	0,9	---
Vitamina A (U.I/100gr)	---	---	137	---
Tiamina (mg/100gr)	---	---	0,5	---
Riboflavina (mg/100gr)	---	---	2,1	
Niacina (mg/100gr)	---	---	1,3	

(\*) citado por Brito (2000).

El suero líquido es más de 93% agua, pero incluye aproximadamente algo más de la mitad de los nutrientes originales de la leche. Su contenido proteico y de materia



grasa depende en gran medida del tipo de coágulo y de su tratamiento, una manipulación inadecuada hará variar la presencia de estos componentes en el suero (Simpfendöfer y Benavente, 1989; Scott, 1991).

Las proteínas del suero corresponden al 20 por ciento del total de las proteínas de la leche, y no participan en el proceso de coagulación enzimática durante la elaboración del queso. En términos de masa, las más importantes son la  $\beta$ -lactoglobulina, que constituye el 50% de las proteínas lactoséricas y la  $\alpha$ -lactalbúmina presente en un 20%, otras de menor importancia, en términos cuantitativos, son la albúmina del suero, inmunoglobulinas, proteosa-peptona, entre otras (Walstra y Jenness, 1987; Fox y McSweeney, 1998; Inda 2000).

Cabe destacar que la proteína declarada en el Cuadro 1, incluye la fracción denominada glicomacropéptido, que constituye aproximadamente el 4% de la caseína total y que pasa al lactosuero debido a la acción enzimática del cuajo sobre la  $\kappa$ -caseína. Esta fracción representa cerca del 13% de la proteína total en un lactosuero típico (Inda 2000).

El detalle de las proteínas que componen el suero se puede apreciar en el Cuadro 2.

La lactosa o azúcar de la leche, es el componente más abundante del suero y el segundo más importante desde el punto de vista comercial, después del suero en polvo propiamente tal (IDF, 1998; Fox y McSweeney, 1998).

Químicamente, es un disacárido compuesto por una molécula de D-glucosa y otra de D-galactosa unidas por un

enlace glicosídico y de escaso poder edulcorante, además es un excelente sustrato para microorganismos que la metabolizan a compuestos de menor peso molecular. En procesos fermentativos es de gran importancia para la industria lactológica (Walstra y Jenness, 1987).

CUADRO 2. Composición de las proteínas del suero (%).

<b>PROTEINA</b>	<b>FAO 1986</b>	<b>MARSHALL y HARPER 1988</b>
$\beta$ - Lactoglobulina	44 - 52	55 - 65
$\alpha$ - Lactoalbúmina	20 - 24	15 - 25
Sero albúminas	5 - 7	5 - 6
Inmunoglobulinas	12 - 16	10 - 15
Proteosas - Peptona	19	10 - 20
Beta-caseína	---	1 - 2
Proteínas menores	---	< 0,5

En otro orden y dependiendo del tipo de queso a elaborar, el suero puede ser de dos tipos: ácido y dulce.

El suero ácido proviene principalmente de la elaboración de quesos Cottage y Ricotta. En la producción de quesos Cottage por ejemplo, una cantidad considerable de lactosa se transforma en ácido láctico, antes de la separación del suero de la cuajada. El proceso de elaboración del Cottage produce suero con alta acidez titulable (mínimo 0,35% de ácido láctico), menor contenido de lactosa, más alto nivel de calcio y un perfil mineral diferente del suero dulce. Este último, en tanto, proviene de la producción de diversas variedades de quesos duros y semiduros como el Cheddar, Gouda, Suizo, entre otros muchos. El suero dulce contiene menos ácido (0,16% de

acidez titulable como ácido láctico), un mayor contenido de lactosa, y más bajos niveles de calcio. La mayoría de los productos de suero en el mundo se derivan de suero dulce (Inda, 2000; Anónimo, 2002).

En el Cuadro 3 se presenta el contenido de calcio y pH de distintos tipos de suero, según la variedad de queso elaborado. En éste se puede observar una correlación inversa entre el contenido de calcio y el pH, tal como se expresa en el párrafo anterior.

CUADRO 3. pH y contenido de calcio en varios tipos de sueros.

<b>Tipo de lactosuero</b>	<b>pH</b>	<b>Calcio (mg/l)</b>
De caseína al cuajo	6,5	500
De queso Gouda	6,3	550
De queso Cheddar	5,9	640
De caseína láctica	4,5	1.500

FUENTE: Inda, (2000)

### **2.3 Producción de suero**

Según ODEPA (2005), la producción de suero en polvo en nuestro país, ha registrado un importante y casi sostenido crecimiento durante la última década, llegando a duplicarse entre los años 1997 y 2004 (Gráfico 1).

Por otro lado, y según cifras del Banco Central de Chile, las importaciones de suero han disminuido desde U\$

2.634 (miles de dólares), en 2001 a U\$ 1.704 (miles de dólares) en el año 2002.

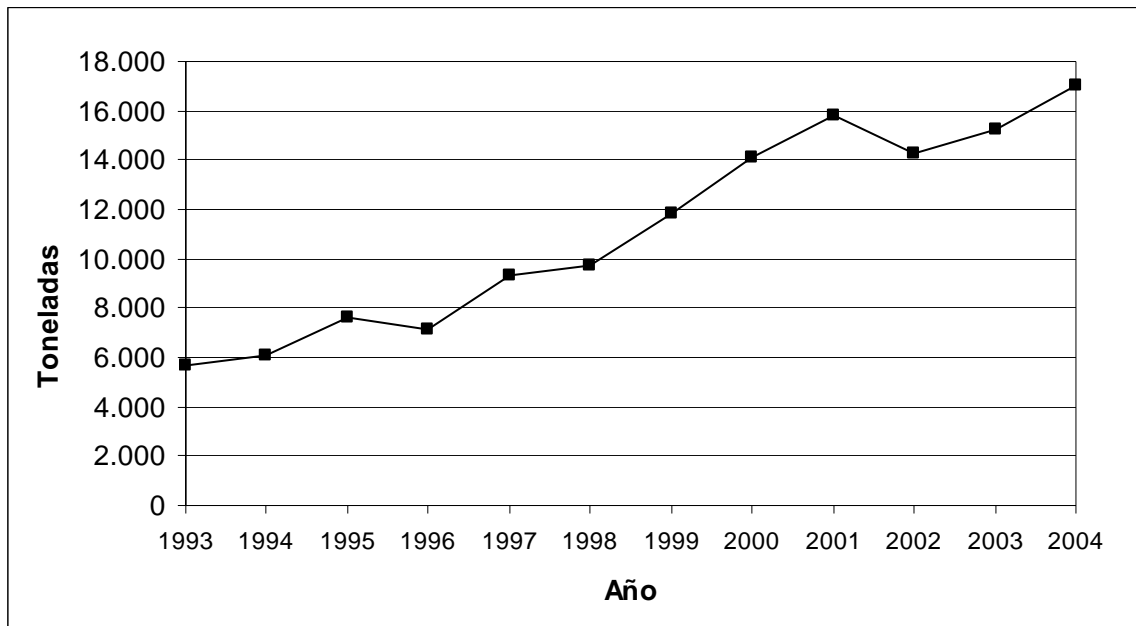


FIGURA 1. Producción de suero en polvo en Chile.

FUENTE: ODEPA (2005)

A escala mundial, las bases de datos de la FAO informan que la producción de queso durante el año 2002 ascendió a 17 millones de toneladas, siendo los principales productores países como Estados Unidos, Francia, Alemania e Italia.

Este mismo organismo manifiesta que la producción de leche cruda de vaca en el año 2002 bordeó las 502 millones de toneladas. Según Fox (2001), un 33% de esta cantidad se emplearía en la fabricación de queso.

Grasselli *et al.* (1997), y de Wit (1998), señalan que la producción mundial de lactosuero alcanzaría una cifra

situada entre 110 y 118 millones de toneladas anuales, lo que en términos de sólidos de suero equivale a 7 millones de toneladas. Si se considera una concentración de 6 g/L de proteínas en el suero, la producción de proteínas séricas entonces alcanzaría a 660 mil toneladas aproximadamente, lo cual justifica el interés que despiertan.

El principal productor de lactosuero en el mundo es el continente europeo, que aporta un 68% del total, es decir alrededor de 75 millones de toneladas anuales, esto se explica debido a la presencia, en ese continente, de verdaderas potencias en la producción de queso como Francia, Alemania e Italia, las que juntas contribuyen con el 27% de la producción mundial de queso (Grassellii et al., 1997; Fox y McSweeney, 1998; FAO, 2003).

#### **2.4 Utilización industrial del suero**

Hoy en día, prácticamente todos los componentes del suero pueden ser aprovechados en algún proceso industrial. En países desarrollados, los principales derivados del suero son productos deshidratados tales como suero reducido en lactosa, reducido en minerales y concentrados proteicos de suero (Clark, 1998).

Las proteínas séricas, dada la multiplicidad de características funcionales que poseen y su alto valor biológico, se cuentan entre los componentes más importantes del suero, éstas son cada vez más utilizadas en la industria de alimentos como complemento nutricional o para mejorar las propiedades sensoriales de productos reducidos en grasa. Últimamente se han encontrado usos en la fabricación de algunos cosméticos y en la producción de

materiales de empaque de película transparente, comestibles y biodegradables (Mann, 2000; Hayes y Nielsen, 2000; Candiotti et al., 2001; Balagtas et al., 2003).

La lactosa, que es el azúcar más importante de la leche, es utilizada extensamente en la industria farmacéutica, los derivados de la lactosa se pueden usar para la fabricación de artículos de higiene bucal y como agentes específicos en el endurecimiento del acero. Tanto el suero como la lactosa se usan para hacer adhesivos especiales y forros de papel. ([www.swdairycenter.org](http://www.swdairycenter.org); BALAGTAS et al., 2003).

Entre las características importantes de este carbohidrato cabe mencionar su débil poder edulcorante, reacción de pardeamiento con las proteínas (reacción de Maillard), características de cristalización, poder de retención de olores, sabores y acentuamiento de ellos y fermentación selectiva. Además mejora la textura y viscosidad de algunos productos por el aumento de sólidos; como asimismo, manifiesta excelentes condiciones para absorber pigmentos y materias colorantes (CORFO, 1980; Kartal et al., 1998).

Entre las operaciones de procesamiento más aplicadas al lactosuero se encuentran las siguientes:

1. Tecnología de membranas. Involucra el paso del lactosuero a través de una membrana semipermeable, produciéndose una separación de las moléculas de menor peso molecular capaces de penetrar la membrana. Las moléculas más grandes quedan en el retenido y se concentran. Con este procedimiento es posible separar selectivamente o

concentrar los componentes del suero. Entre las variantes que involucra esta tecnología figuran la Osmosis inversa y la Ultrafiltración.

2. Concentración al vacío. Es el proceso de calentar el suero líquido y vaporizar el agua en vacío, esto permite utilizar temperaturas considerablemente inferiores a la de ebullición del agua pura (100°C) con la consiguiente protección de los componentes biológicos frente al daño térmico.

3. Secado por aspersion. Es el procedimiento más empleado en la elaboración de productos de suero en polvo, y el principio fundamental es la deshidratación de una solución de suero por atomización, sobre una corriente de aire caliente, previamente cristalizado en forma lenta y controlada.

Las mencionadas anteriormente son sólo algunas de las alternativas de tratamiento que se pueden aplicar al suero líquido, otras incluyen la electrodiálisis, la microfiltración, intercambio de iones y cristalización (Clark 1998; Anónimo 2002).

## **2.5 Importancia de las proteínas séricas en la producción de alimentos.**

Como se ha visto en párrafos anteriores, la mayoría de los componentes del suero lácteo y particularmente las proteínas, son utilizados en procesos industriales ligados directa o indirectamente a la industria de alimentos; cabe preguntarse entonces qué características hacen tan especial a estos constituyentes.

La calidad de las proteínas séricas, está relacionada con dos de sus propiedades, las funcionales y las nutricionales. Las primeras confieren a los alimentos características distintivas de apariencia, textura y sabor, mientras que las nutricionales están determinadas principalmente por la composición aminoacídica de las proteínas (Marshall y Harper, 1988; Huffman, 1998; Candiotti et al., 2002).

**2.5.1 Características tecnofuncionales de las proteínas del suero.** Las proteínas del suero son proteínas altamente estructuradas, sin embargo, esto no involucra que siempre permanezcan inalterables. En general su estructura es dinámica, capaz de responder de distintas maneras ante los cambios ambientales como temperatura, pH, concentración de iones y presencia de otros nutrientes como proteínas, lípidos, etc.

En contraste a las caseínas, las proteínas séricas, poseen altos niveles de estructura secundaria, terciaria y en muchos casos hasta cuaternaria. Son proteínas globulares típicas y son completamente denaturadas por calor a 90°C por 10 minutos (Fox y McSweeney, 1998; Vollmer et al., 1999; Fox, 2001).

Mangino (1984), define el término "funcionalidad" como "cualquier propiedad de un alimento o ingrediente alimenticio, a excepción de una nutricional, que afecte su utilización".

Considerando lo anterior, se puede señalar que las propiedades funcionales de las proteínas son un reflejo de su estructura, por lo tanto pueden calificarse como un



campo dinámico de potencialidades susceptibles de manipulación. De esta manera y según la forma en que se encuentren, producto de un determinado tratamiento, las proteínas del suero pueden presentar diversas propiedades de solubilidad, gelificación, emulsificantes, hidratantes y capacidad de formar espuma, todas ellas muy útiles en los procesos de fabricación de diversos alimentos (Candiotti et al., 2001).

En general las proteínas del suero son altamente solubles en agua, de ahí que ellas no formen parte de la cuajada y pasen directamente al suero después del corte, durante la elaboración del queso. Esta característica se debe, fundamentalmente, a que la mayoría de los componentes polares de estas proteínas se encuentran en su superficie.

Al pH de la leche fresca, la  $\beta$ -lactoglobulina se encuentra en forma de dímero. El monómero está formado por 162 aminoácidos y contienen 2 puentes de disulfuro (-S-S-) y un grupo tiol (-SH) por molécula. Esta es la proteína de la leche que contiene la mayor concentración de aminoácidos con grupos tiol (-SH). Los grupo -SH están ubicados en la parte interna de la molécula y por lo tanto su reactividad es baja. Sin embargo, al aplicar un tratamiento térmico severo, ocurre una disociación del dímero, lo que conlleva a una desnaturalización y a la creación de condiciones propicias para la formación de polímeros (Inda, 2000).

Es importante destacar que las propiedades funcionales de las proteínas séricas dependen, en gran medida, del entorno en que éstas se encuentren insertas, ya que pueden comportarse de diferentes maneras, según la interacción que

manifiesten con otros componentes del alimento. Estas interacciones son gobernadas por los efectos del procesamiento como homogeneización, tratamientos térmicos, congelación, etc. (de Wit, 1998).

Gracias a sus propiedades de viscosidad y capacidad de formación de espuma los concentrados proteicos de suero (CPS) se utilizan en la industria alimentaria como sustitutos de la clara de huevo y se emplean, por ejemplo, en la elaboración de merengues y mousse, también son usados como ingredientes funcionales y reemplazantes de la grasa de leche en productos lácteos como helados, quesos y yogurt (Grasselli et al., 1997).

**2.5.2. Características nutricionales de las proteínas del suero.** Existe consenso en el mundo científico en reconocer la alta calidad biológica y nutritiva de las proteínas del suero, las cuales han sido objeto de innumerables estudios en las últimas dos décadas (Marshall, 1986; Fox, 2001; Playne et al., 2003).

El alto valor nutricional de estas proteínas está determinado por su composición en aminoácidos, fundamentalmente por su excepcional contenido en lisina, triptófano y aminoácidos azufrados como cisteína, lo cual le confiere a las proteínas séricas, un valor biológico mayor que el de las caseínas. Desde este punto de vista, las proteínas presentes en el suero son mejores, incluso, que las del propio queso (Candioti et al., 2001).

Para determinar si los aminoácidos de las proteínas son aprovechables por el organismo, se usan pruebas de alimentación en ratas; el valor nutricional de una proteína

se puede expresar como una relación de eficiencia proteica, que es la ganancia de peso por gramo de proteína absorbida por el organismo. Para las proteínas séricas este valor es de 3,5, mientras que el de la proteína total es de 3,1 y el de la caseína, 2,5. Así, un individuo de 70 kilos debería consumir algo más de 28,4 g de proteína de leche, pero solamente 14,5 g de proteínas de suero, para lograr el mismo efecto (Grasselli et al., 1997; Walstra et al., 1999).

Dada las privilegiadas características nutritivas de estas proteínas, se han utilizado como un excelente complemento biológico en diversos alimentos, especialmente aquellos dirigidos a lactantes, como suplementos lácteos y bebidas infantiles.

## **2.6 Efecto de los tratamientos térmicos sobre las proteínas séricas.**

Las proteínas tienen una estructura definida que puede modificarse bajo la acción de diversos tratamientos aplicados en el laboratorio o en la industria. La desnaturalización es una modificación sin ruptura de los enlaces covalentes, ni separación de fragmentos; consiste en una ruptura de enlaces que aseguran las estructuras secundarias y terciarias, seguida de un reagrupamiento que conduce a una nueva conformación con la cual se vuelven menos solubles. De cualquier forma, se trata de procesos en que se produce un cambio en el arreglo espacial de las cadenas de polipéptidos, hacia un arreglo más desordenado. Este cambio siempre requiere energía, la cual se obtiene de diversas fuentes, generalmente calor, por lo tanto el

proceso de desnaturalización se puede calificar más bien como un proceso físico (de Wit y Klarenbeek, 1984; Schmidt et al., 1984; Alais, 1985; Inda, 2000)

Los primeros efectos de un adecuado tratamiento térmico sobre las proteínas de la leche comienzan a producirse entre los 60 y 70°C. En el caso del suero, la desnaturalización por temperatura promueve la ruptura de enlaces -S-S- o las reacciones de intercambio -SH/-S-S-, donde se ven directamente involucrados los aminoácidos azufrados (Law et al., 1994; Inda, 2000).

Durante la desnaturalización de las proteínas séricas por tratamientos térmicos, quedan expuestos sus enlaces disulfuros, los que se agregan fácilmente a la miscela de caseína, logrando entre otros beneficios un aumento del rendimiento quesero (Banks, 1990; Riera, 1996). Sin embargo, cuando la leche es sometida a un tratamiento térmico severo se produce cierto grado de inhibición del cuajo en las propiedades de coagulación de la leche, debido a la formación de complejos proteicos entre la  $\beta$ -lactoglobulina y la  $\kappa$ -caseína, en la superficie de la micela, producidos precisamente por la exposición de los grupos -S-S- de la  $\beta$ -lactoglobulina, tras el tratamiento térmico (Guinee et al., 1997; Inda 2000).

Lo anterior no sólo produce alteraciones importantes en la coagulación de la leche, sino también en las propiedades reológicas y de sinéresis de la cuajada (Fox, 2001).

Según Farrag et al. (1997), con un tratamiento térmico de 70°C por 10 minutos la desnaturalización de las

proteínas del suero aumenta con la concentración. Walstra et al. (1999), en tanto señala que, bajo un tratamiento térmico de 80°C por 10 minutos, cerca de un 50% de las proteínas son insolubles a pH 6,0. Este mismo autor indica que la Lactosa durante el calentamiento sufre reacciones importantes como isomerizarse a Lactulosa (disacárido de galactosa y fructosa), formándose grandes cantidades desde 300 a 1000 mg/l en leches esterilizadas y formando ácidos orgánicos solubles.

## **2.7 Efectos de las proteínas del suero en el queso**

La adición de suero en la elaboración de queso es limitada, si bien al agregar la proteína coagulada o en forma de concentrado se obtiene un aumento en el rendimiento, a la vez puede provocar alteraciones importantes en la textura, cuerpo y contenido de humedad, como se ha podido demostrar en investigaciones llevadas a cabo en queso Cheddar. Por otro lado, pueden ocurrir importantes cambios composicionales a partir de concentrados proteicos obtenidos por ultrafiltración, como se ha visto en quesos Havarti, Danbo y Cheddar (FAO ,1986; Jameson y Lelievre, 1996).

No obstante lo anterior, bajo condiciones y estándares adecuados, la incorporación de proteínas séricas puede resultar en múltiples beneficios para la producción quesera, justificándose así su utilización.

**2.7.1 Importancia de las proteínas del suero en el rendimiento quesero.** El rendimiento quesero se puede definir en diversos términos, sin embargo una de las expresiones más recurridas es la que proponen Dumais et al.

(1991) y Eck, citado por Niklitschek (1997), quienes lo definen como la "cantidad de queso obtenida a partir de una determinada cantidad de leche", utilizándose habitualmente una base de 100 kilogramos de leche.

Son múltiples los factores que pueden afectar el rendimiento, partiendo desde la misma materia prima, el proceso de elaboración y la etapa de maduración.

La leche empleada en la fabricación de queso debe presentar una composición normal, particularmente en su contenido de caseínas y materia grasa, que son la base fundamental de la matriz del queso. Importa también el manejo adecuado de la cuajada durante el proceso de elaboración a fin de maximizar la retención de constituyentes como grasa y compuestos solubles (Gilles y Lawrence, 1985; Walstra, 2000; Brito et al., 2002).

Las condiciones de maduración influyen fuertemente sobre el rendimiento, pues una temperatura, humedad relativa y circulación de aire fuera de control al interior de la cámara, puede acelerar las pérdidas de humedad desde el interior del queso, lo que incidirá en un menor rendimiento (Lawrence et al., 1991)

El rendimiento quesero se ve favorecido por las propiedades intrínsecas de las caseínas ya que éstas tienen la capacidad de ligar más del doble de su peso en agua. Las proteínas del suero no denaturadas, por otra parte ligan poca agua, pero su capacidad de absorción puede incrementarse desnaturalizándolas por calor. Para aumentar el rendimiento además, es necesaria una elaboración eficiente, que evite al máximo la pérdida de componentes

solubles en el suero, e idealmente poder captar en la cuajada parte de ellos. Con este objetivo se han utilizado diversos métodos a fin de recuperar los elementos del suero, como la ultrafiltración, que ha sido ampliamente estudiada en la última década (Banks et al., 1987; Law et al., 1994; Jameson y Lelievre, 1996; Punitadas et al., 1999).

Investigaciones realizadas en quesos reducidos en grasa han demostrado la positiva influencia de las proteínas séricas en el rendimiento, autores como Kjaergaard y Stapelfeldt (1991), Lucey y Gorry (1993), Lo y Bastian (1998) y Punitadas et al. (2000), declaran aumentos significativos debido, principalmente, al mayor contenido de humedad de los quesos resultantes, sin embargo son menos las publicaciones que reportan resultados en quesos con contenidos de grasa normales.

En la década de los ochenta, en investigaciones realizadas en queso Cheddar donde fueron utilizadas proteínas de suero concentradas sometidas a tratamientos térmicos, se obtuvieron mejoras de hasta un 6,2% en el rendimiento, sin embargo se detectaron cambios composicionales que afectaron levemente las características sensoriales, posiblemente debido al largo período de maduración de este tipo de queso (Brown y Ernstrom, 1982; Baldwin et al., 1986).

En los noventa, en tanto, Banks (1990) y Jameson y Lelievre (1996), destacan las mejoras que implica introducir las proteínas del suero en variedades de quesos suaves o semiduros. Esto sumado a un óptimo proceso de

elaboración, puede lograr resultados importantes en el rendimiento, evitando alterar las características sensoriales del producto.

Más recientemente, Mead y Roupas (2001), señalan que la adición excesiva de proteínas séricas influirá negativamente en el rendimiento, asociándolo a un aumento en la cantidad de compuestos perdidos en el suero.

En otro ámbito, la predicción del rendimiento quesero en la industria, permite a ésta anticipar en gran medida la necesidad de insumos, mano de obra, equipos y materiales necesarios para el proceso productivo, además de posibilitar las proyecciones económicas por concepto de costos y beneficios, facilitando la estimación de valoración de pérdidas evitables (Brito et al., 2002).

Se han desarrollado diversas fórmulas matemáticas que permiten predecir, con mayor o menor exactitud, el rendimiento de la producción de quesos, sin embargo la mayoría de ellas no incorporan en su expresión a los componentes que provienen de ingredientes adicionales que eventualmente podrían ser utilizados en el proceso de elaboración, como el suero en polvo o concentrados de sus proteínas.

Brito et al. (2002), investigó la eficiencia de once fórmulas propuestas por diversos investigadores, comparando sus resultados con los rendimientos prácticos obtenidos a partir de la elaboración de queso Gouda Chileno, sin incorporación de ingredientes adicionales, concluyendo que dos de ellas presentaron una buena correlación entre rendimiento práctico y teórico.



Menz (2002), en tanto, probó cuatro fórmulas para determinar el rendimiento predictivo en queso Chanco, confirmando la utilidad de una de ellas, la cual requiere conocer solamente el contenido de materia grasa y proteína de la leche empleada como materia prima.

### **2.7.2 Proteínas séricas y su influencia sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del queso.**

En párrafos anteriores ha quedado de manifiesto la positiva influencia ejercida por los componentes del suero, particularmente las proteínas, sobre el rendimiento en la elaboración quesera, lo que trae como consecuencia directa importantes beneficios económicos para la industria dedicada al rubro. Sin embargo, tanto o más importante que el rendimiento, es mantener una óptima calidad organoléptica del producto lo que pasa por no producir alteraciones importantes en sus parámetros composicionales, pues un queso de rendimiento mejorado pero de pobre calidad sensorial, no tendrá el nivel de aceptación esperado por parte del público consumidor y, por lo tanto, el retorno será inferior al presupuestado por el productor.

El efecto del suero sobre las propiedades fisicoquímicas del queso se han investigado exhaustivamente, de esta forma muchos investigadores concuerdan en la importante capacidad de retención de agua de sus proteínas, sobre todo si han sido sometidas a un proceso de denaturación, lo que influye en productos con mayores contenidos de humedad que aquellos elaborados sin componentes séricos (Jameson y Lelievre, 1996; Lo y Bastian, 1998)

Mead y Roupas (2001) analizaron los efectos de incorporar proteínas séricas denaturadas sobre la composición química de un queso para pizzas, observando un aumento en el contenido de humedad, pero a la vez una mayor pérdida de grasa y proteínas durante el proceso de elaboración, lo que influyó negativamente en la presencia de estos componentes en el producto.

Según Piyasena y Chambers (2003), el contenido graso juega un rol importante en la capacidad de retención de agua de la cuajada. Este autor señala que el uso de proteínas séricas denaturadas en leche descremada disminuye significativamente la sinéresis, lo que en términos prácticos se traduce en un queso con mayor contenido de humedad, en tanto que en leche cruda, con toda su grasa, sucede el efecto contrario.

Astete (1989), reporta que un aumento en los sólidos de la leche afecta la sinéresis haciéndola más lenta, lo que implica un incremento en la humedad del queso. Esto puede ser recomendable en quesos elaborados a partir de leche semi descremada, de tal forma de mejorar el cuerpo y/o aumentar el rendimiento, sin embargo, en la elaboración común de queso, procesado a partir de leche con toda su grasa, el mayor contenido de humedad podría producir efectos poco deseables, por lo tanto esta autora recomienda utilizar liras de menor tamaño de corte que el procedimiento tradicional, con el objetivo de tener una mayor sinéresis, aumentando el tiempo de cocimiento y disminuyendo la temperatura del agua para evitar un sobrecalentamiento de los granos lo que forma una película en la superficie y dificultaría una sinéresis adecuada.

Candioti et al. (2002), señalan que uno de los principales problemas de la adición de proteínas de suero al queso, reside en la resistencia de estas proteínas a la acción de las enzimas proteolíticas normalmente presentes en el queso, como resultado, el sabor neutro de las proteínas séricas puede enmascarar el gusto y aroma característicos de los productos de degradación de la caseína, afectando el sabor del producto final. Por otro lado, las proteínas del suero son inertes a la acción de las enzimas del cuajo, lo que contribuiría a lo declarado anteriormente.

Como consecuencia de lo dicho, autores como el citado en el párrafo anterior recomiendan que la adición de proteínas séricas sólo se aplique en quesos suaves o de corto período de maduración.

Respecto de las propiedades texturales, se han reportado mejoras importantes, sobre todo en quesos reducidos en grasa, como consecuencia directa de la incorporación de seroproteínas. Drake et al. (1996) y Punidadas et al. (2000), en queso Cheddar, Lo y Bastian (1998), en queso Havarti y Vega (2002), en queso Chanco, destacan los importantes logros obtenidos en los parámetros de consistencia, en relación a sus respectivos controles.

## **2.8 Situación de la industria quesera en Chile.**

Durante el año 2003, la recepción nacional de leche en plantas alcanzó los 1.563 millones de litros, destinándose la mayoría de ella, a la elaboración de leche en polvo, queso, leche fluida y yogur.

Hasta el 2002, la leche en polvo se posicionó en el primer lugar de producción en nuestro país, en el año 2003, sin embargo, el primer lugar lo ocupó el queso.

La leche destinada a la producción quesera, en tanto, alcanzó el 35,4% de la leche procesada por la industria, lo que implica que los quesos ocuparon el segundo lugar como producto lácteo durante el año 2002, con un total de 53.000 toneladas (ODEPA, 2005).

Es importante destacar el significativo aumento que ha registrado la producción de queso en Chile en la última década, pues la producción quesera de 1994, corresponde sólo al 65% de lo elaborado en 2004(Figura 2).

En el transcurso de los últimos años se ha observado una disminución en las importaciones de queso, a la vez que las exportaciones se han visto incrementadas. Como excepción, el año 2002 registró un déficit en las exportaciones, situación que se ha visto ampliamente superada durante este año, pues según Odepa, en el primer semestre del año 2003 las exportaciones de queso superan en más de 1000 toneladas a las compras de quesos en el extranjero, en tanto que los mercados de destino de nuestros productos se han diversificado, ampliándose a varios países, principalmente latinoamericanos.

Según un informe elaborado por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, del Ministerio de Agricultura de Chile (ODEPA, 2003), se estima que en el año 2002 más del 70% de la producción quesera nacional a nivel industrial, fue del tipo Gouda, lo que corresponde a unas 37.000 toneladas. Respecto del queso Chanco, éste podría alcanzar

al 20% de la producción, según estimaciones de este organismo, lo que equivale a unas 10.000 toneladas. Sin embargo, si se considera la producción predial, que no se encuentra incluida en los estudios de la Odepa, la elaboración de queso Chanco podría ascender a las 23.500 toneladas durante el año 2002, ya que existen unas 100 empresas de tamaño medio dedicadas a la producción de queso Chanco de campo, ubicadas preferentemente en la zona sur de nuestro país.

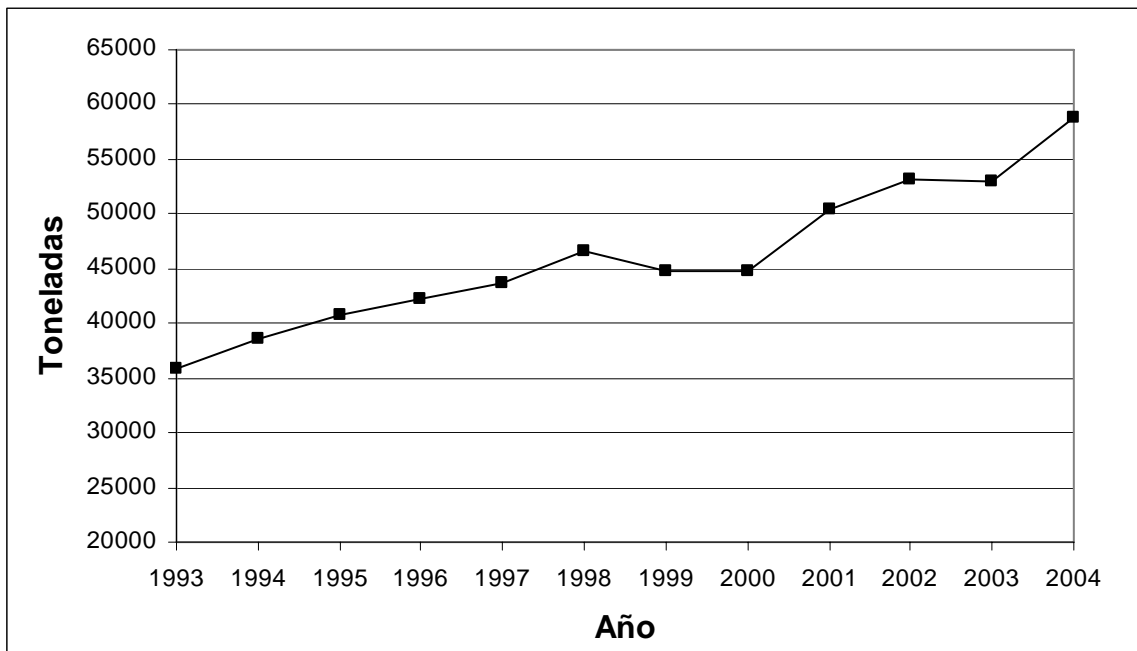


FIGURA 2. Producción de queso en Chile.

FUENTE: ODEPA (2005)

## 2.9 Queso Chanco, características y atributos.

Desde antes de la época colonial que el queso Chanco ha estado presente en la mesa de los habitantes de nuestro país, en aquellos tiempos, claro está, su fabricación era

muy rudimentaria y con desconocimiento absoluto de las mínimas técnicas higiénicas y de proceso que hoy son aplicadas en la industria. Sin embargo, a nivel predial, aún hoy su fabricación no difiere mayormente de aquella época, encontrándose como factores comunes su elaboración a partir de leche cruda de vaca y con su contenido graso sin estandarizar (Brito et al., 1995; Molina et al., 1996)

Las características específicas del queso Chanco han ido evolucionando con el correr del tiempo, e incluso, tal como lo manifiesta Brito (1985), en una misma época se han reportado diferencias importantes según la región del país donde éste haya sido producido, debido entre otros factores, a la técnica de preparación empleada y a las variaciones composicionales de la leche utilizada como materia prima.

Hasta el año 1999, no existía una normalización clara que regule y tipifique al queso Chanco respecto de su calidad sensorial y composicional, sin embargo este mismo año es publicada la primera Norma Chilena Oficial para esta variedad de queso, que fijó los parámetros más relevantes de cumplir para que este producto pueda ser denominado con propiedad como "queso Chanco".

La citada Norma Chilena Oficial N°2090 para queso Chanco define a esta variedad de la siguiente manera:

"Producto madurado, que se elabora con leche pasteurizada de vaca, obtenido por coagulación enzimática coayudado por la acidez desarrollada por cultivos lácticos puros, con las propiedades físicas, químicas,

microbiológicas y sensoriales especificadas en la norma". Además agrega que se trata de un producto nacional.

Esta variedad de queso es de consistencia semidura y particularmente mantecoso, de corteza firme y seca y de suave color amarillo, contiene abundantes ojos de formas irregulares y distribuidos ampliamente en la masa, su peso oscila entre 8 y 10 kilos y es de relativa corta maduración (FIL, 1981)

Cabe destacar que la norma chilena establece la existencia de tres subvariedades de queso Chanco, clasificadas de acuerdo a su proceso y período de maduración. De esta forma se le denomina "queso Chanco de campo de corta maduración" a aquel producto mantecoso, elaborado en forma artesanal con leche pasteurizada de vaca y que corresponde a un queso semiblando, madurado por 8 o 12 días. "Queso Chanco de campo, madurado", es aquel producto mantecoso elaborado artesanalmente, con leche pasteurizada de consistencia semiblanda madurado al menos por 21 días y finalmente, "queso Chanco" que es el producto mantecoso elaborado en forma industrial, con leche pasteurizada de vaca, semiblando y que ha sido madurado por al menos 21 días (Chile-INN, 1999).

#### **2.9.1 Perfil fisicoquímico y sensorial del queso Chanco.**

Las particulares características composicionales y organolépticas del queso Chanco, son un reflejo de las condiciones de proceso y de maduración al que éste es sometido, por lo tanto, resulta de vital importancia seguir con riguroso cuidado su protocolo de producción, de manera

tal de asegurar la obtención de un producto composicionalmente típico y de adecuada calidad sensorial.

En el Cuadro 4 se pueden observar los requisitos físicos y químicos normalizados para el queso Chanco.

Respecto de las características sensoriales, la Norma Chilena establece que el queso Chanco debe presentar una textura abierta, abundantes ojos mecánicos distribuidos uniformemente en la masa, el color de ésta debe ser blanco cremoso o amarillo suave y homogéneo, debe presentar lados ligeramente convexos y consistencia semiblanda y mantecosa.

Para conservar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del queso Chanco, Brito et al. (1995), recomienda mantener condiciones de maduración homogéneas, idealmente entre 10 y 15°C y 85 a 90% de humedad, de esta forma se asegura, además, su calidad microbiológica.

CUADRO 4. Características fisicoquímica del queso Chanco.

Requisitos	Chanco de campo o de fundo de corta maduración	Chanco de campo o de fundo madurado	Chanco
Humedad(%) m/m	46 - 50	44 - 48	44 - 48
Materia seca(%) m/m	50 - 54	52 - 56	52 - 56
M. grasa (%) m/m min.	28	28	25
M. grasa en extracto seco (%) m/m, min	52	50	45
Humedad en queso sin grasas (%) m/m, min	65 - 69	61 - 67	58 - 66
pH	5,2 - 5,4	5,2 - 5,4	5,2 - 5,4
Nitrato (%) m/m, max.	-	50 mg/kg	50 mg/kg
Fosfatasa	Negativa	Negativa	Negativa

FUENTE: Chile-INN, 1999.



### 3 MATERIAL Y METODO

#### 3.1 Materias primas

- Leche proveniente de los proveedores de la Cooperativa Agrícola y Lechera de Frutillar, CAFRA.
- Suero dulce en polvo producido en CAFRA.
- Cultivo láctico mixto liofilizado que contiene las siguientes especies, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* y *Leuconostoc cremoris*, producido por Rhodia Food.
- Cuajo, cloruro de calcio, sal común.

#### 3.2 Materiales y equipos de planta

- Tina de elaboración de queso de acero inoxidable, capacidad 500 L.
- Implementos: liras, agitadores, moldes de teflón, termómetros, etc.
- Tarros de acero inoxidable, capacidad 50 L.
- Detergentes e higienizantes.

#### 3.3 Metodología de trabajo

La elaboración de quesos se llevó a cabo en la Cooperativa Agrícola Lechera de Frutillar, CAFRA. Se siguió

el protocolo de procesamiento descrito por BRITO (2000), modificado en relación a las etapas previas que involucran la incorporación de suero en polvo. El suero fue reconstituido al 50% p/p en agua a 45°C, luego sometido a un tratamiento térmico (70°C por 10 minutos), enfriado y adicionado junto a la leche en la tina para obtener una mezcla estandarizada según corresponda el tratamiento de la investigación (ANEXO 1).

Con el objetivo de obtener un producto final con un 45% de materia grasa en SNG y debido al agregado de suero en polvo, se procedió a estandarizar el contenido graso de la leche utilizada como materia prima, de tal forma de lograr una relación homogénea entre materia grasa y sólidos no grasos en la mezcla leche-suero de los cuatro tratamientos.

La relación de MG/SNG fue establecida de acuerdo a  $3,2/8,8 = 0,364$

**3.3.1. Tratamientos.** El estudio realizado contempló 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno.

Los tratamientos se describen a continuación:

- ⇒ Tratamiento 1: leche con 3,2% MG (Testigo)
- ⇒ Tratamiento 2: leche con 3,9% MG, más el 2% de suero.
- ⇒ Tratamiento 3: leche con 4,7% MG, más el 4% de suero.
- ⇒ Tratamiento 4: leche con 5,4% MG más el 6 % de suero.

### **3.4 Métodos de análisis.**

#### **3.4.1 Leche:**

- Determinación de pH. Método potenciómetro. NCh 1671 Of 79.
- Determinación de acidez titulable. Método Titrimétrico. NCh 1738 Of 80.
- Determinación de materia grasa. Método Infrarrojo (Milko Scan) (Pinto et al., 1998b).
- Determinación de proteínas totales. Método Infrarrojo (Milko Scan) (Pinto et al., 1998b).
- Determinación de sólidos totales. Método de referencia (Gravimétrico). FIL-IDF 21 B: 1987.
- Determinación de Lactosa. Método Cloramina T. FIL-IDF 28, A: 1974.
- Determinación de cenizas. Método Gravimétrico. B.S.I. 1741, (1968).

#### **3.4.2 Suero en Polvo:**

- Determinación del contenido de proteína total. Método Kjeldahl. FIL-IDF 20 B: 1993.
- Determinación de lactosa. Método gravimétrico NIRO ATOMIZER: 1978, Método N° A 18B (Pinto et al., 1998b).

#### **3.4.3 Leche en Tina:**

- Determinación de pH. Método potenciómetro. NCh 1671 Of 79.

- Determinación de acidez titulable. Método Titrimétrico. NCh 1738 Of 80.
- Determinación de materia grasa. Método Infrarrojo (Milko Scan) (Pinto et al., 1998b).
- Determinación de proteínas totales. Método Infrarrojo (Milko Scan) (Pinto et al., 1998b).
- Determinación de sólidos totales. Método de referencia (Gravimétrico). FIL-IDF 21 B: 1987.
- Determinación de Lactosa. Método Cloramina T. FIL-IDF 28, A: 1974.
- Determinación de cenizas. Método Gravimétrico. B.S.I. 1741, (1968).

#### **3.4.4 Proceso de elaboración:**

- Determinación del tiempo de corte. Método prueba de la mano y prueba del corte con cuchillo, descrito por FAO (1986).
- Determinación de proteínas totales en el suero. Método de Kjeldahl (Pinto et al., 1998b).
- Determinación de Lactosa en el suero. Método Cloramina T. FIL-IDF, 28 A: 1974.
- Determinación de la acidez titulable. Método Titrimétrico. NCh 1738 Of 80.

#### **3.4.5 Queso a las 24 hrs:**

- Determinación de pH. Método potenciómetro. NCh 16710f 79.

### 3.4.6 Queso al inicio y término de la maduración:

- Determinación de Materia Grasa. Método Van Gulik. (Pinto et al., 1998b).
- Determinación de Proteína Total. FIL-IDF 20B: 1993.
- Determinación de Ceniza. Método Gravimétrico. AOAC. 1995. 33.7.07 (Pinto et al., 1998b).
- Determinación de Sólidos Totales. Método Gravimétrico. FIL-IDF 4: 1982.
- Determinación del contenido de cloruros expresado como NaCl. Método titrimétrico. AOAC: 33.7.10: 1995 (Pinto et al., 1998b).
- Determinación de pH. Método potenciómetro. NCh 1671 Of 79.

### 3.4.7 Rendimiento al inicio y término de la maduración:

- Determinación del rendimiento práctico, mediante el peso de la leche y del queso.
- Determinación del rendimiento teórico mediante la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l} \text{Rendimiento} \\ \text{Teórico} \end{array} = \frac{(0,9*MG_L + 0,7*PROT_L + 0,35*CEN_L + 0,04*LAC_L)*100}{100 - (\text{Humedad}_Q + \text{sal}_Q)}$$

Fuente: Jensen, citado por Brito (2000).

#### **3.4.8 Análisis sensorial del producto madurado**

La evaluación sensorial se realizó en el ICYTAL, a los 28 días de maduración del producto y se llevó a cabo por medio de un test de respuesta objetiva para detectar diferencias entre el testigo y los tratamientos en estudio. El test utilizado fue el de "comparación múltiple" (Wittig, 1982). Ver Anexo 5 y 6.

El muestreo se realizó según norma FIL-IDF 50C: 1995.

#### **3.4.9 Análisis estadístico**

Los resultados tanto físicoquímicos como organolépticos, según sea el caso para la leche, suero y queso, fueron analizadas mediante las siguientes pruebas estadísticas:

- Test de Homoscedasticidad de los datos estadísticos.
- Análisis de varianza (ANOVA) de una vía, para determinar si existe diferencias significativas entre tratamientos.
- Análisis alternativo para la varianza de Kruskal-Wallis (no paramétrico).
- Análisis de comparación múltiple (Test de Tukey) para ver cual es la diferencia entre los tratamientos.
- Test de concordancia: Test de Kendall, para ver si hay igualdad de opinión entre los jueces con respecto a los tratamientos del estudio.

Las pruebas estadísticas anteriormente descritas se realizaron mediante el software estadístico Statgraphics plus 5.0.

### **3.5 Financiamiento.**

Esta investigación fue cofinanciada por la empresa CAFRA donde se realizó la etapa de elaboración de los quesos y el análisis de la leche fresca y por la Universidad Austral de Chile en análisis de producto, los que fueron realizados en el Instituto de Ciencias y Tecnología de los Alimentos (ICYTAL), a través del proyecto DID S-200018 titulado "Desarrollo técnico de Queso Chanco de reducido tenor graso, mediante aplicaciones alternativas tecnológicas que permitan optimizar el proceso y la calidad del producto", dirigido por la profesora Carmen Brito C. (ICYTAL).

## 4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 ESTUDIO DE LA FERMENTACIÓN DURANTE LA PRODUCCIÓN DE QUESO CHANCO.

El proceso fermentativo se desarrolla durante las etapas de elaboración y maduración de los productos queseros, e involucra una serie de complejas reacciones bioquímicas que inciden en forma determinante en la calidad final del producto. A continuación se discuten los factores más importantes que intervienen en esta etapa.

**4.1.1 Características relevantes de la leche utilizada en la producción del queso Chanco.** Paquet *et al.* (2000), señalan que la acidificación durante la fabricación del queso es influenciada por muchas variables, entre ellas la composición de la leche. Por este motivo se hace necesario corroborar que la materia prima junto con cumplir los requisitos impuestos por la autoridad sanitaria, ofrezca las características fisicoquímicas mínimas para asegurar la obtención de un producto de calidad aceptable.

Alais (1985), Eck (1990), Inda (2000) y Fox (2001), por su parte, declaran que la idoneidad de la leche para la fabricación de quesos está determinado principalmente por tres factores, su contenido en proteínas coagulables (caseínas), su contenido de materia grasa y su calidad sanitaria y microbiológica.

Como se detalla en el Capítulo 3, la leche empleada en esta investigación como materia prima, fue estandarizada en



su contenido graso, de tal forma de lograr una relación homogénea entre este componente y los sólidos no grasos en la mezcla leche-suero de los cuatro tratamientos.

En el Cuadro 5 se pueden apreciar los valores de materia grasa y sólidos no grasos y la relación entre ellos, los cuales fueron obtenidos luego de la estandarización, en cada uno de los tratamientos.

CUADRO 5. Materia grasa, sólidos no grasos y su relación, obtenidos en la mezcla leche-suero de los diferentes tratamientos

<b>T</b>	<b>MG</b>	<b>SNG</b>	<b>MG/SNG</b>
1	3,20 a	8,45 a	0,379 a
2	3,77 b	9,83 ab	0,384 a
3	4,58 c	10,59 bc	0,432 a
4	5,23 d	12,74 d	0,411 a

T: Tratamiento                      MG: Materia grasa                      SNG: Sólidos no grasos  
 Promedio de tres repeticiones  
 Letras distintas indican diferencia significativa al 5%

Como se observa en el cuadro anterior, se logró mantener una relación relativamente homogénea entre el contenido de materia grasa y el de sólidos no grasos en todos los tratamientos y sus repeticiones, el análisis de varianza aplicado a la relación MG/SNG no detectó diferencias significativas al 5% (ANEXO 2).

Para respaldar los resultados presentados en el Cuadro 5, se procedió a realizar una prueba de t de Student con un nivel de significancia del 1%, de tal forma de corroborar la similitud estadística entre el contenido de materia grasa real de la leche utilizada en la preparación de los

quesos y la teórica, la cual fue calculada en base a la obtención de un producto final con un 45% MG/SNG. Esta herramienta de análisis ejecuta una prueba en dos muestras suponiendo que las medias de ambos conjuntos de datos son iguales. El análisis estadístico no determinó diferencias significativas entre los dos grupos de valores, lo que comprueba que la estandarización de la leche se llevó a cabo de manera correcta alcanzando los niveles deseados de materia grasa (ANEXO 3).

Respecto a la composición de la materia prima empleada en la fabricación del queso Chanco, el Cuadro 6 expone su perfil fisicoquímico completo, tanto antes de ser añadido el suero reconstituido, como después de su agregado y de ser estandarizado su contenido de materia grasa. En este cuadro se presentan los mismos parámetros determinados a la mezcla leche-suero. Cabe mencionar que la leche empleada en T1 no incorpora suero, por tratarse del tratamiento testigo. Los ANEXOS 4 y 6 presentan el detalle de cada una de las repeticiones, mientras que en los ANEXOS 5 y 7 se exhiben resultados de los análisis estadísticos aplicados a estos datos.

Según el Cuadro 6, la leche empleada como materia prima para la elaboración del queso Chanco, en los diversos tratamientos, se encuentra dentro de los parámetros esperados y cumple con la normativa vigente en nuestro país (Chile, 2004). En este contexto se debe destacar que los análisis de laboratorio realizados a la leche, no arrojaron presencia de inhibidores.

CUADRO 6. Características fisicoquímicas de la materia prima usada en los tratamientos.

P	Leche				Leche + suero		
	T1	T2	T3	T4	T2	T3	T4
MG	3,20a	3,88b	4,87c	5,65d	3,77b	4,58c	5,23d
PT	3,26a	3,23a	3,19a	3,12b	3,36ab	3,45bc	3,52c
LAC	4,66a	4,54a	4,50a	4,59a	5,78b	6,58c	6,72c
CEN	0,79a	0,72a	0,77a	0,73a	0,90ab	1,07bc	1,21c
ST	11,7a	11,9ab	12,9bc	13,7c	13,6b	15,2c	18,0d
AC	16,0	16,0	16,0	16,0	19,0ab	20,3bc	22,5c
PH	6,78a	6,74a	6,67a	6,73a	6,67b	6,57bc	6,56c

P: Parámetro LAC: Lactosa (%) AC: Acidez (°Th)  
 MG: Materia Grasa (%) CEN: Cenizas (%)  
 PT: Proteína total (%) ST: Sólidos totales (%)

Promedio de tres repeticiones

Letras distintas indican diferencia significativa al 5%

Los contenidos de materia grasa y proteína presentes en la materia prima del tratamiento 1, se encuentran dentro de los rangos declarados por Méndez (2000), Uribe (2001) y Vega (2002), para sus respectivos tratamientos testigo, aunque Menz (2002), reporta un promedio algo inferior en materia grasa. Cabe señalar, que la mayor cantidad de grasa registrada en los tratamientos 2, 3 y 4 de este estudio (diferencia significativa al 5%) responde a la estandarización realizada en la leche destinada a estos tratamientos, acorde con la concentración de sólidos y para

mantener la relación MG/SNG, en un valor semejante a la leche natural.

Respecto del contenido de proteína total en la leche sola, no se registraron diferencias significativas al 5% entre los tratamientos 1, 2 y 3 siendo sólo diferente el tratamiento 4, con una proporción algo inferior de proteínas.

En la mezcla leche-suero, los grupos homogéneos identificados fueron T1-T2, T2-T3 y T3-T4 ( $p < 0,05$ ); los tratamientos con mayor incorporación de suero presentaron las más altas concentraciones de proteína total debido a la importante contribución de este ingrediente sobre ese constituyente.

En relación al contenido de lactosa, Pinto et al. (1998a), señalan que la leche bovina cruda del sur de Chile, contiene en promedio un 4,91% de lactosa, con un rango que fluctúa entre 4,26 y 5,57%.

En la mezcla leche-suero el contenido de lactosa fue distinto estadísticamente (5%), observándose cierta correlación entre cantidad de suero añadido y cantidad de lactosa, lo que era predecible, pues el principal componente del suero es precisamente la lactosa. Sólo los tratamientos 3 y 4 manifestaron similitudes estadísticas entre sí.

Es importante recordar que la lactosa es el sustrato sobre el cual actúa el cultivo láctico dando origen al proceso fermentativo, por lo tanto la cantidad presente en la leche influye necesariamente en la evolución de la

acidez durante el proceso de elaboración y potencialmente también en la maduración del queso.

Según Alais (1985), la acidez de la leche debe fluctuar entre 17,5 y 21,25°Th, mientras que Riel (1999), señala que la mayoría de las leches manifiestan una acidez de 15,6 a 18,9°Th, a lo cual se ajustan los resultados expuestos en el Cuadro 6, antes de añadir el suero.

En la mezcla leche-suero, correspondientemente, se observa un aumento significativo de la acidez ( $p < 0,05$ ), este aumento tiene su explicación en la mayor cantidad de sólidos no grasos contenidos en la mezcla, particularmente por el mayor contenido de proteínas, que imprime el carácter ácido en la mezcla.

La mayor acidez observada en T2, T3 y T4 se ve corroborada con los valores de pH, los cuales fueron estadísticamente diferentes entre sí ( $p < 0,05$ ), siendo menor en T3 y T4 (6,57 y 6,56, respectivamente).

**4.1.2. Comportamiento de la fermentación durante el proceso de elaboración.** El trabajo en la tina de proceso durante la elaboración del queso Chanco, se podría dividir en tres partes: premaduración de la leche, coagulación y tratamiento de la cuajada.

La inoculación del cultivo láctico da inicio a la etapa de premaduración de la leche, la cual puede definirse como el lapso que se permite actuar al cultivo antes de agregar el cuajo. Durante esta etapa, los microorganismos presentes en el cultivo se adaptan a las nuevas condiciones del medio y empiezan a producir ácido láctico, dando inicio al proceso de acidificación (Walstra et al., 1999).

La coagulación comienza al añadir el cuajo y comprende la etapa de precipitación de las caseínas, apoyada por la acidificación desarrollada por el cultivo (Walstra et al., 1999).

El tratamiento de la cuajada en tanto, involucra una serie de pasos destinados a lograr la contracción del grano con la consiguiente expulsión del suero retenido en su interior, en el fenómeno denominado "sinéresis". Es importante mantener bajo estricto control parámetros como temperatura de proceso, velocidad y tiempos de agitación, condiciones de cocimiento, etc., de esta forma se controla la producción de ácido láctico a los niveles deseados y se promueve la sinéresis del grano en la medida apropiada para la variedad de queso a elaborar. Se debe considerar que la producción de ácido debe ocurrir durante el proceso de elaboración en sí mismo y no en etapas posteriores (Brito et al., 2000).

Potter y Hotchkiss (1999), afirman que elevar la temperatura hasta 38°C durante el cocimiento de la cuajada, provoca la retracción de los granos, fomenta la salida del suero desde su interior y aumenta la velocidad de producción de ácido. Todo ello favorece la salida del suero y el endurecimiento de los granos que adquieren una forma más redondeada.

En el Cuadro 7 se exponen los valores de acidez determinados en cuatro puntos del proceso de elaboración, a fin de evaluar su evolución, el detalle de las repeticiones se puede observar en el ANEXO 8 y los resultados de los análisis estadísticos en el ANEXO 9.

La acidez de las materias primas, al comienzo de la premaduración, presenta diferencias significativas al 95% de confianza, siendo similares los tratamientos 1-2, 2-3 y 3-4, estos últimos con una acidez superior a 20°Th debido en parte, a la mayor riqueza composicional que presentaron por la adición de suero (Walstra y Jenness, 1987; Scott, 1991).

CUADRO 7. Evolución de la acidez de la leche y suero, en el proceso de elaboración.

FASE	TRATAMIENTO			
	1	2	3	4
<b>Premaduración de la leche</b>				
Cultivo láctico (g/100 kg de leche)	0,8	0,8	0,8	0,8
Acidez al inicio de premaduración (°Th)	16,0 a	19,0 ab	20,3 bc	22,5 c
Acidez al fin de premaduración (°Th)	17,0 a	19,7 ab	21,3 bc	23,5 c
Incremento de acidez (°Th)	1,0	0,7	1,0	1,0
<b>Tratamiento de la cuajada</b>				
Acidez al primer desuere (°Th)	11,3 a	13,7 b	15,3 b	17,7 c
Acidez al desuere total (°Th)	8,8 a	10,3 a	12,3 b	14,7 c
Variación de la acidez	- 2,5	- 3,4	- 3,0	- 3,0

Acidez en °Th

Promedio de tres repeticiones

Letras distintas indican diferencia significativa al 5%

Durante la premaduración de la leche se espera un leve incremento en la acidez producto de la actividad del cultivo, en este estudio el aumento fue similar en los

cuatro tratamientos, alcanzando en promedio general de 0,9°Th. Esta situación implica que no hubo un mayor desarrollo de acidez en los tratamientos que incorporaron suero, al contrario de lo que podría esperarse por el mayor contenido de lactosa presente en éstos.

Al cabo de 10 minutos, lapso de tiempo fijado para la etapa de premaduración, se mantuvo la misma tendencia que al inicio, manifestándose los mismos agrupamientos entre los tratamientos, siendo T3 y T4 los que presentaron los mayores valores de acidez con 21,3 y 23,5°Th, respectivamente.

Al medir la acidez en el primer desuere, se aprecia que T4 sigue presentando un desarrollo mayor y significativamente superior al resto de los tratamientos, T2 y T3, en tanto no presentan diferencias estadísticas entre sí, pero manifiestan una acidez significativamente superior a T1 ( $p < 0,05$ ).

En esta etapa ya se ha producido la coagulación de la leche, el corte de la cuajada y la primera agitación de los granos, la medición de la acidez se realiza entonces en el suero desprendido, y dado el menor contenido de sólidos de éste, particularmente de caseínas, es razonable esperar una disminución en su valor respecto de la medición anterior realizada en la leche, lo cual no implica que el desarrollo de acidez se haya detenido ni mucho menos revertido, por el contrario, la fermentación continúa durante todo el proceso de elaboración y se concentra en la cuajada.

Menz (2002), reporta un promedio de 10°Th en el suero desprendido durante la primera agitación en la elaboración



de queso Chanco normal, con un rango de entre 9 y 11°Th, valores coincidentes con lo declarado por Vega (2002) y muy cercanos a lo obtenido en el tratamiento testigo de esta investigación (11,3°Th).

En el último desuere, realizado al final del proceso de elaboración, se observó una disminución de la acidez respecto del desuere preliminar, fluctuando esta baja entre 2,5 y 3,4°Th. Esto se debe al efecto de dilución ocurrido tras el agregado de agua durante el cocimiento de la cuajada, además la tasa de acidificación se desacelera, pues una gran cantidad de lactosa es removida en el primer desuere. Las mayores bajas las presentaron los tratamientos que incorporaron suero, siendo T1 el que obtuvo una menor disminución de la acidez titulable.

El análisis estadístico arroja similitudes al 5% de significancia, sólo entre T1 y T2 con valores de 8,8 y 10,3°Th respectivamente durante el desuere, en tanto que los tratamientos 3 y 4 son diferentes entre sí y respecto de los dos anteriores con 12,3 y 14,7°Th, cada uno.

En esta misma etapa de proceso Vega (2002), declara una acidez de 8,0°Th en el tratamiento testigo para la misma variedad de queso, sólo menor en 0,8°Th respecto del presente estudio. El autor mencionado trabajó con productos comerciales de suero lácteo, puntualmente concentrados de proteínas séricas, los cuales fueron añadidos en cantidades distintas, según las características de cada uno. En los tratamientos que incorporaron estos ingredientes la acidez no manifestó diferencias significativas al desuere total,

aunque se apreció una leve alza en uno de ellos alcanzando los 9°Th.

Creamer et al.(1985), destacan la inconveniencia de un desarrollo excesivo de ácido durante el proceso de elaboración debido a que disminuye la retención de calcio en la cuajada, lo que implica una desmineralización de las caseínas haciéndolas más vulnerables al ataque de enzimas proteolíticas, con lo cual resulta un queso más frágil y desmenuzable. Brito et al.(2002)b, coinciden con esta última aseveración añadiendo que estos quesos presentan un intenso gusto ácido y una textura desmejorada debido a la excesiva contracción de la cuajada, consecuencia a su vez, de la intensa sinéresis que manifiestan.

**4.1.3 Evolución del pH durante el procesamiento y maduración del queso Chanco.** El pH de la cuajada está determinado por la relación existente entre la cantidad de ácido láctico producido y la presencia de componentes con capacidad buffer como los paracaseinatos y el fosfato de calcio. La presencia en mayor o menor medida de estos componentes definirá el carácter ácido o básico de la masa quesera (Walstra et al., 1999).

En el Cuadro 8 se presentan los resultados de las mediciones de pH efectuadas a la materia prima, a la cuajada y al producto final. En la Figura 3 se expone la evolución de este parámetro a lo largo de todo el proceso de producción del queso Chanco. En los ANEXOS 8, 12 y 14, se presenta el detalle de las mediciones obtenidas antes y después de la maduración, el resultado de los análisis estadísticos se puede observar en los ANEXOS 9, 13 y 15.

CUADRO 8. Variación del pH durante el proceso de elaboración y maduración del queso Chanco en estudio.

Etapa	T1	T2	T3	T4
Leche en tina	6,78 a	6,67 b	6,57 bc	6,56 c
Salida de prensa	5,95 a	6,17 a	6,08 a	6,02 a
24 horas	5,33 a	5,88 b	5,72 b	5,67 b
Inicio maduración	5,23 a	5,48 b	5,60 b	5,58 b
Fin maduración	5,33 a	5,33 a	5,35 a	5,32 a

Promedio de tres repeticiones

Letras distintas indican diferencia significativa al 5%

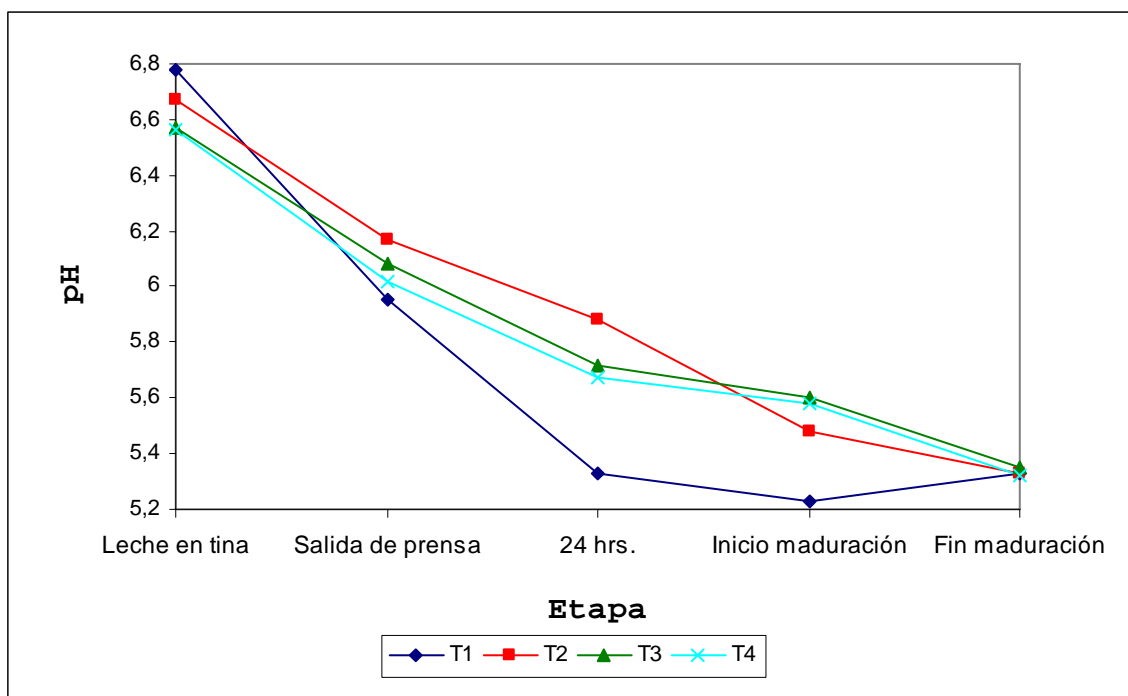


FIGURA 3. Evolución del pH durante el proceso de producción del queso Chanco en estudio.

En queso Maribo, variedad danesa homóloga al Chanco, el pH evoluciona desde el pH de la leche (6,6-6,8) hasta por lo menos pH 5,2 a las 24 horas de concluido el proceso de elaboración. Posteriormente se incrementa durante la maduración, debido a la degradación de las proteínas y del ácido láctico (Brito et al., 2000). Este mismo comportamiento se espera en queso Chanco, pudiendo llegar su pH a 5,4 al término de la etapa de maduración (Chile-INN, 1999).

En la Figura 3, se aprecia una conducta relativamente atípica en la trayectoria que exhiben las curvas de pH de los tratamientos que incluyeron suero, a partir de las 24 horas de concluido el proceso de elaboración, contrastando esta situación con el tratamiento testigo cuya curva se comportó adecuadamente al Chanco normal.

Brito et al.(1996), señalan que el pH del queso Chanco normal al momento de salir de la prensa debe fluctuar entre 5,8 y 6,0; un pH fuera de este rango evidencia que la fermentación no se llevó a cabo en condiciones adecuadas y puede ser signo de descontrol en uno o varios puntos del proceso de elaboración. De esta forma el pH medido en esta etapa se transforma en un reflejo de lo ocurrido con el proceso fermentativo durante la elaboración.

De la información exhibida en el Cuadro 8 y en conformidad con los resultados de los análisis estadísticos expuestos en el ANEXO 9, se desprende que ninguno de los tratamientos presentó diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) con sus pares en torno al pH de salida de prensa, sin embargo, si bien los promedios son estadísticamente

similares, sólo T1 se encuentra en el rango señalado por Brito et al.(1996), para la variedad de queso en estudio.

Los valores de acidez medidos a lo largo del proceso de elaboración no se correlacionan con los de pH obtenidos a la salida de prensa. Según se aprecia en el Cuadro 7 la acidez determinada en los tratamientos 3 y 4, al desuere total, es significativamente más alta que la registrada en T1 y T2, lo que no ocurre en el pH a salida de prensa, donde todos los tratamientos son estadísticamente iguales.

Lo anterior confirma que la mayor acidez registrada en los tratamientos que incorporaron suero se debe principalmente a su mayor contenido en sólidos no grasos, particularmente de proteínas, y no necesariamente a una mayor producción de ácido láctico durante el proceso, de hecho el aumento de acidez entre el primer y segundo desuere en los cuatro tratamientos, fue muy similar (Cuadro 7).

En queso Chanco, Menz (2002), declara un pH promedio de 5,85 al salir de prensa. Vega (2002), en tanto reporta un pH de 5,97 y 5,93 en sus variantes completo y reducido en grasa, respectivamente, mientras que aquellos elaborados con ingredientes derivados del suero, el pH declarado es de 5,82 y 5,95.

Otros autores como Méndez (2000) y Uribe (2001), reportan valores más cercanos a los registrados en esta investigación y comparables a los medidos en los tratamientos que incorporaron suero, fluctuando entre 6,03 y 6,1.

Luego de 24 horas de proceso, el pH medido en los quesos fue 5,33 (T1); 5,88 (T2); 5,72 (T3) y 5,67 (T4), no manifestándose diferencias significativas entre los tratamientos con suero en polvo ( $p > 0,05$ ), pero sí entre éstos y el tratamiento testigo (ANEXO 9).

El pH exhibido en esta etapa por los tratamientos 2, 3 y 4, es significativamente mayor al del tratamiento control y no corresponde a lo esperado en un queso Chanco típico, por lo cual este parámetro se ve afectado por la adición de sólidos a la leche, al contrario de T1 que se aproxima bastante a lo normal.

Autores que han investigado el comportamiento del pH en quesos semiduros como el Chanco y Gouda, concluyen que antes de ingresar a la salmuera, el queso debería alcanzar su valor mínimo de pH, cercano a 5,2 ó 5,3 (Niklitschek, 1997; Méndez, 2000; Vega, 2002). En el presente trabajo se pudo comprobar que la adición de suero no contribuyó a alcanzar los niveles deseados de pH durante esta etapa, posiblemente debido a un efecto tampón que podrían haber ejercido las proteínas contenidas en el suero.

Alais (1985) y Walstra y Jenness (1987), señalan que los principales elementos que influyen sobre la capacidad buffer de la leche son precisamente, las proteínas, los fosfatos, los citratos y los carbonatos, todos ellos presentes también en la cuajada quesera.

Luego de 24 horas del prensado y hasta que el queso entra a la cámara de maduración, el pH del tratamiento testigo baja en una décima, desde 5,33 hasta 5,23 situándose en un valor que, no obstante, aún se puede

considerar normal para queso Chanco que inicia su maduración.

Cabe hacer notar que se hizo muy difícil manejar las condiciones de almacenamiento en la industria donde se realizó la etapa de procesamiento, debido principalmente a los requerimientos propios de producción.

Respecto de los tratamientos 2, 3 y 4, en ellos también se observa una disminución del pH, la baja más pronunciada se manifestó en T2, mientras que en T3 y T4, fue más moderada.

Debido a la degradación de la caseína por acción de las enzimas proteolíticas del cultivo, y a la transformación del ácido láctico en lactato, se espera que el pH aumente progresivamente durante la maduración del queso hasta alcanzar, finalmente, los niveles declarados en la Norma Chilena para queso Chanco, NCh2090, es decir entre 5,2 y 5,4 (Scott, 1991; Dewettinck et al., 1999).

Según los resultados expuestos en el Cuadro 8, y más detalladamente en el ANEXO 14, todos los tratamientos investigados cumplen con la Norma, alcanzando niveles muy similares de pH entre ellos. El tratamiento 1 observó un aumento de una décima entre el inicio y término de la maduración, en tanto T2, T3 y T4 continuaron con una tendencia a la baja, pero lograron finalmente niveles adecuados y no manifestaron diferencias significativas entre ellos ni tampoco respecto de T1 ( $p \geq 0,05$ ).

Al observar la Figura 3 se aprecia claramente la tendencia que toma cada uno de los tratamientos en la evolución del pH, a partir del inicio de la maduración.

Así, T1 muestra un alza natural debido a la formación de compuestos nitrogenados que aumentan el pH del queso, sin embargo, esta tendencia no se manifiesta en los tratamientos que incorporaron suero, por el contrario, se aprecia una disminución continua desde el inicio del proceso de elaboración hasta el término de la maduración.

Según diversos autores, el pH del queso está directamente asociado a su contenido de humedad, de esta forma los quesos más húmedos exhiben menores valores de pH respecto de los menos húmedos, debido a que los primeros retienen mayores cantidades de ácido láctico en la cuajada, además, un mayor contenido acuoso permite un desarrollo más intenso de las bacterias productoras de ácido láctico (Ardö et al., 1989; Fox et al., 1996; Walstra et al., 1999).

Complementando lo anteriormente señalado, Kjaergaard y Stapelfeldt (1991), declaran que la adición de suero en la elaboración quesera, aumenta la cantidad de agua ligada y el contenido de lactosa, lo que resulta en una disminución del pH durante la maduración.

Según los resultados obtenidos, los quesos elaborados con suero presentaron un leve aumento en su contenido de humedad, respecto del testigo sin suero, lo que unido a la mayor presencia de lactosa en la mezcla utilizada en su preparación, explicaría la evolución descendente del pH durante la maduración de estos tratamientos.

En una investigación llevada a cabo en queso Maribo, Brito et al. (2000), concluyeron que la inclusión de sólidos de leche durante el proceso de elaboración produjo un



efecto similar al reportado en este trabajo, observándose una disminución del pH durante la maduración del queso.

#### **4.2 PROCESO DE CONCENTRACIÓN DE LA CUAJADA.**

La producción quesera involucra una serie de etapas cuya motivación final es alcanzar una concentración apropiada de los constituyentes insolubles de la leche para obtener la variedad de queso deseada. Las etapas mencionadas involucran la coagulación, el desuerado y la maduración.

Eck (1990), define el fenómeno de la coagulación como aquellas modificaciones fisicoquímicas que experimentan las micelas de caseína y que determinan la formación de un entramado proteico denominado coágulo o gel. Walstra *et al.* (1999), por su parte, señalan que la coagulación de la leche puede ser iniciada por acción de enzimas, ácido o una combinación de ambos elementos, como resultado de su acción se produce la agregación de las partículas de caseína en una cadena, entrapando a los glóbulos grasos.

La cinética de la coagulación de la leche se puede dividir en dos etapas. Preliminarmente las micelas de caseínas en suspensión coloidal, son desestabilizadas por hidrólisis parcial de su superficie, compuesta por la variante  $\kappa$  de las caseínas, reacción que es catalizada por la quimosina. Una vez desestabilizada la micela, en lo que constituye la segunda etapa, comienza un proceso espontáneo y creciente de agregación, durante el cual las pequeñas micelas originales se transforman gradualmente en verdaderos racimos micelares. Los espacios formados entre

los agregados de caseína permanecen rellenos con glóbulos grasos y suero, sin embargo conforme avanza la formación del gel y los agrupamientos de caseína crecen, el suero es expulsado de estos poros, aumentando la firmeza del coágulo (Johnson *et al.*, 2001; Pires *et al.*, 2004).

El desuerado, en tanto, se acelera tras la rotura del gel formado durante la coagulación y continúa durante el tratamiento de la cuajada en la tina de proceso, etapa en la cual se acelera la deshidratación y concentración de los granos a través de la expulsión de agua y elementos solubles en el suero. En esto ayudan las sucesivas agitaciones mecánicas, la elevación de la temperatura de proceso y la producción de ácido láctico, todo bajo condiciones estrictamente controladas.

El proceso de deshidratación ocurre principalmente durante el procesamiento del queso, sin embargo, no acaba allí. Cuando el producto entra a la cámara de maduración, las condiciones ambientales existentes en ella permiten que una parte importante del agua no ligada sea expulsada desde el interior de la masa, disminuyendo su contenido de humedad. De esta forma, se puede ver que la concentración de la cuajada es un proceso continuo, que involucra todos los pasos posteriores al agregado de la enzima coagulante y donde influyen una serie de parámetros controlables por el productor.

**4.2.1 Coagulación y tratamiento de la cuajada.** En el Cuadro 9 se comparan los aspectos más relevantes controlados luego de la adición del cuajo, principalmente en lo que se refiere al tiempo de duración de cada una de las etapas,

aspectos que permiten apreciar indirectamente el efecto de la incorporación del suero en la producción del queso Chanco.

Los parámetros propios de la fabricación de queso Chanco tales como temperaturas de proceso y cantidad de cuajo añadido, se mantuvieron inalterables en todos los tratamientos, lo que implica que los resultados obtenidos durante la etapa de proceso se pueden atribuir casi exclusivamente a la incorporación del suero reconstituido.

Los datos obtenidos en los tratamientos y sus repeticiones durante las etapas de coagulación y tratamiento de la cuajada, se exhiben en el ANEXO 8 y los resultados de los análisis estadísticos de las mismas, en el ANEXO 9.

En el Cuadro 9, se observa claramente un incremento en el tiempo de coagulación conforme aumenta la cantidad de suero añadido a la materia prima, el tratamiento 2 (2% suero) es el único que no presenta diferencias significativas con el testigo en este aspecto, mientras que los otros tratamientos, T3 y T4 respectivamente, tardaron entre un 21 y 44% más de tiempo en coagular, sobrepasando este último los 63 minutos.

El tiempo de coagulación en un queso de tipo semiduro puede fluctuar entre 25 y 45 minutos (FAO, 1986). Puntualmente en queso Chanco, autores como Muñoz (1999), Méndez (2000), Uribe (2001) y Vega (2002), señalan tiempos de coagulación que no sobrepasan los 41 minutos, mientras que Brito (2000), señala como adecuado un tiempo de 40 minutos para esta variedad.

CUADRO 9. Comportamiento durante la elaboración del queso Chanco con suero, en las etapas de coagulación y tratamiento de la cuajada.

Parámetro	TRATAMIENTO (min)			
	1	2	3	4
Tiempo de coagulación	44,0 a	46,7 ab	53,3 b	63,3 c
Tiempo de reposo del grano	14,3 a	15,0 a	15,0 a	18,3 a
Tiempo de 1 <sup>er</sup> desuere	5,0 a	5,7 a	10,0 ab	16,3 b
Tiempo de 2 <sup>o</sup> desuere	10,0 a	13,3 ab	21,0 b	23,3 b
Tiempo total de proceso de fermentación en tina (Desuere total - Inoc.)	135 a	137 a	147 ab	164 b

Promedio de tres repeticiones

Letras distintas indican diferencia significativa al 5%

Inoc.: Inoculación del cultivo

Algunos autores esbozan explicaciones que permiten comprender el prolongado tiempo de coagulación observado en los tratamientos 3 y 4.

Tornadijo et al. (1998), manifiestan que aquella leche que posea una baja concentración de caseínas, presentará una velocidad de agregación más lenta durante la coagulación, respecto de una leche de composición normal, prolongando el tiempo de coagulación más allá de lo esperado.

En este estudio no se determinó el tenor de caseína presente en la materia prima, aunque no se espera una gran variabilidad, pues la leche empleada en el proceso de elaboración de todos los tratamientos, tiene un origen

común en el tiempo y procedencia. No obstante es evidente el aumento en el contenido total de proteínas debido a la incorporación del suero, lo que era de esperar dado el alto contenido de proteínas solubles en éste.

Consecuente con lo anterior en la leche empleada se varió la proporción caseína/proteínas séricas acorde al nivel de suero agregado. Fenelon y Guinee (1997), atribuyen en parte a este fenómeno los resultados obtenidos en queso Cheddar, tales autores trabajaron en la fabricación de queso Cheddar reducido en grasa utilizando productos sustitutos elaborados a partir de suero, de esta forma observaron que la cuajada obtenida fue más débil de lo esperado y el tiempo de coagulación aumentó discretamente, lo que atribuyen a la escasa agregación de las micelas de caseínas durante la formación del gel y por un incremento en la unión de agua debido a la desnaturalización de las proteínas solubles presentes en el sustituto utilizado, lo que implicaría un cierto grado de dilución de las moléculas de caseína.

Respecto de la capacidad de retención de agua de las proteínas del suero, Linden y Lorient (1996), señalan que éstas en su estado natural absorben poca agua, sin embargo, sus propiedades de hidratación mejoran considerablemente luego de un tratamiento térmico severo.

Lo manifestado por Linden y Lorient (1996), se ve apoyado por los resultados expuestos en el Cuadro 9 respecto del tiempo de reposo del grano, el cual mide indirectamente el grado de fijación del agua en el grano o la dificultad del lactosuero para ser expulsado desde el

interior de la cuajada, en el proceso denominado sinéresis. Este tiempo de reposo fue mayor en el tratamiento con 6% de suero (T4) aunque esta diferencia no fue significativa respecto del tratamiento testigo ( $p > 0,05$ ).

El tratamiento térmico al cual fue sometido el suero antes de ser mezclado con la leche utilizada como materia prima (ver Capítulo 2), produjo un desdoblamiento en la estructura terciaria y cuaternaria de sus proteínas solubles. Durante el calentamiento, la  $\beta$ -lactoglobulina sufre una alteración estructural en la que quedan expuestos sus grupos S-S, que desempeñan una importante función en la formación de puentes covalentes con otras proteínas. Estos cambios, según Inda (2000), son rápidos a valores de pH mayores de 6,7 y a temperaturas mayores de 70°C.

Kinsella, citado por Inda (2000), declara que la solubilidad de las proteínas lactoséricas desnaturalizadas es limitada y su susceptibilidad a la precipitación térmica se incrementa al aumentar la concentración de proteínas ( $\beta$ -lactoglobulina) y al aumentar la concentración de iones de  $\text{Ca}^{++}$ .

Pires et al.(2004), por su parte, declaran que los tratamientos térmicos aplicados a la leche a temperaturas suficientemente altas para denaturar las proteínas del suero, reducen la velocidad de la coagulación. Esto se debería a la formación de complejos entre las proteínas séricas denaturadas (especialmente la  $\beta$ -lactoglobulina) y la  $\kappa$ -caseína que podrían modificar la accesibilidad de la quimosina a su sitio de acción.

Lo declarado anteriormente indica que los tratamientos con mayor incorporación de suero, en esta investigación, contendrían una mayor concentración de lactoproteínas denaturadas, situación que habría influido negativamente en el tiempo de coagulación y en un leve retardo de la sinéresis.

Durante el proceso de elaboración se aprecia un aumento en el tiempo de desuere en los tratamientos experimentales, así, en el desuere preliminar se aprecian diferencias significativas entre T4 y T1-T2, prolongándose el primero por más de 16 minutos, mientras que T1 sólo tardó 5 minutos y T2 5,7 minutos, T3 en tanto, no manifiesta diferencias significativas con T4 al 5%, requiriendo 10 minutos para alcanzar los niveles deseados de suero en la tina de proceso.

El desuere final manifiesta una tendencia parecida, los tratamientos que más tardaron en desuerar fueron T3 y T4 con 21 y 23,3 minutos, respectivamente, lo que se debe a la mayor incorporación de suero y por lo tanto a un incremento en la cantidad de sustancias solubles presentes en la mezcla leche-suero.

Dado lo anterior, en los tratamientos 3 y 4 el tiempo total de proceso medido desde la inoculación del cultivo hasta el desuere total, se incrementó en un 10 y 21%, respectivamente, llegando hasta los 147 minutos en el caso de T3 y 163 en el caso de T4, registrándose diferencias estadísticamente significativas entre T4 y T1-T2 (Cuadro 9). El proceso de fermentación en tina del tratamiento testigo se prolongó por 135 minutos, mientras que T2 tardó

sólo 137 minutos sin manifestar diferencias con el anterior (5%).

Brito (2000), señala un tiempo de procesamiento adecuado para queso Chanco cercano a 135 minutos, desde la inoculación del cultivo láctico hasta el desuere total, es decir el tiempo alcanzado en el testigo elaborado en esta investigación cumplió exactamente con lo señalado, y el tratamiento elaborado con 2% suero (T2), resultó muy próximo a esto.

#### **4.3 RENDIMIENTO DEL QUESO CHANCO**

Por sus implicancias económicas y considerando que obtener un rendimiento maximizado es uno de los principales objetivos de la industria quesera actual, se estudió este parámetro en términos del rendimiento práctico y su relación con el teórico calculado.

Entre los factores que pueden afectar la obtención de un rendimiento adecuado, figuran la composición química de la leche y las condiciones de manejo durante el proceso de elaboración, todos ellos elementos que incidirán fuertemente en los parámetros fisicoquímicos del producto que, finalmente, determinarán su rendimiento (Gilles y Lawrence, 1985; Walstra, 2000; Castillo et al., 2002).

En este trabajo se analizó la influencia ejercida por el suero añadido durante el proceso de elaboración, sobre el rendimiento del queso Chanco, manteniendo la calidad de la materia prima y los parámetros de proceso y maduración inalterables y similares en todos los tratamientos.



**4.3.1 Rendimiento práctico del queso Chanco.** En el Cuadro 10 se exponen los resultados del rendimiento práctico obtenido al principio y al término de la maduración del queso Chanco, medidos al día 0 y 28 de maduración, respectivamente. El detalle de cada tratamiento y sus repeticiones, con sus respectivas desviaciones estándar, se encuentran en el ANEXO 16.

CUADRO 10. Rendimiento práctico del queso Chanco.

Tratamiento	Inicio Maduración (Kg queso/100 Kg leche)	Término Maduración (Kg queso/100 Kg leche)	Diferencia (%)
1	10,74 a	10,12 a	-5,77
2	11,38 b	10,69 b	-6,06
3	11,41 b	10,67 b	-6,49
4	12,28 c	11,47 c	-6,60

Promedio de tres repeticiones

Letras distintas indican diferencia significativa al 5%

El cuadro anterior deja en evidencia la positiva influencia ejercida por el suero en el rendimiento práctico del queso Chanco; se observa claramente un aumento creciente conforme aumenta la concentración de suero agregado, de esta forma, el tratamiento testigo, T1, obtuvo un rendimiento menor, aunque esperado, y correspondiente al reportado en esta variedad de queso por otros autores, en tanto que los otros tratamientos obtuvieron rendimientos significativamente mayores, destacando T4 con un aumento de

un 14% respecto del testigo al inicio de la maduración y de un 13% al finalizar esta etapa.

Menz (2002), en un completo estudio relativo al rendimiento del queso Chanco industrial y luego de múltiples producciones, obtuvo un rendimiento promedio de 10,06 y 9,49 kilos de queso por 100 kilos de leche, al comienzo y término del período de maduración respectivamente, se puede apreciar entonces, que el rendimiento del testigo mencionado en la investigación de Menz (2002), presenta al finalizar la maduración, un rendimiento inferior a lo declarado en el Cuadro 10, para el queso control.

Menz (2002), también declara que entre el comienzo y el término de la maduración se registró una disminución promedio de 5,63% en el rendimiento del queso Chanco, cifra muy cercana al 5,77% obtenido en este estudio.

Brito et al. (2002b), por su parte, reportan un rendimiento práctico de 9,19 kilos de queso por 100 kilos de leche en queso Chanco completo en grasa, al término de la maduración.

Respecto de la influencia que ejerce el suero y/o sus derivados sobre el rendimiento quesero, existen variadas publicaciones que exponen resultados similares a los obtenidos en este trabajo.

Simpfendörfer y Benavente (1989), realizaron un estudio sobre utilización de proteínas del suero en la elaboración artesanal de queso Chanco, concluyendo que éstas influyeron positivamente en el rendimiento,

recomendando su incorporación como ingrediente en la elaboración artesanal de esta variedad quesera.

Vega (2002), por su parte declara un rendimiento de 10,92 y 10,08 kilos de queso Chanco completo en grasa por 100 kilos de leche al inicio y término de la maduración, respectivamente, valores cercanos a lo obtenido en esta investigación. Este mismo autor declara una leve mejora en el rendimiento de quesos reducidos en grasa que incorporaron concentrados proteicos de suero, respecto de la contraparte que no incorporó estos aditivos.

En otras variedades de queso también se reportan mejoras importantes del rendimiento. Brown y Ernstrom (1982), en la producción de queso Cheddar, usaron suero concentrado por ultrafiltración y lo trataron térmicamente a 75°C durante 30 minutos, obteniendo un 4% más de rendimiento y aunque se registraron algunos cambios composicionales, éstos no alteraron de manera significativa las características sensoriales.

En un estudio de procesamiento de queso Maribo con agregado de leche en polvo, Brito et al. (2000), reportaron un incremento desde 11,21 kilos/100 kilos a 22,08 kilos/100 kilos, para leches con 82 y 166 gramos por litro de sólidos no grasos de leche respectivamente, además se comprobó estadísticamente que a medida que aumentó la concentración de sólidos no grasos, se incrementó proporcionalmente el rendimiento con una correlación de  $r=0,998$ .

Los resultados obtenidos en este estudio señalan que la incorporación de un 2% de suero a la materia prima (T2), produce un incremento cercano al 6% de rendimiento del

queso Chanco, tanto al inicio como al término de la maduración, lo que constituye un aumento significativo respecto del testigo (T1).

Al incrementar la cantidad de suero a un 4% (T3), no se evidencian cambios sustantivos en el rendimiento respecto de T2, aunque la diferencia continúa siendo significativa respecto del testigo (T1).

Al incorporar un 6% de suero (T4), el queso Chanco logra su máximo rendimiento, alcanzando un aumento cercano al 14% al inicio de la maduración, respecto del testigo y de un 7,6% respecto de T3. Al término de esta etapa en tanto la diferencia porcentual alcanza un 13% respecto de T1 y de un 7,5%, respecto de T3.

Los resultados expuestos anteriormente harían aconsejable la utilización de suero en polvo en una concentración de 6% para la elaboración de queso Chanco, pues con esta cantidad se lograron los mejores rendimientos, sin embargo, tal como se discutirá más adelante, existen factores composicionales que influyen negativamente en el aspecto sensorial y que hacen poco recomendable la incorporación del suero en esta proporción.

Todo lo declarado en los párrafos precedentes abre la interrogante acerca de qué características particulares hacen del suero un producto que contribuya a obtener mejores rendimientos queseros, al respecto existen acuciosas investigaciones, aunque la mayoría de ellas concluye en que la composición proteínica del suero jugaría un rol preponderante.

Publicaciones aparecidas a partir de los años 80's y algunas más recientes, señalan que la incorporación de proteínas séricas en el queso, usualmente resulta en un aumento del rendimiento, a la vez que mejora el valor nutricional del mismo. Estudios realizados en quesos semiduros y duros, reducidos y completos en grasa, atribuyen estos efectos a la capacidad de las proteínas séricas para ligar agua, condición que se optimiza al denaturarlas parcialmente por un tratamiento térmico apropiado. Algunos autores, sin embargo, no recomiendan su utilización en la producción de quesos duros, por el aumento en los contenidos de humedad que registran y los largos períodos de maduración que les son propios, condiciones que producirían efectos indeseables en el plano sensorial (Banks, 1990; Jameson y Lelievre, 1996; Lo y Bastian, 1998).

Un factor que contribuye a aumentar el rendimiento, según estos autores, tiene relación con la recuperación de las proteínas del suero en la cuajada del queso, las que normalmente, por su condición de proteínas solubles, son perdidas en gran cantidad durante el desuerado, situación que se revierte al desnaturalizarlas.

Inda (2000), por su parte, destaca la importancia de minimizar las pérdidas de caseína durante el proceso de elaboración, ya que esta proteína es la que retiene prácticamente toda la humedad del queso, lo que naturalmente influirá en su rendimiento final. A modo de ejemplo, este autor señala que en un queso blanco con 18% de proteína y 52% de humedad, cada gramo de proteína retiene cerca de 2,9 gramos de agua, por lo tanto la

pérdida de un gramo de caseína en el proceso representa la pérdida de cerca 3,9 gramos de queso, sin embargo un adecuado control durante la producción quesera no debiera resultar en pérdidas importantes de caseína.

Baldwin et al. (1986), en producción de queso Cheddar adicionó proteína del suero en polvo, que fue reconstituida sometiénola a un tratamiento térmico previo (70°C por 15 min), muy similar al realizado en este trabajo, con lo cual logró incrementar el rendimiento entre 1,4 a 6,2% sobre el testigo, es decir el máximo rendimiento alcanzado por estos autores es similar al mínimo logrado en esta investigación (T2). Cabe destacar, sin embargo, que el queso Cheddar obtenido vio alterada su composición y sus características sensoriales.

**4.3.2 Comparación entre rendimiento práctico y teórico del queso Chanco.** Muchas y extensas investigaciones se han realizado con el propósito de desarrollar fórmulas matemáticas para predecir el rendimiento quesero a partir de las características composicionales de la leche, hoy en día este puede ser estimado desde el contenido de proteínas y grasa de la leche usando fórmulas clásicas propuestas por diversos autores (Melilli et al., 2002).

Sin embargo, el rendimiento teórico no sólo está sujeto a los componentes de la leche, sino también a otros factores tales como la medida de la recuperación de la grasa y caseína durante el proceso de elaboración, situación que también está incorporada en algunas de las fórmulas existentes, de ahí la importancia de controlar al

máximo los parámetros propios en la producción de cada variedad de queso.

En el Cuadro 11 se presentan los resultados de rendimiento teórico calculados mediante la fórmula de Jensen, citado por Brito (2000) (Capítulo 3), que contempla el contenido de materia grasa, proteína total, cenizas y lactosa de la leche, además del contenido de humedad y sal del queso. Se puede apreciar también el rendimiento práctico a fin de comparar ambos resultados. El detalle de los resultados en las repeticiones y sus respectivas desviaciones estándar se encuentran en el ANEXO 16.

Del análisis estadístico aplicado a los datos de rendimiento se aprecia que tanto al inicio como al término de la maduración se registran diferencias significativas entre los tratamientos ( $p < 0,05$ ), siendo T4 el que teóricamente tiene el mejor rendimiento, seguido de T3, T2 y finalmente el testigo, T1 (ANEXO 17).

Según el Cuadro 11 y Figura 4, la diferencia entre el rendimiento práctico y teórico del tratamiento testigo fue mínima, lo que permite concluir que la fórmula propuesta por Jensen, citado por Brito (2000), predice el rendimiento práctico del queso Chanco tradicional con una buena aproximación.

No obstante, en los tratamientos con suero se aprecia una diferencia importante entre el rendimiento práctico y el obtenido de fórmula, siendo este último significativamente mayor (ANEXO 17). Esta diferencia se aprecia en ambos períodos donde se realizó la medición y se realza en la medida que aumenta la incorporación de suero.

CUADRO 11. Comparación entre rendimiento práctico y teórico del queso Chanco.

Tratamiento	Inicio Maduración		Término Maduración	
	Práctico	Teórico	Práctico	Teórico
1 (testigo)	10,74 a	10,77 a	10,12 a	10,46 a
2 (2% suero)	11,38 b	12,27 b	10,69 b	12,00 b
3 (4% suero)	11,41 b	14,38 c	10,67 b	13,92 c
4 (6% suero)	12,28 c	15,79 d	11,47 c	15,30 d

Rendimiento expresado en Kg de queso/100 Kg de leche

Promedio de tres repeticiones

Letras distintas indican diferencia significativa al 5%

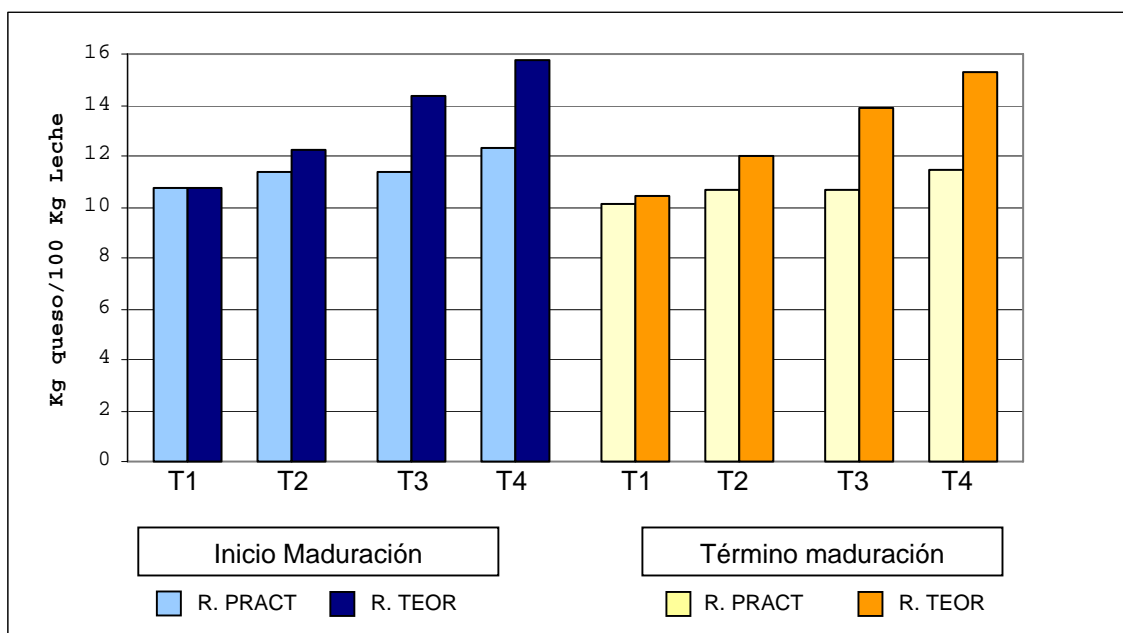


FIGURA 4. Rendimiento práctico y teórico del queso Chanco al inicio y término de la maduración.



Las razones de estos comportamientos se basan en aspectos relativos a la composición de la leche y a la del propio queso, ya que factores como humedad y materia grasa, entre otros, pueden ser determinantes en el rendimiento.

**4.3.3 Composición fisicoquímica del queso Chanco y su influencia en el rendimiento.** El Cuadro 12 expone los resultados composicionales obtenidos tanto al inicio como al término de la maduración. El detalle de estos resultados y de los análisis estadísticos correspondientes, se encuentran en los ANEXOS 12, 13, 14 y 15.

Como se aprecia en el Cuadro 12, el tratamiento 1 cumple con todos los requisitos estipulados en la Norma Chilena Oficial para queso Chanco madurado, NCh2090, esto es humedad, materia grasa, materia grasa en extracto seco y humedad en queso sin grasa. La Norma Chilena no establece requisitos para el contenido de proteínas, cloruros ni cenizas.

4.3.3.1 Humedad en base total y en queso desgrasado (Hum/QDG). La Norma Chilena, NCh2090, establece un rango de 44 a 48% de humedad en base total para queso Chanco industrial madurado, lo que se cumple en todos los tratamientos de la investigación, confirmándose además la inexistencia de diferencias significativas entre ellos a un nivel del 95% de confianza (Chile-INN, 1999). Tampoco se registran diferencias al comienzo de la maduración, se debe recordar que este es un parámetro particularmente sensible para el rendimiento quesero y por ello es contemplado en muchas de las fórmulas desarrolladas para su predicción (Emmons et al., 1991; Brito et al. 2002).

Si bien en ambos períodos medidos se aprecia un mayor contenido de humedad en los tratamientos experimentales (hasta 2 puntos porcentuales entre T1 y T4), el análisis estadístico indica que este incremento no es significativo al 5%.

Méndez (2000) y Vega (2002), reportan valores de humedad en base total superiores al 50% en queso Chanco tradicional al inicio de su maduración, mientras que Uribe (2001), declara un 48,55%.

Menz (2002), en un trabajo realizado en la misma industria de esta investigación, coincide con este estudio en cuanto a la cifra de humedad reportada en queso Chanco industrial al comenzar la maduración del mismo, declarando un 46,35%, frente al 46,63% logrado en esta investigación (T1).

Respecto de los tratamientos experimentales, los niveles de humedad registrados en esta etapa también son inferiores a lo declarado por Vega (2002), autor que trabajó con ingredientes comerciales derivados del suero, obteniendo concentraciones superiores a 52% de humedad.

Al finalizar la maduración de los quesos el contenido de humedad disminuye por efecto de las condiciones ambientales de la cámara de maduración, en este caso la merma fluctuó entre 1,5 y 2,0 puntos porcentuales, siendo mayor la pérdida en T3.

CUADRO 12. Parámetros composicionales del queso Chanco.

PARÁMETRO		TRATAMIENTO			
		T1 (Testigo)	T2 (2% Suero)	T3 (4% Suero)	T4 (6% Suero)
INICIO MADURACION	Humedad	46,63 a	47,46 a	48,63 a	48,69 a
	Materia Grasa	26,80 a	27,13 a	27,47 ab	29,15 b
	Proteína	22,03 a	20,56 ab	18,71 bc	17,55 c
	MG/BS	50,25 a	51,65 a	53,48 ab	56,82 b
	Hum/QDG	63,70 a	65,13 ab	67,05 ab	68,72 b
	Cenizas	3,05 a	3,43 a	3,69 a	3,61 a
	Cloruros	1,06 a	1,28 ab	1,46 b	1,49 b
TERMINO MADURACION	Humedad	44,77 a	45,96 a	46,60 a	46,67 a
	Materia Grasa	27,80 a	28,67 a	29,28 a	30,53 a
	Proteína	23,50 a	21,27 b	20,18 bc	18,89 c
	MG/BS	50,46 a	53,07 ab	54,83 bc	57,01 c
	Hum/QDG	62,07 a	64,43 ab	65,89 bc	67,18 c
	Cenizas	3,70 a	3,96 a	4,27 a	4,24 a
	Cloruros	1,41 a	1,64 b	1,79 bc	1,93 c

Promedio de tres repeticiones

Letras distintas indican diferencia significativa al 5%

Hum/QDG: Humedad en queso desgrasado

MG/BS: Materia grasa en base seca

Tras 28 días de almacenamiento en cámara, los quesos presentaron niveles de humedad más próximos a lo reportado por otros autores, aunque siempre inferiores. Así Simpfendörfer y Benavente (1989), declaran un 47,01% en el

queso Chanco completo en grasa, Molina et al. (1996), un 45,42% en queso Chanco de campo, Uribe (2001), un 47,91%, en queso Chanco industrial, Vega (2002), un 48,18% y Brito et al. (2002b), un 47,35%, mientras que en esta investigación se logró un 44,77% de humedad, cifra aceptada por la Norma Chilena para queso Chanco (Chile-INN, 1999) y próxima a lo declarado por Menz (2002), quien reporta un 45,21% de humedad en queso Chanco industrial madurado.

La humedad registrada al término de la maduración en los quesos elaborados con suero en polvo no manifestó diferencias significativas con el testigo, sin embargo, no se puede descartar cierta influencia de este factor sobre el rendimiento logrado, pues aunque no significativa, de todas maneras se aprecia un alza de este componente en la medida que aumenta la concentración de suero.

Al observar los resultados de humedad expuestos en el Cuadro 12, podría pensarse que las proteínas añadidas con el suero y que fueron previamente denaturadas por calor, no lograron alcanzar el poder de retención de agua declarado por prestigiosos autores ya citados en este trabajo como Eck, 1990; Lawrence y Lelievre, 1990; Drake et al., 1996; Lo y Bastian, 1998, por lo que conviene estudiar el comportamiento de la humedad sobre queso desgrasado (Hum/QDG), que descarta el "factor grasa" y relaciona la humedad con el extracto seco desgrasado del queso, compuesto principalmente por proteínas.

Del Cuadro 12 se desprende que la Hum/QDG presentó diferencias significativas tanto al inicio como al término de la maduración ( $p < 0,05$ ). En el primer caso se detectaron

dos grupos homogéneos, compuestos el primero por T1, T2 y T3 y el segundo por T2, T3 y T4, es decir son estadísticamente distintos T1 y T4, este último con un contenido superior en 5 puntos porcentuales a T1.

Al término del periodo de maduración los grupos homogéneos son 3, T1-T2, T2-T3 y T3-T4. Los tratamientos con mayor contenido de humedad en queso libre de grasa son, en orden decreciente T4 y T3 mientras que en el otro extremo se encuentran T2 y T1. La diferencia entre T1 y T4 es de un 5,1%, cifra cercana a lo reportado por Punidades et al.(1999), quienes utilizaron proteínas séricas en la producción de queso Mozzarella logrando un incremento de 5,3% en la humedad en queso desgrasado.

Según Norma Chilena, la humedad en queso Chanco sin grasas debería fluctuar entre 58 y 66%, lo que al inicio de la maduración se cumple en T1 y T2. Al término de este período en tanto, el único tratamiento que excede el rango es T4, cumpliéndose con la norma en el resto de los tratamientos, a pesar de que T2 y T3 no son quesos elaborados exclusivamente de leche, a los cuales se refiere la Norma (Chile-INN, 1999).

Por lo tanto el parámetro Hum/QDG retrata mejor la importancia que juegan las proteínas en la retención de humedad en el queso y particularmente las proteínas del suero, pues aquellos tratamientos que incorporaron mayores niveles de suero lograron retener mayor nivel de humedad.

Uribe (2001), declara un 65,75% de Hum/QDG en Chanco tradicional sin madurar, Méndez (2000), un 67,97% y Vega

(2002), un 67,25%, valores mayores a los registrados en esta investigación.

El resultado obtenido al cabo de 28 días de maduración es inferior al reportado por otros autores en queso Chanco completo en grasa, sin incorporación de suero, de esta forma Uribe (2001), declara un 64,92% de Hum/QDG, Vega (2002), un 65,37% y Brito et al. (2002), un 64,57%, lo que contrasta con el 62,07% obtenido en este trabajo, sin embargo, en una investigación realizada en queso Chanco de campo madurado a altas temperaturas, Brito et al. (1996), reportan niveles que fluctúan entre 62 y 64% de humedad en queso libre de grasa, valores similares a los presentados en el Cuadro 12 para T1 y acordes a la Norma Chilena para queso Chanco (Chile-INN, 1999).

4.3.3.2 Materia Grasa en base total y en base seca (MG/BS). La concentración de la materia grasa, presente en el queso Chanco, depende en gran medida de la composición original de la leche utilizada como materia prima, de la estandarización aplicada y de las pérdidas registradas durante la elaboración del queso (Brito y Molina, 1991)

La concentración de materia grasa presente en el queso Chanco industrial no debería ser inferior a un 25% según Norma Chilena, NCh2090, lo que se cumple plenamente en todos los tratamientos, tanto al inicio como al término de la maduración (Chile-INN, 1999).

Cabe destacar que al comienzo de la maduración del queso, T4 resultó significativamente más graso que T1 y T2 y no manifestó diferencias significativas con T3 (al 95% de confianza). Tras 28 días de maduración, el contenido de

materia grasa se homologó, no registrándose diferencias significativas entre los cuatro tratamientos, aunque se evidencia un nivel levemente superior en T4, esta situación corrobora que la estandarización de la leche efectuada para nivelar la relación Materia grasa/Sólidos no grasos en todos los tratamientos, se realizó en términos adecuados, cumpliéndose de esta forma con la Norma Chilena NCh2090.

Debido a la pérdida de humedad todos los tratamientos de esta investigación presentaron mayor concentración de materia grasa a fines de maduración, de todos ellos el que manifestó siempre el nivel más alto de este componente fue T4.

La importante presencia de la materia grasa en el queso Chanco juega un rol preponderante en su rendimiento, por lo tanto la mayor cantidad observada en T4 influyó en que éste registrara un rendimiento práctico significativamente superior al resto de los tratamientos siendo más evidente al inicio de la maduración.

Menz (2002), por su parte, señala un promedio de 26,20% MG en queso Chanco industrial que inicia su maduración y un 26,70% en la misma variedad luego de 28 días de maduración. Barría (1995), reporta un promedio de 26,50% de materia grasa en queso Chanco de campo de mercado, elaborado en la zona sur de nuestro país.

El cálculo del contenido de materia grasa en base seca (MG/BS), permite cuantificar en forma exacta el contenido de materia grasa presente en el queso Chanco al descartar el factor humedad, el que, como es conocido, varía durante la maduración (Brito el al., 1995).

Los resultados presentados en el Cuadro 12 permiten apreciar diferencias significativas tanto al inicio como al término de la maduración ( $p < 0,05$ ).

Al día cero de maduración los tratamientos 1, 2 y 3 no manifiestan diferencias estadísticas entre sí, mientras que T4 es similar a T3 y distinto de T2 y T1.

Los tratamientos que registran la mayor concentración de materia grasa en base seca al comienzo de la maduración son T4, con un 56,82% y T3 con 53,48%; seguidos por T2 con un 51,65% y finalmente T1 con 50,25% y al finalizar este periodo los grupos homogéneos son T1-T2, T2-T3 y T3-T4, T1 con 50,46%; T2 con 53,07%; T3 con 54,83% y T4 con 57,01%.

Según Norma Chilena, el queso Chanco madurado debe contener al menos un 45% de materia grasa en base seca, lo que se cumple con creces en ambos períodos evaluados, pues a cero días de maduración, los valores fluctúan entre 50,25 y 56,82%, mientras que al término el rango es de 50,46 y 57,01 (Chile-INN, 1999).

Simpfendörfer y Benavente (1989), obtuvieron valores acordes a la Nch2090, aunque bastante menores a los registrados en esta investigación. Estos autores declaran un rango de 45,34 y 47,72%, en queso Chanco completo en grasa.

Brito (1985), por su parte, reporta un contenido de materia grasa en base seca de 49,16% en queso Chanco madurado por 20 días, cifra muy próxima a lo obtenido en el tratamiento testigo de esta investigación



4.3.3.3 Proteína total. Al igual que la materia grasa, el contenido de proteínas del queso Chanco, particularmente el de caseínas, depende principalmente de la presencia de este componente en la leche empleada en la producción, pero también del control ejercido sobre el proceso de elaboración, ya que un manejo inadecuado de la cuajada puede originar pérdidas importantes de proteínas y otros componentes en el suero (Lou y Ng-Kwai-Hang, 1992; Niklitschek, 1997).

El Cuadro 12 acusa la presencia de diferencias significativas, al 5%, en el contenido de proteína total, al inicio y término de la maduración.

Al comenzar el período de maduración, T1 y T2 manifiestan los mayores niveles de proteína, con un 22,03 y 20,56% cada uno, sin presentarse diferencias significativas entre ellos. El segundo grupo homogéneo está conformado por T2 y T3 y el tercero por T3 y T4, los cuales presentan los menores contenidos proteicos con un 18,71 y 17,55%, respectivamente.

Al terminar la maduración del queso Chanco la situación no difiere sustancialmente, T1 es el que presenta la mayor concentración de proteínas con un 23,50%, seguido de T2 con 21,27%, el cual es estadísticamente igual a T3 con un 20,18% y finalmente T4 con un 18,89%, similar a T3.

Si bien la normativa nacional (NCh2090) no regula la composición proteica del queso Chanco, existen diversos estudios que se pueden utilizar como referencia para comparar los resultados expuestos en el Cuadro 12.

Menz (2002), reporta un 23,25 y un 23,81% de proteínas al inicio y término de la maduración de queso Chanco industrial, respectivamente, valores cercanos a los obtenidos en esta investigación.

Morales (1993), en un estudio similar, declara un 22,97% de proteína total en queso Chanco madurado por espacio de 30 días a 14°C.

Simpfendörfer y Benavente (1989), por su parte, no declaran diferencias significativas en el contenido de proteínas del queso Chanco en los tratamientos elaborados a partir de proteínas séricas, y tampoco respecto del testigo, registrándose incluso en algunos casos leves bajas respecto de éste. El contenido de proteínas declarado por estos autores fluctúa entre 20,03 y 21,62%.

Resultados similares reportan Roupas y Mead (2001), estos autores elaboraron queso para pizzas a partir de leche con un contenido graso de un 2,2%, añadiendo proteínas de suero concentradas en proporciones de 0,1; 0,2 y 0,4%.

La razón por la cual se aprecia una baja importante en el componente proteico de los quesos elaborados con suero, se debe principalmente a las relevantes pérdidas producidas durante el proceso de elaboración, producto de las dificultades de manejo que implica la excesiva presencia de proteínas solubles no coagulables.

Al analizar la composición química del suero desprendido durante el primer desuere, se puede apreciar que el componente proteico del suero correspondiente a T1, se encuentra dentro de los parámetros encontrados en

literatura, es decir entre 0,8 y 1,0% (Wiekinf, 1998). Sin embargo, los tres tratamientos experimentales sobrepasan este rango en forma creciente, según aumenta el nivel de suero en polvo añadido.

CUADRO 13. Proteína total del suero desprendido durante el proceso (%).

Tratamiento	1° Desuere	2° Desuere
1	0,878 a	0,694 a
2	1,126 b	0,879 a
3	1,311 c	1,106 b
4	1,597 d	1,176 b

Promedio de tres repeticiones

Letras distintas indican diferencia significativa al 5%

El Cuadro 13 demuestra que el contenido de proteínas del suero desprendido durante el primer desuere fue estadísticamente diferente, y creciente según el nivel de suero en polvo agregado.

El suero desprendido del tratamiento 4 (6% suero), manifiesta una concentración de proteínas superior en un 81,9% respecto del testigo, T3 (4% suero) es mayor en un 49,3% y T2 (2% suero) en un 28,2%.

La tendencia anterior se mantiene durante el segundo desuere, aunque en menor medida, sin embargo este suero es menos incidente en pérdidas totales de componentes, pues se trata de un suero diluido por el agua de cocimiento de la cuajada. En este caso el testigo no manifiesta diferencias significativas con T2 pero sí con T3 y T4 que resultan superiores ( $p < 0,05$ ).

Resultados publicados por Roupas y Mead (2001), respaldan estos argumentos. En un estudio realizado sobre queso para pizza, la nula incidencia de las proteínas séricas añadidas sobre el perfil proteínico de los quesos, es atribuida a las importantes pérdidas registradas durante el proceso de elaboración de los tratamientos que incorporaron estas proteínas, situación que estaría relacionada a su vez con la débil consistencia de la cuajada formada durante la coagulación de la leche.

El corte y la agitación de cuajadas débiles, implica generalmente la formación de partículas denominadas "finos", que son pequeñísimas porciones irregulares de cuajada que son arrastradas en el suero, llevando consigo importantes cantidades de sólidos, principalmente grasa y proteínas, lo que afecta la composición y el rendimiento del queso.

Según lo reportado en un queso para pizzas, Roupas y Mead (2001), señalan que el contenido de proteína total en el suero del tratamiento con mayor incorporación de proteínas séricas, es un 51% superior al del suero desprendido del testigo, es decir similar a lo registrado en T3, en el primer desuere (Cuadro 13).

4.3.3.4 Cenizas. El contenido de cenizas reportado en esta investigación no registró diferencias significativas entre tratamientos, tanto al inicio como al término de la maduración ( $p \geq 0,05$ ).

Lo esperable era observar un incremento en el contenido de cenizas conforme aumentara la cantidad de suero añadida a la materia prima, pues desde el punto de

vista cuantitativo, los minerales son los terceros constituyentes más importantes del lactosuero, luego de la lactosa y las proteínas, superando incluso a la materia grasa (Wiekinf, 1998).

Si bien se observa un leve incremento en los tratamientos experimentales, la razón por la cual éste aumento no fue significativo pudo deberse a posibles pérdidas ocurridas durante el proceso de elaboración, tal como ocurrió con las proteínas y la lactosa, componentes cuyas mermas fueron importantes en los tratamientos elaborados con suero (ANEXO 10 y 11).

Creamer et al.(1985), relacionan el contenido de minerales en el queso con el pH de la cuajada. Estos autores afirman que el desarrollo excesivo de acidez durante el proceso de elaboración genera una desmineralización importante en el queso, condición que pudo haber influido en que el contenido mineral del queso Chanco elaborado con suero no fuera significativamente mayor que el del testigo, pues los tratamientos 3 y 4 presentaron niveles de acidez significativamente superiores a T1, durante todo el proceso de elaboración.

Simpfendörfer y Benavente (1989), no reportan diferencias significativas al 5% en el contenido de cenizas en queso Chanco elaborado con proteínas de suero, señalando un rango que fluctúa entre 3,04% y 3,38%, al término de la maduración.

La Norma Chilena para queso Chanco, no incluye a este parámetro en su texto.

4.3.3.5 Cloruros. El contenido de cloruros en el queso influye de manera importante, tanto en el plano sensorial, como en la actividad enzimática y en el crecimiento de las bacterias iniciadoras, controlando, además, el desarrollo de microorganismos indeseables (Fox, 1987; Mistry y Kasperson, 1998).

Según Scott (1991), existe relación directa entre la presencia de cloruros y la humedad del queso. Al respecto Eck (1990) y Madrid (1991), señalan que la sal interviene en la etapa de contracción del coágulo, facilitando la expulsión del suero y regulando la acidez, lo que necesariamente influye en el contenido de humedad y por consiguiente en el rendimiento quesero.

Del Cuadro 12 se desprende que el nivel de Cloruros registrado en el queso Chanco exhibe diferencias estadísticas en ambos períodos en que fue medido, de esta forma al comenzar la maduración, T1 contiene una concentración significativamente menor de cloruros en relación a T3 y T4 y similar a T2, los tratamientos elaborados con suero en tanto, no registran diferencia significativas entre sí ( $p \geq 0,05$ ).

A 28 días de maduración las diferencias se acentúan conforme aumenta la concentración de sales, T1 es diferente a todos los demás tratamientos con un contenido significativamente menor de cloruros, T2 es similar a T3 y este último similar a T4, el cual manifiesta la mayor concentración con un 1,93% frente a un 1,41% de T1.

Respecto de los resultados reportados por otros investigadores, Menz (2002), declara un 1,17% de sal en el

queso Chanco industrial madurado, no obstante, McSweeney et al. (1997), señala que un rango de 1 a 3% de sal, es considerado normal en la mayoría de las variedades de queso.

Del perfil composicional de los quesos, presentado en el Cuadro 12 y discutido en los párrafos precedentes, se puede inferir el grado de influencia que ejerce cada uno de los componentes de la leche en el rendimiento, de acuerdo a la proporción en que éstos se encuentran en el queso.

En cuanto a la humedad en base total de los tratamientos experimentales, si bien no registró un aumento significativo respecto del testigo, manifiesta cierta tendencia al alza en los quesos que fueron elaborados con suero, por lo que no se puede descartar su influencia en el rendimiento de estos quesos, sobre todo si se considera que la humedad representa casi el 45% de la composición total del queso Chanco.

Como se ha discutido, si se toma como referencia el inicio de la maduración, el contenido de proteínas evidencia una disminución en los tratamientos 3 y 4 respecto del testigo, sin embargo, los datos de humedad en queso desgrasado corroboran que a pesar de esta merma, la capacidad de absorción de agua de las proteínas totales del queso aumenta, debido probablemente a las características hidrofílicas de las seroproteínas, lo que se manifestó al registrarse aumentos significativos del contenido de humedad en queso desgrasado en los tratamientos experimentales, lo que ejerció una positiva influencia sobre el rendimiento final.

#### **4.4 ANALISIS SENSORIAL DEL QUESO CHANCO MADURADO**

En el Cuadro 14 se exponen los resultados del análisis sensorial aplicado al producto luego de 28 días de maduración, en el ANEXO 20, en tanto, se presentan los valores con el detalle de las repeticiones. Los atributos evaluados fueron color, presencia de ojos, gusto, olor, firmeza, cohesividad, adhesividad y apreciación general. La descripción de cada uno de estos atributos se presenta en el ANEXO 18, la cartilla de evaluación sensorial y la escala de valores entregada a los jueces para la calificación se puede consultar en el ANEXO 19.

Las calificaciones otorgadas por los panelistas fueron sometidos a un Test de Concordancia, previamente a aplicar la ANDEVA, el cual estableció la coherencia estadística requerida para validar los resultados de los atributos evaluados. No obstante, el atributo "olor" debió ser descartado, pues no se obtuvo concordancia entre las opiniones de los jueces integrantes del panel sensorial para este parámetro, lo cual es factible de ocurrir porque el olor es un atributo sensorial bastante difícil de distinguir (ANEXO 21).



CUADRO 14. Evaluación sensorial del queso Chanco madurado.

Tratamiento	Color	Presencia de ojos	Gusto	Firmeza	Cohes.	Adhes.	Apreciación General
1	8,7 a	8,1 a	8,0 a	8,4 a	7,9 a	7,8 a	8,1 a
2	8,0 ab	8,0 a	7,6 a	8,0 ab	7,9 a	7,8 a	8,0 a
3	7,6 b	7,7 a	7,2 a	7,2 b	7,2 ab	7,2 ab	7,3 a
4	6,0 c	6,5 b	6,3 b	6,2 c	6,5 b	6,4 b	6,1 b

Promedio de tres repeticiones

Letras distintas indican diferencia significativa al 5%

Escala:

Valor 1: Muy defectuoso

Bajo valor 7: Bajo lo normal

Entre valores 10 y 8: Normal.

**4.4.1 Color.** Según Eck (1990), el color de un objeto, bien sea visto por el ojo o detectado por un instrumento, es una combinación de tres factores: la fuente luminosa, el objeto y el observador.

En el caso del queso y otros productos lácteos como mantequilla y crema, su coloración amarilla está dada fundamentalmente por el nivel de caroteno, pigmento asociado a la grasa, que es incorporado al organismo de la vaca a través de la dieta, pasando de ahí a la leche. Además, en el caso particular del queso, los compuestos resultantes de las degradaciones bioquímicas que ocurren durante la maduración, originan una intensificación del color amarillo del producto (Brito, 1990; Fox y McSweeney, 1998).

De acuerdo al test de Kruskal-Wallis expuesto en el ANEXO 22, los jueces integrantes del panel sensorial detectaron diferencias significativas entre los

tratamientos en estudio, para el atributo color. De esta forma se aprecia que aquellos tratamientos con mayor incorporación de suero, T3 y T4, obtuvieron las peores calificaciones y fueron significativamente inferiores al testigo, T1, el que a su vez, obtuvo una puntuación similar a T2.

Los tratamientos 3 y 4 fueron calificados, en color, con una graduación que los cataloga como "bajo lo normal", siendo T4 (6% suero), el peor calificado.

Por su parte, T2 logró una calificación aceptable quedando una sensación de normalidad entre los panelistas, quienes calificaron el atributo con puntaje 8,0; estadísticamente similar al testigo, T1, el cual obtuvo una calificación 8,7 ( $p \geq 0,05$ ).

La Norma Chilena para queso Chanco (NCh2090), establece que el color típico de la masa interna debe ser blanco cremoso o amarillo muy suave y homogéneo, mientras que la cáscara debe presentar una tonalidad amarilla a amarilla pálida, además de ser lisa, fina y seca.

Los defectos señalados por los panelistas y atribuibles al color del queso Chanco fueron "moteado", "pálido y "veteado", además de las características "intenso" y "brillante". Como cualidad se calificó como "típico".

De acuerdo a las observaciones de los jueces que integraron el panel sensorial, T1 y T2 se aproximan bastante a la normativa, siendo calificados por la mayoría de ellos como "típico". Asimismo, el panel sensorial asignó

a T3 la característica de "moteado", mientras que a T4 lo calificaron como de una tonalidad "pálida" y "veteada".

Brito (1990), señala que uno de los motivos de estos defectos, puede deberse a una inadecuada acción del cultivo iniciador durante la fermentación o la maduración del queso. Al respecto puede observarse un comportamiento diferente de la evolución del pH en los tratamientos experimentales respecto del testigo, pues este en vez de aumentar, disminuyó drásticamente durante la maduración, lo que podría haber influido en la coloración de los quesos fabricados con suero.

Marth y Steele (1998), señalan que una de las causas de la tonalidad blanquecina en quesos defectuosos tiene su origen en el exceso de acidificación, esto puede manifestarse con más frecuencia en quesos con agregado de suero, pues el exceso de lactosa al concentrarse en ciertas áreas de la masa y ser fermentada, puede formar sectores más ácidos, lo que provoca tal anomalía.

**4.4.2 Presencia de ojos.** Este atributo es propio de cada variedad de queso y describe su estructura en relación a la presencia o ausencia de "ojos" en el interior de su masa. La textura del queso puede ser "abierta" o "cerrada" (Brito, 1990).

Walstra et al. (1999), afirman que los ojos del queso formados como resultado de una fusión imperfecta de los granos, combinado con la inclusión de aire, se denominan "ojos mecánicos".

El test de Kruskal-Wallis aplicado a los resultados del panel para este atributo (ANEXO 23), refleja la existencia de diferencias significativas sólo entre T4 y el resto de los tratamientos, siendo T1, T2 y T3 iguales entre sí. T4 presentó una deficiente presencia de ojos, y junto a T3 se situaron por debajo del rango considerado normal para esta variedad de queso (8 puntos).

Las características evaluadas para perfilar el atributo presencia de ojos fueron, "ojos mecánicos", "ojos de gas", "cerrado", "mixta" y "ojos puntiformes".

Según Norma Chilena (NCh2090), el queso Chanco presenta una textura abierta, con abundantes ojos mecánicos o irregulares, distribuidos uniformemente en toda la masa del queso.

Esta definición concuerda con lo observado por la mayoría de los panelistas en el tratamiento testigo (T1) y en el tratamiento con 2% suero (T2), aunque algunos jueces reportan la presencia de una textura mixta, es decir con presencia de ojos redondos procedentes de la acción de bacterias productoras de gas, situación que se acentúa ligeramente en los tratamientos 3 y 4.

**4.4.3 Gusto.** Según McSweeney et al. (1997), el gusto es uno de los atributos organolépticos más importantes en el queso, y un adecuado balance de compuestos sápidos es vital para su calidad.

Aunque la normativa nacional no establece requisitos para este parámetro, Brito et al. (1996), señalan que el gusto típico del queso Chanco es suave, a queso

medianamente madurado y aroma puro, además no debe presentar sabores extraños como amargo, ácido, salado a levaduras, estiércol o insípido.

De acuerdo a los resultados expuestos en el Cuadro 14, se observa la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $p < 0,05$ ), conformándose 2 grupos homogéneos según gráfica de Box and Whisker (ANEXO 24). Estos grupos son T1-T2-T3 y T4, donde este último es significativamente diferente e inferior al resto de los tratamientos.

Según los parámetros de normalidad establecidos en este estudio, el único tratamiento que se puede calificar como tal, de acuerdo al puntaje asignado por el panel, es el testigo, pues todos los tratamientos que incorporaron suero obtuvieron puntajes bajo el rango 8,0-10,0; aunque T2 y T3, con 7,6 y 7,2, respectivamente, se encuentran muy próximos al límite inferior del rango mencionado y numéricamente no reportan diferencias significativas entre sí.

Los defectos señalados en la caracterización del gusto del queso Chanco fueron, "rancio", "salado", "amargo", "ácido", "procesado" e "insípido" y como cualidad "equilibrado".

La mayoría de los jueces integrantes del panel sensorial, calificaron como "equilibrado" el gusto del tratamiento testigo, sin embargo detectaron algunos defectos en la tercera repetición, como una leve mayor acidez.

En cuanto a los tratamientos elaborados con suero, la presencia de gustos extraños fue más pronunciada, así, T3 y T4 manifiestan gustos a salado y en menor medida ácido, misma tendencia que se señala en T2, aunque en menor grado.

Al comparar esta situación con los resultados composicionales del queso Chanco (Cuadro 12), se aprecia una clara coherencia entre la concentración de sal (cloruros) de los tratamientos y los comentarios apuntados por los panelistas, pues los quesos que incorporaron mayor cantidad de suero, reportaron alzas significativas en su contenido de sal.

Las proteínas intactas no influyen mayormente en el gusto y aroma de los queso, ya que éstas poseen un sabor más bien neutro, son sus productos de degradación las que imparten al queso su sabor típico. Sin embargo, la hidrólisis parcial de las proteínas de la leche puede dar origen a la formación de péptidos amargos que son identificados al momento del consumo del queso, es así que mientras más péptidos hidrofóbicos de cadena corta se forman debido a la degradación de la proteína, una mayor sensación de amargor será detectada en el queso (Walstra et al., 1999).

Punidades el al. (1999), además afirma que la aparición de gustos atípicos, como resultado de la hidrólisis parcial de la proteínas séricas incorporadas, es menos probable en quesos madurados por varios meses que en aquellos de maduración corta, como el Chanco.

En el presente estudio, no obstante, los panelistas no detectaron la presencia de este defecto, al contrario de

lo que podría haberse esperado tras la incorporación de proteínas séricas a través del suero.

Carunchia et al. (2003), en un estudio del perfil de sabor del suero de queso Cheddar, manifiestan que los parámetros más influyentes en el gusto de este componente, son tres: el origen de la leche, las condiciones de procesamiento del queso y el cultivo utilizado y declaran que el hexanal y el diacetilo son los componentes sápidos que más varían en el suero.

Según McSweeney et al. (1997), un queso bajo en sal es más propenso a manifestar sabores amargos, ya que la susceptibilidad de la  $\beta$  caseína a la hidrólisis por la quimosina es fuertemente afectada por el aumento en la concentración de cloruro de sodio. Por otro lado, la porosidad de la pared celular de las bacterias del cultivo iniciador y, por lo tanto, la liberación de peptidasas intracelulares, se ve también alterada por el incremento de la concentración salina en la cuajada, lo que disminuiría la posibilidad de aparición de péptidos amargos.

Dado lo anteriormente expuesto, el aumento significativo de la concentración de sal en los quesos experimentales respecto del testigo, podría tener alguna incidencia en la escasa percepción de sabor amargo en el producto madurado.

Baldwin et al. (1986), en un estudio realizado en queso Cheddar, concluyeron que a medida que aumenta la concentración de proteínas séricas en el queso, disminuye en forma significativa la calificación sensorial del gusto, respecto del testigo elaborado bajo los parámetros típicos

de esta variedad. Esta situación se hizo evidente a partir del primer mes de maduración, acentuándose a los 3 y 6 meses.

**4.4.4 Firmeza.** Como define Eck (1990), la consistencia, tal como es percibida por el sentido del tacto o por la boca durante la masticación, es una combinación de numerosos parámetros texturales elementales que el cerebro integra instantáneamente, entre ellos se mencionan la firmeza, elasticidad, cohesividad y adhesividad.

La firmeza, propiamente tal, puede ser definida como la fuerza de fractura aplicada al queso, para alcanzar su rompimiento.

La Norma Chilena (NCh2090) establece que el queso Chanco debe ser de consistencia semiblanda y de carácter mantecoso. Para efectos de este estudio se consideraron puntos extremos las categorías "firme" y "excesivamente blando", mientras que lo esperado se enmarca en la categoría "típica".

De acuerdo a los resultados expuestos en el Cuadro 14 y ANEXO 25, se aprecia que los tratamientos 1 y 2 alcanzaron puntajes satisfactorios que permitieron catalogar al atributo como "normal", sin embargo, los tratamientos 3 y 4 calificaron con puntajes inferiores y fueron estadísticamente distintos del testigo ( $p < 0,05$ ), a pesar que, T2 y T3 no manifestaron diferencias significativas entre sí ( $p \geq 0,05$ ).

El panel organoléptico observó que el tratamiento 4 (6% suero), manifestó deficiencias en firmeza presentándose "excesivamente blando" en relación a los demás



tratamientos, en tanto que T1 y T2 fueron considerados mayoritariamente como "típico". Para T3, en tanto, las opiniones se vieron divididas, ubicándose más bien en un nivel intermedio entre T2 y T4.

Entre los factores que afectan la firmeza de queso se encuentran el contenido de grasa y humedad, la acidez y el contenido de fosfato de calcio, además de parámetros ambientales como la temperatura circundante.

Según Walstra et al.(1999), a medida que el contenido de grasa y humedad aumentan, disminuye la firmeza, lo que es coherente con los resultados obtenidos en esta experiencia, ya que el nivel de materia grasa en base seca y de humedad en queso desgrasado, en los tratamientos experimentales, es significativamente mayor que en el testigo.

Por otro lado Jameson y Lelievre (1996), atribuyen una participación importante a las proteínas del suero agregadas, en el desarrollo de la consistencia del queso. Estos autores señalan que las proteínas séricas actuarían como rellenos inertes en la red tridimensional formada por las caseínas, lo que disminuiría la firmeza de estos quesos.

La aseveración anterior, concuerda con los resultados de firmeza expuestos en el Cuadro 13, pues los tratamientos menos firmes, fueron aquellos con mayor cantidad de suero añadido.

**4.4.5 Cohesividad.** Entre los atributos del queso Chanco destaca su cohesividad. Este parámetro, evalúa la masa del queso en relación a su continuidad, la cual debe ser

homogénea al paladar. Una masa desmenuzable e irregular es considerada como una característica defectuosa (Brito et al., 1996).

De acuerdo a los resultados expuestos en el Cuadro 14 y ANEXO 26, ninguno de los tratamientos alcanzó las características de cohesividad deseadas y mencionadas en el párrafo anterior, ya que todos ellos calificaron con puntajes inferiores a 8,0, no obstante T1 y T2 se ubicaron sólo una décima por debajo de este límite, lo que los aleja considerablemente de T4 (6,5) y algo menos de T3 (7,2).

El test de Kruskal-Wallis, detectó dos grupos homogéneos, el primero conformado por T1, T2 y T3 y el segundo por T3 y T4, lo que permite concluir que T4 fue significativamente menos cohesivo que el resto de los tratamientos.

Las subcategorías establecidas para caracterizar la cohesividad del queso Chanco fueron, "mantecoso", "desmenuzable" y "elástico".

Llama la atención que la mayoría de los panelistas catalogara al tratamiento 2 y en menor medida al tratamiento 4, como "mantecoso", en circunstancias que el tratamiento testigo recibiera menos comentarios al respecto. De acuerdo al contenido de materia grasa en base total y en base seca, se observa que es estadísticamente similar en T1 y T2 al finalizar la maduración, aunque se aprecia cierto aumento en T2 (Cuadro 12), por lo tanto este parámetro no justifica este comportamiento. Sin embargo, las proteínas desnaturalizadas del suero pueden simular la

característica de mantecosidad impartida por la grasa, esta cualidad les confiere a las proteínas séricas la particularidad de poder actuar como sustitutos de la grasa en diversos alimentos, entre ellos el queso (Linden y Lorient, 1996).

**4.4.6 Adhesividad.** Al evaluar este parámetro se está midiendo la capacidad de la masa para adherirse al paladar durante la masticación, así el queso Chanco se caracteriza por ser medianamente adhesivo.

La evaluación de la adhesividad por parte de los panelistas manifestó un comportamiento similar al de la cohesividad, en primer lugar ninguno de los tratamientos se ubicó dentro del rango considerado "normal" para el atributo, aunque T1 y T2 estuvieron muy próximos a ello, específicamente a dos décimas del límite inferior. Por otro parte T1, T2 y T3 no manifestaron diferencias significativas entre sí, mientras que T3 y T4 también fueron similares estadísticamente ( $p \geq 0,05$ ) (ANEXO 27).

Las subcategorías en las que fue caracterizada la adhesividad del queso Chanco fueron, "semiadhesivo", "pegajoso", y "granuloso".

Olson y Johnson (1990), relacionan la adhesividad del queso con su humedad y manifiestan que mientras más elevado sea el contenido de humedad, más pegajoso será el queso, lo que en el caso del Chanco constituye un defecto, pues éste debe ser medianamente adhesivo.

Los panelistas calificaron a T4 como "bajo lo normal" para este atributo, señalando como principal defecto su

característica de pegajoso, lo que concuerda con su mayor contenido de humedad, como declaran Olson y Johnson (1990).

**4.4.7 Apreciación General.** Este parámetro constituye, fundamentalmente, una característica del atractivo general producido por el producto ante el panelista evaluador. El aspecto de un queso es un concepto general que agrupa características geométricas (forma, dimensión, etc.), características macroestructurales (agujeros, fisuras, presencia de micelio, etc.) y por supuesto el color (Eck, 1990).

Luego de calificar cada uno de los atributos, los panelistas procedieron a evaluar el aspecto general del queso Chanco, considerando para ello una visión global de las características más importantes del producto.

De esta forma se observa, que los tratamientos mejor evaluados por los jueces integrantes del panel organoléptico fueron el testigo, T1, seguido inmediatamente de T2 (2% suero), sin detectarse diferencias significativas entre ellos y ambos considerados "normales".

El tratamiento 3 (4% suero), tampoco registró diferencias significativas con T2 y el testigo, aunque obtuvo una calificación levemente inferior que lo dejó fuera del rango de normalidad (ANEXO 28).

El tratamiento peor evaluado por los jueces fue T4 con un puntaje 6,1, bastante inferior al tratamiento que le sigue, T3, el cual obtuvo un promedio igual a 7,3.

## 5 CONCLUSIONES

- Durante la etapa de premaduración y en ambos desueres del proceso de elaboración del queso Chanco, se registró una acidez significativamente mayor en aquellos tratamientos con adición de suero en polvo, particularmente en T3 y T4 (4 y 6% suero, respectivamente). T2, en tanto, es estadísticamente similar al testigo sin suero (T1), en todas las etapas evaluadas.
- Luego de 24 horas de finalizado el proceso de elaboración, la evolución del pH manifestó un comportamiento atípico en los tratamientos con suero, respecto del testigo, pues se observa una disminución más lenta del pH en estos tratamientos, registrándose diferencias significativas con T1, sin suero. Durante la maduración, el pH de esos tratamientos desciende hasta homologarse con T1.
- El tiempo de coagulación no presentó diferencias significativas entre los tratamientos testigo y 2% suero (T1 y T2, respectivamente), sin embargo, estas diferencias sí se manifestaron entre el testigo y los tratamientos 3 (4% suero) y 4 (6% suero), alcanzando en este último caso a 63,3 min. Lo anterior pone en evidencia la perjudicial influencia del suero sobre este parámetro de proceso, cuando es añadido en una concentración igual o superior a 4%.

- La incorporación de suero afectó en forma creciente el tiempo total de proceso, debido a la prolongada coagulación y desuere de los tratamientos experimentales, sin embargo, no se registraron diferencias significativas entre el testigo y el tratamiento con 2% suero (T2).
- La inclusión de suero mejoró sustancialmente el rendimiento práctico del queso Chanco al término de la maduración, con un alza máxima de 13% en T4 y, en el otro extremo, de 5,6% en T2, respecto del testigo sin suero. El rendimiento teórico, en tanto, fue estadísticamente diferente en todos los tratamientos, tanto al inicio, como al término de la maduración, resultando mayor en T4.
- Se manifiestan diferencias importantes entre el rendimiento práctico y el teórico al inicio y término de maduración, las que se acentúan en aquellos tratamientos con 4 y 6% suero. En el testigo, la fórmula propuesta por Jensen entrega una mejor aproximación al rendimiento práctico.
- Las diferencias más acentuadas en la composición del queso Chanco se observaron en el contenido de materia grasa en base seca (MG/BS) y de humedad en queso desgrasado (Hum/QDG), tanto al inicio como al término de la maduración. Ambos parámetros fueron mayores en los tratamientos con suero y sólo T2 fue similar estadísticamente a T1. El contenido de proteínas, en tanto, fue menor en los tratamientos experimentales.

- En ninguno de los parámetros sensoriales evaluados se registraron diferencias estadísticamente significativas entre el testigo y T2 (2% suero), obteniendo estos tratamientos, las mejores calificaciones de los panelistas. T4 (6% suero), en tanto, fue el tratamiento peor evaluado, con puntajes que lo catalogan como fuera de lo normal.
- Se puede elaborar queso Chanco utilizando suero en polvo en una concentración de 2%, sin afectar mayormente las condiciones de proceso ni las características sensoriales del producto y con un rendimiento superior al elaborado sin suero.

## 6 RESUMEN

La incorporación de suero durante la elaboración de queso produce cambios composicionales y sensoriales en el producto final, y una importante mejora en su rendimiento. Bajo tales consideraciones, se estudiaron los cambios producidos en queso Chanco, al incorporar un 2% (T2), 4% (T3) y 6% (T4) de suero reconstituido en polvo, y se evaluó su impacto sobre el rendimiento.

La leche empleada en la elaboración fue estandarizada en su contenido de materia grasa para obtener una relación homogénea entre este componente y los sólidos no grasos, procediéndose luego a la elaboración del queso.

Los cambios más evidentes registrados en los tratamientos experimentales durante la etapa de proceso, fueron el aumento de acidez y del tiempo de coagulación. Estas diferencias, sin embargo, no fueron significativas entre T2 y el testigo (T1).

A partir de las 24 horas de concluido el proceso de elaboración, el pH manifestó una evolución atípica en los tratamientos con suero, aunque al finalizar la maduración no se registraron diferencias significativas entre éstos y el testigo, alcanzándose el pH típico del Chanco madurado y acorde con la Norma Chilena para esta variedad(NCh2090).

El uso de suero en polvo para elaborar queso Chanco mejoró significativamente su rendimiento, tanto al inicio como al término de la maduración, en este resultado influyó el mayor contenido de humedad en queso desgrasado y de materia grasa en base seca de los tratamientos experimentales, particularmente en T3 y T4. El rendimiento teórico por su parte, manifestó diferencias importantes con el rendimiento práctico en T2, T3 y T4.

Se comprobó que los atributos sensoriales del queso madurado se ven afectados al utilizar una concentración de 4 y 6% de suero, en cambio, empleando un 2% las características sensoriales se mantienen idénticas a las del testigo.



## SUMMARY

Adding whey during the cheese manufacturing causes composition and sensorial changes on the final product improving its yield. Based on this reflexion, the changes in the "Chanco" Cheese were tested when adding 2% (T2), 4% (T3) and 6% (T4) of whey reconstituted in powdered form and its impact was evaluated on the yield.

The milk used in the manufacturing was standardized in its content of fat matter to get a homogeneous relationship between this component and the non-fat solids.

The most important changes registered in the experimental treatments during the process stage were the acidity increasing and the coagulation time. However, these differences were not significant between T2 and the Control (T1).

The pH showed an atypical evolution in the whey treatments 24 hours later after finishing the manufacturing process. However, there were not significant registered differences between these ones and the Control at the end of the ripening, getting the typical pH of the ripened "Chanco" and in accordance with the Chilean standard for this variety (Nch 2090).

The use of whey in powdered form to manufacture "Chanco" cheese improved significantly its yield at the beginning but also at the end of the ripening. The greater humidity content in non-fat cheese and fat matter in dried base of the experimental treatments influenced on this result., especially on T3 and T4. The theoretical part itself showed significant differences with the practical one on T2, T3 and T4.

It was proved that the sensorial attributes of the ripened cheese are affected when using a 4% and a 6% of whey concentration. On the other hand, using a 2% the sensorial features are the same of that of the Control.

## 7 BIBLIOGRAFIA

ANONIMO. 2002. Suero: Un Producto de Leche Natural. Industria de Alimentos. Marzo. pp 22-27.

ALAIS, C. 1985. Ciencia de la leche. Principios de tecnología lechera. Barcelona, Reverte, S.A. 852 p.

ARDÖ, Y., LARSSON, P., LINDMARK, H. y HEDENBERG, A. 1989. Studies of peptidolysis during early maturation and its influence on low-fat cheese quality. *Milchwissenschaft*. 44 (8): 485 - 490.

ASTETE, A. 1989. Estudio de procesamiento, maduración y características del queso tipo Maribo, elaborado mediante la adición de sólidos lácteos. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias y Tecnología de la Leche. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. 164 p.

BALAGTAS, J. V., HUTCHINSON, F. M., KROCHTA, J. M. y SUMNER, D. A. 2003. Anticipating market effects of new uses for whey and evaluating returns to research and development. *Journal of Dairy Science*. 86:1662-1672.

BALDWIN, K., BAER, R., PARSONS, J., SEAS, W., SPURGEON, K., TORREY, G. 1986. Evaluation of yield and quality of cheddar cheese manufactured from milk with added whey protein concentrate. *Journal of Dairy Science* 69: 2543-2550.

- BANKS, J. 1990. Improving cheese yield by the incorporation of whey powder. Dairy Industries International 55(4): 37-41.
- BANKS, J., STEWART, D., MUIR, D., WEST, I. 1987. Increasing the yield of Cheddar cheese by the acidification of milk containing heat-denatured whey protein. Milchwissenschaft 42(4): 212-215.
- BARRÍA, M. 1995. Características de composición, sensoriales y grado de maduración del queso Chanco de campo. Tesis Ingeniero en Alimentos. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia-Chile. 126p.
- BOYD, L., DRYE, N Y HANSEN, P. 1999. Isolation and characterization of whey phospholipid. Journal of Dairy Science 82: 2550-2557.
- BRITO, C. 1985. Aspectos tecnológicos y caracterización del queso Chanco de campo. Alimentos. 10(3):41-47.
- BRITO, C. 1990. Cultivos lácticos. Su influencia sobre la calidad fisicoquímica de los quesos. Alimentos(3):15,61-65.
- BRITO, C. 1993. Aspectos bioquímicos de la maduración de quesos. Alimentos 18 (4): 40 - 55.
- BRITO, C., MORALES, O., MOLINA, L., PESSOT, R., PINTO, M. 1995. Evolución de la maduración de Queso Chanco Tipo Campo Almacenado a altas temperaturas. Parte I. Parámetros Físicoquímicos y pérdida de peso. Agro Sur 23(2): 95-106.
- BRITO, C., MORALES, O., PINTO, M., MOLINA, L. H. y PESSOT, R. 1996. Evolución de la maduración de queso Chanco tipo campo almacenado a altas temperaturas. Parte II. Proteólisis. AGROSUR. 24(1): 1-13.

BRITO, C. 2000. Guía de práctico queso Chanco. Curso de laboratorio de tecnología de la leche. Magister en Ciencia y Tecnología de la leche. Valdivia. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile.

BRITO, C., ASTETE, M., PINTO, M. y MOLINA, L. 2000. Maribo cheese manufactured with concentrated milk: characteristics, maturation and yield. International Journal of Dairy Technology. 53(1):6-12.

BRITO, C., NIKLITSCHK, L., MOLINA, L. H., MOLINA, I. 2002a. Evaluation of mathematical equations to predict the theoretical yield of Chilean Gouda cheese. International Journal of Dairy Technology. 55(1):32-39

BRITO, C., MENDEZ, P., MOLINA, L. H., PINTO, M. 2002b. Desarrollo de queso Chanco de reducido tenor graso utilizando proceso de homogeneización en la leche. AGRO SUR. 30(1):68-79.

BROWN, R., ERNSTROM, A. 1982. Incorporation of Ultrafiltration Concentrated Whey Solids into Cheddar Cheese for Increased Yield. Journal of Dairy Science 65(12): 2391-2395.

B.S.I. BRITISH STANDARD INSTITUTION. 1968. Methods for the chemical analysis of liquid milk and cream. British Standards House, 2 Park St., London, VI. England.

CANDIOTTI, M .C., ZALAZAR, C. A., MEINARDI, C. A. y HYNES, E. 2001. Susceptibility of whey proteins to the action of commercial proteases used in food processing. Australian Journal of Dairy Technology. 56 (1):35-37.

- CANDIOTI, M. C., HYNES E. R., PEROTTI, M. C., y ZALAZAR, C. A. 2002. Proteolytic activity of commercial rennets and pure enzymes on whey proteins. *Milchwissenschaft*. 57 (9/10):546-550.
- CARUNCHIA, M., PARKER, J., DRAKE, M. y LARICK, D. 2003. Determining Flavor and Flavor Variability in Commercially Produced Liquid Cheddar Whey. *Journal of Dairy Science*. 86: 439-448.
- CASTILLO, M., PAYNE, F., HICKS, C., LAENCINA, J. y LOPEZ, M. 2002. Effect of protein and temperature on cutting time prediction in goats' milk using an optical reflectance sensor. *Journal of Dairy Research*. 70:205-215.
- CLARK, W. 1998. Concentrated and Dry Milks and Wheys. In: *Applied dairy microbiology*. Marcel Dekker INC. pp 65-80.
- CORFO. CORPORACIÓN DE FOMENTO DE LA PRODUCCION DE CHILE. 1980. Utilización del suero de queso. Gerencia de Desarrollo. v.2: Anexos I al III.
- CREAMER, L., LAWRENCE, R. y GILLES, J. 1985. Effect of Acidification of Cheese Milk on the Resultant Cheddar Cheese. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*. 20: 185-203.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, INN. 1979. Leche y productos lácteos. Determinación de pH. Norma Chilena 1671.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, INN. 1979a. Leche y productos lácteos. Determinación de acidez titulable. Norma Chilena 1738.

CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION, INN. 1999. Productos lácteos, queso Chanco. Requisitos. Norma Chilena NCh2090 Of1999.5p.

CHILE. MINISTERIO DE SALUD. 2004. Reglamento Sanitario de los Alimentos. D.S. N°977. Editorial Textos Jurídicos. Santiago, Chile. 170p.

DEWETTINCK, K., DEROO, L., MESSENS, W. y HUYGHEBAERT, A. 1999. Dinamyc reological properties of Gouda cheese has influenced by age and positions. *Milchwissenschaft* 54(4): 258-262.

DRAKE, M., BOYLSTON, T. y SWANSON, B. 1996. Fat Mimetics in Low-Fat Cheddar Cheese. *Journal of Food Science*. 61 (6) : 1267 - 1270.

De WIT. 1998. Nutritional and Functional Characteristics of Whey Proteins in Food Products. *Journal Dairy Science*. 81: 597-608.

De WIT, J. y KLARENBECK, G. 1984. Effects of Various Heat Treatments on Structure and Solubility of Whey Proteins. *Journal of Dairy Science* 67(11): 2701-2710.

DUMAIS, R., BLAIS, J. A. Y CONRAD, F. 1991. Queso. En : *Ciencia y Tecnología de la leche : principios y aplicaciones*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 547 p.

ECK, A. 1990. *El Queso*. Barcelona Ediciones Omega, S.A. 490p.

FAO. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 1986. *Elaboración de quesos*. Manual correspondiente modulo III-B. Santiago. Cap. 1-13.

FAO. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 2004. Base de datos FAOSTAT. (www.fao.org)

FARRAG, A., ASKAR, A., EL-DIN, M., ABD EL-SALAM, M. 1997. Heat denaturation of whey protein concentrate as affected by some factors. *Milchwissenschaft* 52(4): 204-208.

FENELON, M. y GUINEE, T. 1997. The compositional, textural and maturation characteristics of reduced-fat Cheddar made from milk containing added Dairy-Lo. *Milchwissenschaft*. 52 (7): 385 - 389.

FOX, P. y McSWEENEY, P. 1987. Rennets: their role in milk coagulation and cheese ripening. En: *Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk*. Law, B. London. 365p.

FOX, P., O'CONNOR, T., MCSWEENEY, P., GUINEE, T., O' BRIEN. 1996. Cheese: Physical, biochemical and nutritional aspects. En: *Advances in Food and Nutrition Research*. Elsevier. Londres. Uk. pp 163-328.

FOX, F. y McSWEENEY, P. 1998. *Dairy chemistry and biochemistry*. Blackie Academic and Professional, London, U.K. 479p.

FOX, P. F. 2001. Milk proteins as food ingredients. *International Journal of Dairy Technology*. 54 (2) 41-55.

GILLES, J. y LAWRENCE, R. 1985. The yield of cheese. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*. 20:205-214.

GRASSELLI, M., NAVARRO, A., FERNÁNDEZ, H., MIRANDA, M., CAMPERI, S. y CASCONI, O. 1997. ¿Qué Hacer con el suero de queso?. *Ciencia Hoy*. 8(43). (www.ciencia-hoy.retina.ar).

GUINEE, T., GORRY, C., O'CALLAGHAN, D., O'KENNEDY, B., O'BRIEN, N., FENELON, M. 1997. The effects of composition and some processing treatments on the rennet coagulation properties of milk. International Journal of Dairy Technology 50(3): 99-106.

HAYES, K .D. y NIELSEN, S.S. 2000. Plasmin Levels in Fresh Milk Whey and Commercial Whey Protein Products. Journal of Dairy Science. 83: 387-394.

HUFFMAN, L. 1998. The importance of whey protein fractions for WPC and WPI functionality. In: Whey. Proceedings of second international whey conference. International Dairy Federation. FIL -IDF. 197-205.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, FIL-IDF. 1974. Determinación de Lactosa. Método Cloramina T. Federation Internationale de Laiterie Standard 28 A.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, FIL-IDF. 1981. Catalogue of cheese. Bulletin IDF-FIL N° 141.40p.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, FIL-IDF. 1982. Determinación de humedad. Método gravimétrico. Federation Internationale de Laiterie Standard 4 A.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, FIL-IDF. 1987. Determinación de sólidos totales. Método de referencia. Federation Internationale de Laiterie Standard 21 B.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, FIL-IDF. 1993. Milk. Determination of nitrogen content. (Reference method) i.s. IDF - FIL. 20B. Int. Dairy Fed., Brussels, Belgium.



INDA, A. 2000. Optimización de Rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de Quesería. Organización de Estados Americanos. 155p.

JAMESON, G. W. y LELIEVRE, J. 1996. Effects of whey proteins on cheese characteristics. Bulletin IDF 313. pp.3-8.

JOHNSON, M., CHEN, C., y JAEGGI, J. 2001. Effect of Rennet Coagulation Time on Composition, Yield, and Quality of Reduced-fat Cheddar cheese. Journal of Dairy Science. 84:1027-1033.

KJAERGAARD, G. y STAPELFELDT, H. 1991. Incorporation of whey proteins in cheese. Including the use of ultrafiltration. Factors affecting the yield of cheese. IDF Special Issue N° 9301. Brussels. Belgium. 88 -108.

KARTAL, I., SALDAMLI, I., TEMIZ, A. 1998. Comparison of Biochemistry Analyzer with Teles Method for the determination of lactose. Milchwissenschaft 54(1): 7-9.

LAW, A., BANKS, J., HORNE, D., LEAVER, J Y WEST, I. 1994. Denaturation of the whey proteins in heated milk and their incorporation into Cheddar cheese. Milchwissenschaft 49(2): 63-67.

LAWRENCE, G. 1991. Factors affecting the yield of cheese. IDF Special Issue N° 9301. Brussels. Belgium. 88 -108.

LINDEN, G. y LORIENT, D. 1996. Bioquímica Agroindustrial. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España. 428p.

LO, C. y BASTIAN, E. 1998. Incorporation of Native and Denatured Whey Proteins into Cheese Curd for Manufacture of Reduced Fat, Havarti-type Cheese. Journal of Dairy Science. 81:16-24.

- LUCEY, J. A. y GORRY, C. 1993. Effect of Simplese 100 on the manufacture of low fat Cheddar cheese. En: Cheese yield and factors affecting its control, IDF Seminar. 439-447.
- MADRID, A. 1991. Manual de Tecnología Quesera. AMV Ediciones, Madrid. Mundi-Prensa. 336p.
- McSWEENEY, P., NURSTEN, H. y URBACH, G. 1997. Flavours and off-flavours in milk and dairy products. En: Advanced Dairy Chemistry Volume 3. Fox, P.F. Second edition. Chapman & Hall. London, UK. pp 403-468.
- MANGINO, M. 1984. Physicochemical Aspects of Whey Protein Functionality. Journal of Dairy Science. 64:2711-2722
- MANN, E. 1999. Whey - part 2. Dairy Industries International. 64(10):15-16
- MANN, E. 2000. Low fat cheese. Dairy Industries International. 65(4):19-20
- MARSHALL, R. 1986. Increasing cheese yield by high heat treatment of milk. Journal of Dairy Research. 53:313-322.
- MARSHALL, K., HARPER, W. 1988. Whey Protein Concentrates. Bulletin IDF-FIL 233:21-32.
- MARTH, E., y STEELE, J. 1998. Applied Dairy Microbiology. Marcel Dekker, Inc. New York. 516p.
- MEAD, D. y ROUPAS, P. 2001. Effect of incorporation of denatured whey proteins on chemical composition and functionality of pizza cheese. Journal of Dairy Technology. 56(1):19-23.

MELILLI, C., LYNCH, M., CARPINO, S., BARBANO, M., LICITRA, G., CAPPALÀ, A. 2002. An Empirical Method for Prediction of Cheese Yield. *Journal of Dairy Science*. 85:2699-2704.

MENDEZ, P. 2000. Desarrollo de queso Chanco de bajo tenor graso utilizando proceso de homogeneización. Caracterización sensorial y rendimiento. Tesis para optar al título de Licenciado en Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile. 187p.

MENZ, B. 2002. Estudio del Rendimiento Quesero Teórico a través de Ecuaciones Predictivas y su Correlación con el Rendimiento Práctico, en Queso Chanco Industrial. Tesis para optar al título de Licenciado en Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile. 151p.

MISTRY, V., KASPERSON, K. 1998. Influence of salt on the quality of reduced fat Cheddar Cheese. *Journal of Dairy Science*. 81(5): 1215 - 1221

MOLINA, L., BARRIA, M. y BRITO, C. 1996. Características de calidad química y sensorial del queso Chanco de campo del mercado en Chile. *Alimentos*. 21(1-2):23-37.

MORALES, G. 1993. Efectos de altas temperaturas de maduración, sobre las características fisicoquímicas y fisicoorganolépticas del queso Chanco. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencia y Tecnología de la Leche. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Graduados. Valdivia. Chile. 148p.

MUÑOZ, J. 1999. Producción de queso tipo Chanco de bajo tenor graso, mediante aplicación de cultivo adjunto

atenuado y no atenuado. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencia y Tecnología de la Leche. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Graduados. Valdivia. Chile. 241 p.

NIKLITSCHK, O. 1997. Evaluación de ecuaciones predictivas del rendimiento teórico en queso tipo Gouda. Tesis Magister en Ciencia y Tecnología de la Leche. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Graduados. Valdivia. Chile. 135p.

ODEPA. OFICINA DE ESTUDIO Y POLITICAS AGRARIAS. 2005. Boletín de la Leche año 2005. <[www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl)>.

OLSON, N. y JOHNSON, M. 1990. Light Cheese Products: Characteristics and Economics. Food Technology. 44(10):93-96.

PAQUET, J., LACROIX, C. y THIBAUT, J. 2000. Modelling of pH and Acidity for Industrial Cheese Production. Journal of Dairy Science. 83:2393-2409.

PINTO, M., CARRASCO, E., FRASER, B., LETELIER, A. y DÖNER, W. 1998a. Composición química de la leche cruda y sus variaciones a nivel de silos en plantas lecheras de la VIII, IX y X regiones de Chile. Parte I. Macrocomponentes. Agrosur 26 (2): 97-109.

PINTO, M., VEGA, S. y PEREZ, N. 1998b. Métodos de análisis de la leche y derivados. Imprenta Universitaria, S.A. Valdivia-Chile. 489p

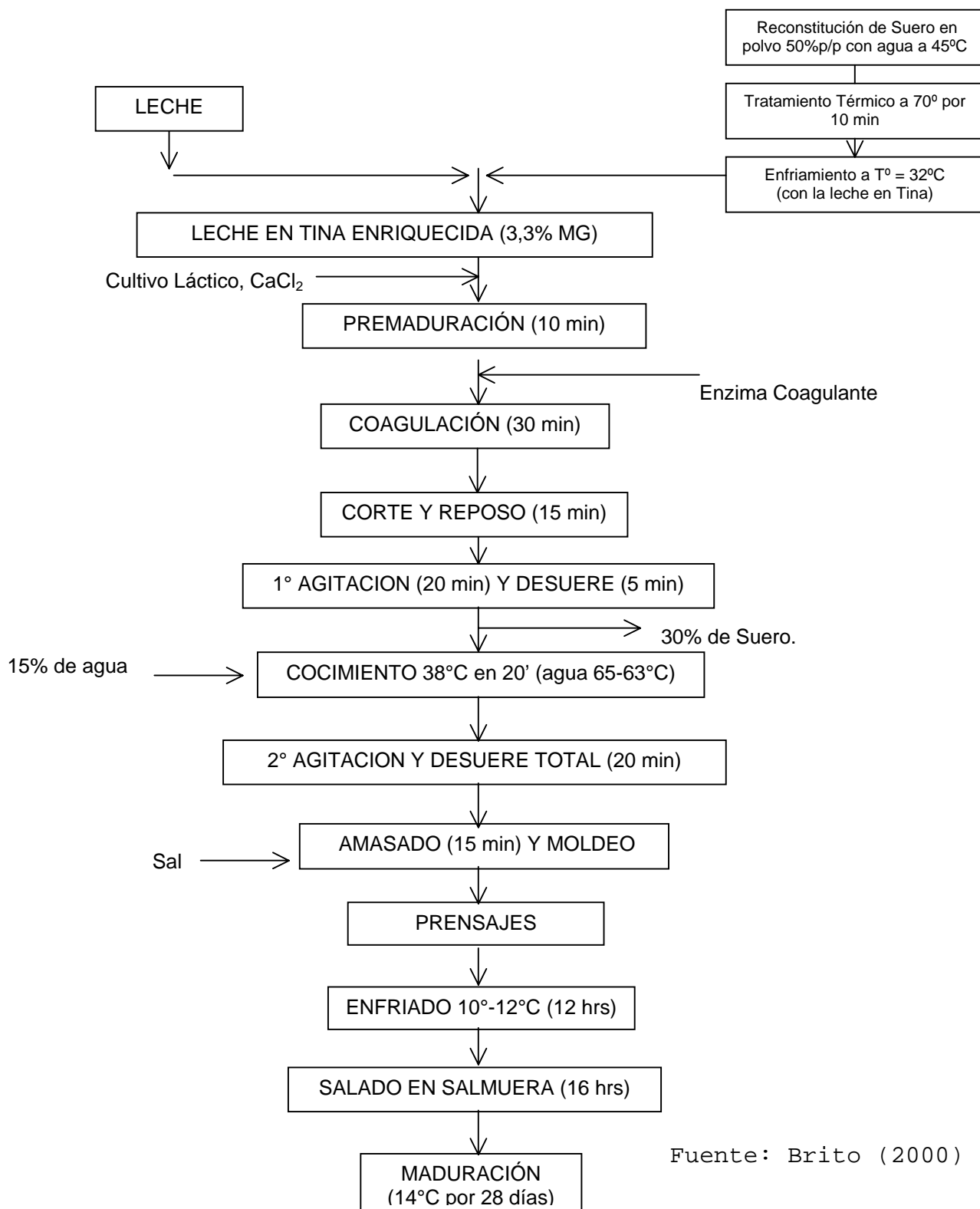
PIRES, M., GATTI, C., ORELLANA, G. y MORALES, E. 2004. Rennet coagulation of casein micelles and heated casein micelles in presence of sucrose or lactose. Food Research International 37: 95-101.

- PIYASENA, P. y CHAMBERS, J.R. 2003. Comparision of the influence of whey dispersions on syneresis of skim milk and raw milk curds. *Milchwissenschaft* 58 (1/2):16-19.
- POTTER, N. y HOTCHKISS, J. (1999). *Ciencia de los alimentos*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España 167p.
- PUNIDADAS, P., FEIRTAG, J., TUNG, M. 1999. Incorporating whey proteins into Mozzarella cheese. *International Journal of Dairy Technology* 52(2): 51-55.
- PUNIDADAS, P., TUNG, M. A. y FEIRTAG, J. 2000. Potencial use of homogenized whey protein dispersions and process modification for the manufacture of low fat and reduced fat cheddar type cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 53 (2):45-50.
- ROUPAS, P. Y MEAD, D. 2001. Whey proteins and pizza cheese. *Dairy Industries International*. 66 (9):16-18.
- RIERA, F., ALVAREZ, R., ARGÜELLO, M Y CABERO, M. 1996. Fraccionamiento y aprovechamiento de proteínas del suero lácteo. *Industria Lechera Española*. Nº208, 33:44.
- SCOTT, R., 1991. *Fabricación de queso*. Zaragoza, Acribia, S.A. 518 p.
- SCHMIDT, R. PACKARD, V., MORRIS, HOWARD., 1984. Effect of processing on whey protein functionality. *Journal of Dairy Science* 67: 2723-2733.
- SIMPFENDÖFER, S. y BENAVENTE, J. 1989. Utilización de la proteínas solubles del suero en la elaboración artesanal del queso Chanco. *Alimentos*. 14(3) 23-29.
- TETRA PAK PROCESSING SYSTEM AB. 1996. *Manual de Industrias Lácteas*. Tetra Pak Iberia, S.A. Madrid. 436p.

- TORNADIJO, M., MARRA, A., GARCÍA, M., PRIETO, B. y CARBALLO, J. 1998. La Calidad de la Leche destinada a la Fabricación de Queso: Calidad Química. Ciencia y Tecnología de Alimentos. 2 (2):79-91.
- URIBE, P. 2001. Elaboración de Queso Chanco de Reducido Tenor Graso Usando Homogeneización y Cultivo Adjunto. Tesis para optar al título de Licenciado en Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile. 156p.
- VEGA, L. 2002. Influencia del uso de imitadores de grasa sobre el proceso de elaboración y rendimiento de queso Chanco de reducido tenor graso. Tesis para optar al título de Licenciado en Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia-Chile. 194p.
- VOLLMER, G., JOSST, G., SCHENKER, D., STURM, W., VREDEN, N. 1999. Elementos de Bromatología Descriptiva. Ed. Acribia S. A., Zaragoza, España. 644p.
- WALSTRA, P. y JENNESS, R. 1987. Química y Física Lactogológica. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 423p.
- WALSTRA, P., GEURTS, T., NOOMEN, A., JELLEMA, A., VAN BOEKEL, M. 1999. Dairy Technology: Principles of milk properties and processes. Dekker. New York. 727 p.
- WALSTRA, P. 2000. General Principles. In: Practical Guide for Control of Cheese Yield. IDF Seminar. 6-13.
- WESTERGAARD, VAGN. 1984. Tecnología de la leche en polvo: Evaporación y secado por atomización. Dinamarca, Niro Atomizer. 157 p.

## ANEXO 1

### PROTOCOLO DE ELABORACIÓN DE QUESO CHANCO MODIFICADO PARA INCORPORACIÓN DE SUERO EN POLVO.



Fuente: Brito (2000)

## ANEXO 2

### RELACIÓN MG/SNG OBTENIDA EN LA MEZCLA LECHE-SUERO ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

#### TEST DE HOMOCEASTICIDAD DE VARIANZA

Contraste de Bartlett: 2,67150    P-valor = 0,0894337

#### ANOVA

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0,00639554	3	0,00213185	3,45	0,0717
Intra grupos	0,00494393	8	0,000617992		
Total (Corr.)	0,0113395	11			

El valor P es mayor que 0,05 por lo que no hay diferencia estadísticamente significativa en la relación MG/SNG de un tratamiento a otro, a un 95% de nivel de confianza



### ANEXO 3

#### PRUEBA DE T-STUDENT PARA COMPARACIÓN ENTRE LA MATERIA GRASA TEÓRICA Y OBTENIDA EN TINA

Tratamiento	MG medida	MG teórica	Valor p	t calc.	Hipótesis Nula
1	3,20	3,20	-	-	Se acepta
2	3,77	3,93	0,20522	-1,85	Se acepta
3	4,58	4,66	0,04415	-4,60	Se acepta
4	5,23	5,39	0,01113	-9,40	Se acepta

Hipótesis Nula: media = 0,0

Alternativa : No igual

Nivel de significancia 0,01

Valor  $p \geq 0,01$  acepta hipótesis nula

## ANEXO 4

### VALORES DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LA LECHE ESTANDARIZADA EN MATERIA GRASA

Tratamiento	R	MG	PT	LAC	CEN	ST	AC	pH
1	1	3,20	3,25	4,66	0,72	11,35	16,00	6,83
	2	3,20	3,33	4,67	0,77	11,80	16,00	6,76
	3	3,20	3,21	4,65	0,88	11,81	16,00	6,74
<b>Media</b>		<b>3,20</b>	<b>3,26</b>	<b>4,66</b>	<b>0,79</b>	<b>11,65</b>	<b>16,00</b>	<b>6,78</b>
<b>d.s</b>		<b>0,00</b>	<b>0,06</b>	<b>0,01</b>	<b>0,08</b>	<b>0,26</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>
2	1	3,70	3,30	4,48	0,70	11,41	15,00	6,76
	2	4,00	3,25	4,66	0,74	12,41	17,00	6,73
	3	3,95	3,15	4,47	0,71	11,99	16,00	6,74
<b>Media</b>		<b>3,88</b>	<b>3,23</b>	<b>4,54</b>	<b>0,72</b>	<b>11,94</b>	<b>16,00</b>	<b>6,74</b>
<b>d.s</b>		<b>0,16</b>	<b>0,08</b>	<b>0,11</b>	<b>0,02</b>	<b>0,50</b>	<b>1,00</b>	<b>0,02</b>
3	1	4,90	2,22	4,49	0,77	12,50	16,00	6,70
	2	4,90	3,18	4,60	0,69	13,17	15,00	6,67
	3	4,80	3,18	4,42	0,86	12,93	17,00	6,64
<b>Media</b>		<b>4,87</b>	<b>2,86</b>	<b>4,50</b>	<b>0,77</b>	<b>12,87</b>	<b>16,00</b>	<b>6,67</b>
<b>d.s</b>		<b>0,06</b>	<b>0,55</b>	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>	<b>0,34</b>	<b>1,00</b>	<b>0,03</b>
4	1	5,70	3,13	4,61	0,69	13,06	16,00	6,65
	2	5,60	3,09	4,54	0,68	14,00	16,00	6,78
	3	5,65	3,14	4,62	0,81	13,93	16,00	6,77
<b>Media</b>		<b>5,65</b>	<b>3,12</b>	<b>4,59</b>	<b>0,73</b>	<b>13,66</b>	<b>16,00</b>	<b>6,73</b>
<b>d.s.</b>		<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>	<b>0,07</b>	<b>0,52</b>	<b>0,00</b>	<b>0,07</b>

## ANEXO 5

### RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ANALISIS ESTADISTICOS APLICADOS A LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE EN TINA

Componente	Test de Homocedasticidad de varianza	ANOVA (p-valor)	TEST DE RANGO MÚLTIPLE (Grupos homogéneos)	Test de KRUSKAL WALLIS (p-valor}
Materia grasa	Contraste de Bartlett: 1,57592E7 P-valor = 0,0			0,0142969 (*)
Proteína Total	Contraste de Bartlett: 9,59412 P-valor = 0,00184215			0,067575 (*)
Acidez	Promedios iguales, no existen diferencias estadísticas			
pH	Contraste de Bartlett: 1,71771 P-valor = 0,310309	0,1105		
Sólidos Totales	Contraste de Bartlett: 1,16008 P-valor = 0,805337	0,0014 (**)	(T1-T2) (T2-T3) (T3-T4)	
Lactosa	Contraste de Bartlett: 2,63394 P-valor = 0,0931954	0,1253		
Cenizas	Contraste de Bartlett: 1,51336 P-valor = 0,432937	0,5408		
Recuento Células Somáticas	Contraste de Bartlett: 1,06661 P-valor = 0,934628	0,0910		

(\*) Según Gráfico de Box and Whisker

(\*\*) El valor P menor a 0,05 indica diferencia estadísticamente significativa, de un tratamiento a otro, a un 95% de nivel de confianza

## ANEXO 6

### VALORES DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LA MEZCLA LECHE-SUERO (LECHE EN TINA)

Tratamiento	R	Mg	Pt	Lac	Cen	St	Ac	pH
1	1	3,20	3,25	4,66	0,72	11,35	16,00	6,83
	2	3,20	3,33	4,67	0,77	11,80	16,00	6,76
	3	3,20	3,21	4,65	0,88	11,81	16,00	6,74
<b>Media</b>		<b>3,20</b>	<b>3,26</b>	<b>4,66</b>	<b>0,79</b>	<b>11,65</b>	<b>16,00</b>	<b>6,78</b>
<b>d.s</b>		<b>0,00</b>	<b>0,06</b>	<b>0,01</b>	<b>0,08</b>	<b>0,26</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>
2	1	3,60	3,43	5,70	0,88	13,19	19,00	6,68
	2	3,90	3,35	5,89	0,87	13,94	20,00	6,62
	3	3,80	3,31	5,74	0,94	13,67	18,00	6,70
<b>Media</b>		<b>3,77</b>	<b>3,36</b>	<b>5,78</b>	<b>0,90</b>	<b>13,60</b>	<b>19,00</b>	<b>6,67</b>
<b>d.s</b>		<b>0,15</b>	<b>0,06</b>	<b>0,10</b>	<b>0,04</b>	<b>0,38</b>	<b>1,00</b>	<b>0,04</b>
3	1	4,60	3,47	6,67	1,05	14,03	20,00	6,61
	2	4,60	3,45	6,55	1,01	16,02	20,00	6,56
	3	4,55	3,44	6,52	1,14	15,46	21,00	6,55
<b>Media</b>		<b>4,58</b>	<b>3,45</b>	<b>6,58</b>	<b>1,07</b>	<b>15,17</b>	<b>20,33</b>	<b>6,57</b>
<b>d.s</b>		<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>	<b>1,03</b>	<b>0,58</b>	<b>0,03</b>
4	1	5,25	3,52	6,81	1,12	17,54	20,00	6,53
	2	5,20	3,53	6,56	1,23	18,23	23,50	6,59
	3	5,25	3,50	6,78	1,28	18,15	24,00	6,57
<b>Media</b>		<b>5,23</b>	<b>3,52</b>	<b>6,72</b>	<b>1,21</b>	<b>17,97</b>	<b>22,50</b>	<b>6,56</b>
<b>d.s.</b>		<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>0,14</b>	<b>0,08</b>	<b>0,38</b>	<b>2,18</b>	<b>0,03</b>

## ANEXO 7

### RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ANALISIS ESTADISTICOS APLICADOS A LA MEZCLA LECHE-SUERO

Componente	Test de Homocedasticidad de varianza	ANOVA (p-valor)	TEST DE RANGO MÚLTIPLE (Grupos homogéneos)	Test de KRUSKAL WALLIS (p-valor}
Materia grasa	Contraste de Bartlett: 2,3753E7 P-valor = 0,0			0,0140509 (*)
Proteína Total	Contraste de Bartlett: 2,125 P-valor = 0,172492	0,0006 (**)	(T1-T2) (T2-T3) (T3-T4)	
Acidez	Contraste de Bartlett: 1,8344 P-valor = 0,225548	0,0013 (**)	(T1-T2) (T2-T3) (T3-T4)	
pH	Contraste de Bartlett: 1,06711 P-valor = 0,933964	0,0005 (**)	(T1-T2) (T2-T3) (T4)	
Sólidos Totales	Contraste de Bartlett: 1,79146 P-valor = 0,276971	0,0000 (**)	(T1) (T2) (T3) (T4)	
Lactosa	Contraste de Bartlett: 2,66113 P-valor = 0,0904527	0,0000 (**)	(T1) (T2) (T3-T4)	
Cenizas	Contraste de Bartlett: 1,17203 P-valor = 0,78892	0,0004 (**)	(T1-T2) (T2-T3) (T3-T4)	
Relación MG/SNG	Contraste de Bartlett: 2,67150 P-valor = 0,0894337	0,0717		
Sólidos No Grasos	Contraste de Bartlett: 2,15373 P-valor = 0,166071	0,0001 (**)	(T1-T2) (T2-T3) (T4)	

(\*) Según Gráfico de Box and Whisker

(\*\*) El valor P menor a 0,05 indica diferencia estadísticamente significativa, de un tratamiento a otro, a un 95% de nivel de confianza.

## ANEXO 8

### RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE ALGUNAS ETAPAS DE LA ELABORACIÓN

Trat	Rep	Acidez inicio premaduración	Acidez fin premaduración	Tiempo de coagulación	Tiempo de reposo	Tiempo 1° Desuere	Acidez 1° Desuere
1	1	16,00	17,00	45,00	15,00	5,00	11,00
	2	16,00	17,00	45,00	15,00	5,00	11,50
	3	16,00	17,00	42,00	13,00	5,00	11,50
<b>Media</b>		<b>16,00</b>	<b>17,00</b>	<b>44,00</b>	<b>14,33</b>	<b>5,00</b>	<b>11,33</b>
<b>ds</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1,73</b>	<b>1,15</b>	<b>0,00</b>	<b>0,29</b>
2	1	19,00	20,00	50,00	15,00	7,00	13,00
	2	20,00	20,00	45,00	15,00	5,00	14,00
	3	18,00	19,00	45,00	15,00	5,00	14,00
<b>Media</b>		<b>19,00</b>	<b>19,67</b>	<b>46,67</b>	<b>15,00</b>	<b>5,67</b>	<b>13,67</b>
<b>ds</b>		<b>1,00</b>	<b>0,58</b>	<b>2,89</b>	<b>0,00</b>	<b>1,15</b>	<b>0,58</b>
3	1	20,00	21,00	55,00	15,00	10,00	14,00
	2	20,00	21,00	50,00	15,00	10,00	16,00
	3	21,00	22,00	55,00	15,00	10,00	16,00
<b>Media</b>		<b>20,33</b>	<b>21,33</b>	<b>53,33</b>	<b>15,00</b>	<b>10,00</b>	<b>15,33</b>
<b>ds</b>		<b>0,58</b>	<b>0,58</b>	<b>2,89</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1,15</b>
4	1	20,00	21,00	65,00	20,00	22,00	17,00
	2	23,50	24,50	65,00	20,00	15,00	18,00
	3	24,00	25,00	60,00	15,00	12,00	18,00
<b>Media</b>		<b>22,50</b>	<b>23,50</b>	<b>63,33</b>	<b>18,33</b>	<b>16,33</b>	<b>17,67</b>
<b>ds</b>		<b>2,18</b>	<b>2,18</b>	<b>2,89</b>	<b>2,89</b>	<b>5,13</b>	<b>0,58</b>

Acidez en °Th y tiempo en min.

CONTINUACIÓN ANEXO 8

Trat	Rep	Tiempo 2° Desuere	Acidez Desuere Total	pH salida prensa	pH 24 horas	Tpo. Total de Fermentación Desuere-Inoc
1	1	10,00	8,00	5,96	5,27	145,00
	2	15,00	9,50	5,74	5,35	135,00
	3	5,00	9,00	6,15	5,38	125,00
<b>Media</b>		<b>10,00</b>	<b>8,83</b>	<b>5,95</b>	<b>5,33</b>	<b>135,00</b>
<b>ds</b>		<b>5,00</b>	<b>0,76</b>	<b>0,21</b>	<b>0,06</b>	<b>10,00</b>
2	1	15,00	10,00	6,22	6,03	140,00
	2	15,00	11,00	6,16	5,95	135,00
	3	10,00	10,00	6,14	5,45	135,00
<b>Media</b>		<b>13,33</b>	<b>10,33</b>	<b>6,17</b>	<b>5,81</b>	<b>136,67</b>
<b>ds</b>		<b>2,89</b>	<b>0,58</b>	<b>0,04</b>	<b>0,31</b>	<b>2,89</b>
3	1	15,00	12,00	6,10	5,86	150,00
	2	25,00	12,00	6,02	5,65	145,00
	3	23,00	13,00	6,13	5,65	147,00
<b>Media</b>		<b>21,00</b>	<b>12,33</b>	<b>6,08</b>	<b>5,72</b>	<b>147,33</b>
<b>ds</b>		<b>5,29</b>	<b>0,58</b>	<b>0,06</b>	<b>0,12</b>	<b>2,52</b>
4	1	25,00	14,00	5,97	5,63	167,00
	2	25,00	15,00	5,91	5,54	170,00
	3	20,00	15,00	6,19	5,85	155,00
<b>Media</b>		<b>23,33</b>	<b>14,67</b>	<b>6,02</b>	<b>5,67</b>	<b>164,00</b>
<b>ds</b>		<b>2,89</b>	<b>0,58</b>	<b>0,15</b>	<b>0,16</b>	<b>7,94</b>

Acidez en °Th y tiempo en min.

## ANEXO 9

### RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE ANALISIS ESTADISTICOS APLICADOS AL PROCESO DE ELABORACIÓN

ETAPA	Test de Homocedasticidad de varianza	ANOVA (p-valor)	TEST DE RANGO MÚLTIPLE (Grupos homogeneos)
Acidez inicio premaduración	Contraste de Bartlett: 1,73979 P-valor = 0,256857	0,0013 (* )	(T1-T2) (T2-T3) (T3-T4)
Acidez fin Premaduración	Contraste de Bartlett: 2,23423 P-valor = 0,139012	0,0008 (* )	(T1-T2) (T2-T3) (T3-T4)
Tiempo de Coagulación	Contraste de Bartlett: 1,08444 P-valor = 0,910764	0,0001 (* )	(T1-T2) (T2-T3) (T4)
Tiempo de reposo	Contraste de Bartlett: 1,45 P-valor = 0,275528	0,0506	
Tiempo 1° desuere	Contraste de Bartlett: 2,33456 P-valor = 0,099528	0,0026 (* )	(T1-T2-T3) (T3-T4)
Acidez 1° desuere	Contraste de Bartlett: 1,5625 P-valor = 0,398654	0,0000 (* )	(T1) (T2-T3) (T4)
Tiempo 2° desuere	Contraste de Bartlett: 1,17295 P-valor = 0,787662	0,0136 (*9)	(T1-T2) (T2-T3-T4)
Acidez desuere total	Contraste de Bartlett: 1,03246 P-valor = 0,97571	0,0000 (* )	(T1-T2) (T3) (T4)



## CONTINUACIÓN ANEXO 9

ETAPA	Test de Homocedasticidad de varianza	ANOVA (p-valor)	TEST DE RANGO MÚLTIPLE (Grupos homogéneos)	Test de KRUSKAL WALLIS (p-valor}
pH salida prensa	Contraste de Bartlett: 2,03256 P-valor = 0,195454	0,2733		
pH 24 horas	Contraste de Bartlett: 1,40656 P-valor = 0,520492	0,0103 (* )	(T1) (T2-T3-T4)	
Tiempo de proceso(Inoc-desuere total) (min)	Contraste de Bartlett: 1,84969 P-valor = 0,253808	0,0025 (* )	(T1-T2-T3) (T3-T4)	

(\*) El valor P menor a 0,05 indica diferencia estadísticamente significativa, de un tratamiento a otro, a un 95% de nivel de confianza.

(\*\*) Puesto que el p-valor es superior o igual a 0,05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medianas a un nivel de confianza del 95,0%.

## ANEXO 10

### CONTENIDO DE PROTEÍNA Y LACTOSA EN EL SUERO DEL 1° Y 2° DESUERE

Tratamiento	R	Proteína		Lactosa	
		1° Desuere	2° Desuere	1° Desuere	2° Desuere
1	1	0,8749	0,6830	4,73	3,72
	2	0,9146	0,7411	4,92	4,06
	3	0,8436	0,6571	4,92	4,18
<b>Media</b>		<b>0,8777</b>	<b>0,6937</b>	<b>4,86</b>	<b>3,99</b>
<b>d.s</b>		<b>0,0356</b>	<b>0,0430</b>	<b>0,11</b>	<b>0,24</b>
2	1	1,1824	0,9320	5,69	4,83
	2	1,0759	0,8313	5,64	4,97
	3	1,1197	0,8701	5,74	4,68
<b>Media</b>		<b>1,1260</b>	<b>0,8778</b>	<b>5,69</b>	<b>4,83</b>
<b>d.s</b>		<b>0,0535</b>	<b>0,0508</b>	<b>0,05</b>	<b>0,15</b>
3	1	1,2750	1,0886	5,92	5,66
	2	1,2937	0,9911	5,88	5,72
	3	1,3646	1,2392	5,82	5,68
<b>Media</b>		<b>1,3111</b>	<b>1,1063</b>	<b>5,87</b>	<b>5,69</b>
<b>d.s</b>		<b>0,0473</b>	<b>0,1250</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>
4	1	1,5320	1,1561	6,12	5,90
	2	1,5550	1,2006	6,17	5,90
	3	1,7053	1,1719	6,19	5,68
<b>Media</b>		<b>1,5974</b>	<b>1,1762</b>	<b>6,16</b>	<b>5,83</b>
<b>d.s.</b>		<b>0,0941</b>	<b>0,0226</b>	<b>0,04</b>	<b>0,13</b>

## ANEXO 11

### RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ANALISIS ESTADISTICOS APLICADOS AL CONTENIDO DE PROTEINA Y LACTOSA EN EL SUERO DEL 1° Y 2° DESUERE

ETAPA	Test de Homocedasticidad de varianza	ANOVA (p-valor)	TEST DE RANGO MÚLTIPLE (Grupos homogeneos)
Lactosa al 1° desuere	Contraste de Bartlett: 1,45539 P-valor = 0,478081	0,0000 (* )	(T1)(T2)(T3)(T4)
Lactosa al 2° desuere	Contraste de Bartlett: 2,05025 P-valor = 0,190767	0,0000 (* )	(T1)(T2)(T3-T4)
Proteína al 1° desuere	Contraste de Bartlett: 1,30751 P-valor = 0,620353	0,0000 (* )	(T1)(T2)(T3)(T4)
Proteina al 2° desuere	Contraste de Bartlett: 2,07109 P-valor = 0,185431	0,0001	(T1-T2)(T3-T4)

## ANEXO 12

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL QUESO CHANCO (0 DÍAS DE MADURACIÓN)

Trat	Rep	Humedad (%)	Materia Grasa (%)	Proteína (%)	MG/BS (%)	Hum/QDG (%)	Cenizas (%)	Cloruros (%)	pH
1	1	47,34	26,90	21,76	51,08	64,76	2,48	0,99	5,21
	2	44,88	26,60	22,01	48,26	61,14	3,27	0,98	5,27
	3	47,67	26,90	22,33	51,40	65,21	3,40	1,22	5,22
<b>Media</b>		<b>46,63</b>	<b>26,80</b>	<b>22,03</b>	<b>50,25</b>	<b>63,71</b>	<b>3,05</b>	<b>1,06</b>	<b>5,23</b>
<b>ds</b>		<b>1,52</b>	<b>0,17</b>	<b>0,29</b>	<b>1,73</b>	<b>2,23</b>	<b>0,50</b>	<b>0,14</b>	<b>0,03</b>
2	1	48,45	26,10	20,48	50,63	65,56	3,58	1,34	5,46
	2	46,64	27,25	20,86	51,07	64,11	3,94	1,29	5,56
	3	47,30	28,05	20,35	53,26	65,74	2,78	1,22	5,42
<b>Media</b>		<b>47,46</b>	<b>27,13</b>	<b>20,56</b>	<b>51,65</b>	<b>65,14</b>	<b>3,43</b>	<b>1,28</b>	<b>5,48</b>
<b>ds</b>		<b>0,92</b>	<b>0,98</b>	<b>0,27</b>	<b>1,41</b>	<b>0,89</b>	<b>0,59</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>
3	1	49,29	27,90	19,71	55,02	68,36	3,28	1,40	5,68
	2	47,90	26,90	19,27	51,63	65,53	4,12	1,47	5,60
	3	48,70	27,60	17,16	53,80	67,27	3,67	1,50	5,51
<b>Media</b>		<b>48,63</b>	<b>27,47</b>	<b>18,71</b>	<b>53,48</b>	<b>67,05</b>	<b>3,69</b>	<b>1,46</b>	<b>5,60</b>
<b>ds</b>		<b>0,70</b>	<b>0,51</b>	<b>1,36</b>	<b>1,72</b>	<b>1,43</b>	<b>0,42</b>	<b>0,05</b>	<b>0,09</b>
4	1	47,79	29,60	18,06	56,69	67,88	3,41	1,52	5,58
	2	50,77	28,10	17,29	57,08	70,61	3,82	1,40	5,62
	3	47,51	29,75	17,29	56,68	67,63	3,60	1,54	5,53
<b>Media</b>		<b>48,69</b>	<b>29,15</b>	<b>17,55</b>	<b>56,82</b>	<b>68,71</b>	<b>3,61</b>	<b>1,49</b>	<b>5,58</b>
<b>ds</b>		<b>1,81</b>	<b>0,91</b>	<b>0,44</b>	<b>0,23</b>	<b>1,65</b>	<b>0,21</b>	<b>0,08</b>	<b>0,05</b>

### ANEXO 13

#### RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ANALISIS ESTADISTICOS APLICADOS A LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL QUESO CHANCO (0 DÍAS DE MADURACIÓN)

Componente	Test de Homocedasticidad de varianza	ANOVA (p-valor)	TEST DE RANGO MÚLTIPLE (Grupos homogeneos)
Materia grasa	Contraste de Bartlett: 1,85024 P-valor = 0,2536	0,0170 (*)	(T1-T2-T3) (T3-T4)
Materia grasa en base seca	Contraste de Bartlett: 2,04075 P-valor = 0,193267	0,0024 (*)	(T1-T2-T3) (T3-T4)
Proteína Total	Contraste de Bartlett: 2,57642 P-valor = 0,0993678	0,0004 (*)	(T1-T2)(T2-T3) (T3-T4)
Humedad	Contraste de Bartlett: 1,30289 P-valor = 0,625486	0,2422	
Cenizas	Contraste de Bartlett: 1,28262 P-valor = 0,648568	0,3737	
Cloruros	Contraste de Bartlett: 1,34922 P-valor = 0,57592	0,0012 (*)	(T1-T2)(T2-T3-T4)
pH inicio maduración	Contraste de Bartlett: 1,29964 P-valor = 0,629131	0,0003 (*)	(T1)(T2-T3-T4)

(\*) El valor P menor a 0,05 indica diferencia estadísticamente significativa, de un tratamiento a otro, a un 95% de nivel de confianza.

## ANEXO 14

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL QUESO CHANCO (28 DÍAS DE MADURACIÓN)

Trat	Rep	Humedad (%)	Materia Grasa(%)	Proteína (%)	MG/BS (%)	Hum/QDG (%)	Cenizas (%)	Cloruros (%)	pH
1	1	45,18	27,25	22,90	49,71	62,10	3,28	1,36	5,32
	2	43,18	28,75	24,44	50,60	60,60	3,86	1,42	5,35
	3	45,95	27,60	23,16	51,06	63,47	3,95	1,44	5,33
<b>Media</b>		<b>44,77</b>	<b>27,87</b>	<b>23,50</b>	<b>50,46</b>	<b>62,06</b>	<b>3,70</b>	<b>1,41</b>	<b>5,33</b>
<b>ds</b>		<b>1,43</b>	<b>0,78</b>	<b>0,82</b>	<b>0,69</b>	<b>1,43</b>	<b>0,36</b>	<b>0,04</b>	<b>0,02</b>
2	1	47,35	27,40	20,93	52,04	65,22	4,26	1,62	5,27
	2	45,09	28,60	21,82	52,09	63,15	4,17	1,73	5,44
	3	45,43	30,00	21,05	55,08	64,90	3,44	1,56	5,29
<b>Media</b>		<b>45,96</b>	<b>28,67</b>	<b>21,27</b>	<b>53,07</b>	<b>64,42</b>	<b>3,96</b>	<b>1,64</b>	<b>5,33</b>
<b>ds</b>		<b>1,22</b>	<b>1,30</b>	<b>0,48</b>	<b>1,74</b>	<b>1,11</b>	<b>0,45</b>	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>
3	1	47,68	28,50	20,67	54,47	66,69	4,66	1,86	5,40
	2	45,57	30,25	20,35	55,58	65,33	4,33	1,69	5,34
	3	46,56	29,10	19,52	54,45	65,67	3,82	1,81	5,30
<b>Media</b>		<b>46,60</b>	<b>29,28</b>	<b>20,18</b>	<b>54,83</b>	<b>65,90</b>	<b>4,27</b>	<b>1,79</b>	<b>5,35</b>
<b>ds</b>		<b>1,06</b>	<b>0,89</b>	<b>0,59</b>	<b>0,65</b>	<b>0,70</b>	<b>0,42</b>	<b>0,09</b>	<b>0,05</b>
4	1	46,96	30,10	20,10	56,75	67,18	4,28	1,93	5,36
	2	47,46	29,90	18,57	56,91	67,70	4,25	1,86	5,38
	3	45,58	31,60	17,99	57,36	66,64	4,18	1,99	5,21
<b>Media</b>		<b>46,67</b>	<b>30,53</b>	<b>18,89</b>	<b>57,01</b>	<b>67,17</b>	<b>4,24</b>	<b>1,93</b>	<b>5,32</b>
<b>ds</b>		<b>0,97</b>	<b>0,93</b>	<b>1,09</b>	<b>0,32</b>	<b>0,53</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>

## ANEXO 15

### RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ANALISIS ESTADISTICOS APLICADOS A LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL QUESO CHANCO (28 DÍAS DE MADURACIÓN)

Componente	Test de Homocedasticidad de varianza	ANOVA (p-valor)	TEST DE RANGO MÚLTIPLE (Grupos homogéneos)
Materia grasa	Contraste de Bartlett: 1,07866 P-valor = 0,918606	0,0571	
Materia grasa en base seca	Contraste de Bartlett: 2,03295 P-valor = 0,195349	0,0003 (*)	(T1-T2) (T2-T3) (T3-T4)
Proteína Total	Contraste de Bartlett: 1,20848 P-valor = 0,740155	0,0006 (*)	(T1) (T2-T3) (T3-T4)
Humedad	Contraste de Bartlett: 1,04459 P-valor = 0,96211	0,2513	
Cenizas	Contraste de Bartlett: 2,16551 P-valor = 0,16353	0,2483	
Cloruros	Contraste de Bartlett: 1,16408 P-valor = 0,799826	0,0001 (*)	(T1) (T2-T3) (T3-T4)
pH fin maduración	Contraste de Bartlett: 1,94396 P-valor = 0,221295	0,9633	

(\*) El valor P menor a 0,05 indica diferencia estadísticamente significativa, de un tratamiento a otro, a un 95% de nivel de confianza.

## ANEXO 16

### RESULTADOS DEL RENDIMIENTO PRACTICO Y TEÓRICO DEL QUESO CHANCO

#### 14a. Inicio de maduración (0 Días)

Trat.	Repetición	Rendimiento Práctico(*)	Rendimiento Teórico(*)	R,Práctico/R,Teórico (%)	Diferencia (%)
1	1	10,93	10,83	100,92	0,92
	2	10,34	10,47	98,76	1,24
	3	10,96	11,00	99,64	0,36
<b>Media</b>		<b>10,74</b>	<b>10,77</b>	-	-
<b>ds</b>		<b>0,35</b>	<b>0,27</b>	-	-
2	1	11,18	12,30	90,89	9,11
	2	11,42	12,28	93,00	7,00
	3	11,54	12,23	94,36	5,64
<b>Media</b>		<b>11,38</b>	<b>12,27</b>	-	-
<b>ds</b>		<b>0,18</b>	<b>0,04</b>	-	-
3	1	11,41	14,61	78,10	21,90
	2	11,33	14,16	80,01	19,99
	3	11,50	14,38	79,97	20,03
<b>Media</b>		<b>11,41</b>	<b>14,38</b>	-	-
<b>Ds</b>		<b>0,09</b>	<b>0,23</b>	-	-
4	1	12,28	15,49	79,28	20,72
	2	12,43	16,40	75,79	24,21
	3	12,12	15,49	78,24	21,76
<b>Media</b>		<b>12,28</b>	<b>15,79</b>	-	-
<b>Ds</b>		<b>0,16</b>	<b>0,53</b>	-	-

(\*)Rendimiento expresado en kg de queso/100 kg de leche.

#### 14b. Término de maduración (28 Días)

Trat.	Repetición	Rendimiento Práctico(*)	Rendimiento Teórico(*)	R,Práctico/R,Teórico (%)	Diferencia (%)
1	1	10,30	10,46	98,47	1,53
	2	9,90	10,23	96,77	3,23
	3	10,16	10,68	95,13	4,87
<b>Media</b>		<b>10,12</b>	<b>10,46</b>	-	-
<b>ds</b>		<b>0,20</b>	<b>0,23</b>	-	-
2	1	10,51	12,10	86,86	13,14
	2	10,84	12,03	90,11	9,89
	3	10,73	11,88	90,32	9,68
<b>Media</b>		<b>10,69</b>	<b>12,00</b>	-	-
<b>ds</b>		<b>0,17</b>	<b>0,11</b>	-	-
3	1	10,67	14,28	74,72	22,28
	2	10,76	13,60	79,12	20,88
	3	10,57	13,87	76,21	23,79
<b>Media</b>		<b>10,67</b>	<b>13,92</b>	-	-
<b>ds</b>		<b>0,10</b>	<b>0,34</b>	-	-
4	1	11,47	15,37	74,63	25,37
	2	11,72	15,48	75,71	24,29
	3	11,21	15,06	74,44	25,56
<b>Media</b>		<b>11,47</b>	<b>15,30</b>	-	-
<b>ds</b>		<b>0,26</b>	<b>0,22</b>	-	-

(\*)Rendimiento expresado en kg de queso/100 kg de leche.



## ANEXO 17

### RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ANALISIS ESTADISTICOS APLICADOS A LOS RENDIMIENTOS DEL QUESO CHANCO

	Test de Homocedasticidad de varianza	ANOVA (p-valor)	TEST DE RANGO MÚLTIPLE (Grupos homogéneos)
R. práctico Inicio Maduración	Contraste de Bartlett: 1,60914 P-valor = 0,369147	0,0002 (*)	(T1)(T2-T3)(T4)
R. práctico Fin Maduración	Contraste de Bartlett: 1,24776 P-valor = 0,690255	0,0002 (*)	(T1)(T2-T3)(T4)
R. teórico Inic. Maduración	Contraste de Bartlett: 2,95317 P-valor = 0,0666881	0,0000 (*)	(T1)(T2)(T3)(T4)
R. teórico Fin Maduración	Contraste de Bartlett: 1,31213 P-valor = 0,615258	0,0000 (*)	(T1)(T2)(T3)(T4)

(\*) El valor P menor a 0,05 indica diferencia estadísticamente significativa, de un tratamiento a otro, a un 95% de nivel de confianza.

## **ANEXO 18**

### **PAUTA DE EVALUACION DE QUESO CHANCO**

#### **1 Forma de realizar la evaluación**

Usted recibirá cuatro (4) trozos de queso, pertenecientes a un mismo queso, en total se evaluarán cuatro quesos (4 tratamientos). Del primer trozo evaluar los atributos de color y presencia de ojos. Del segundo, el aroma y sabor. Del tercer trozo evalúe los atributos de firmeza, cohesividad y adhesividad y finalmente del cuarto determine su preferencia general por el producto (aceptación general).

Para dar el puntaje a cada atributo tome en cuenta la presencia de la característica típica del atributo (normal) o de uno o más defectos que usted indicará bajo la nota.

#### **2 Descripción de atributos sensoriales típicos de la variedad y defectos**

**2.1 Color:** se evalúa el color interno al corte del queso. El queso Chanco debe ser amarillo pálido y homogéneo. Se consideran defectos la presencia de manchas, decoloraciones y vetas.

2.1.1 Típico: EL color es amarillo pálido, homogéneo y opaco.

2.1.2 Moteado: Se observa deficiencia en el color del queso, con sombras y/o manchas.

2.1.3 Pálido: El color tiende a blanco, como tiza.

## Continuación ANEXO 18

2.1.4 Intenso: El color del queso fluctúa entre amarillo fuerte y anaranjado.

2.1.5 Brillante: La superficie del queso es brillante, lustrosa y húmeda.

2.1.6 Veteado: Se observan franjas de colores diferentes, en cualquier dirección. Con vetas.

**2.2 Presencia de ojos:** Se evalúa la presencia o ausencia de ojos (orificios) al corte y el tipo de estos. El queso Chanco debe presentar ojos mecánicos irregulares, del tamaño de un grano de arroz, distribuidos homogéneamente y de forma abundante en la masa. La presencia de ojos redondos, ojos grandes, ojos puntiformes, ojos distribuidos heterogéneamente, sin ojos, se consideran defectos.

2.2.1 Mecánica (Típico): Se observan ojos irregulares, del tamaño de un grano de arroz, distribuidos abundantes y homogéneamente en la masa.

2.2.2 Ojos de gas (Cultivo): EL queso presenta a través de su masa agujeros u orificios muy definidos ovalados o redondos, en abundancia o escasos.

2.2.3 Cerrada: No se observan ojos, la masa del queso es completamente cerrada.

2.2.4 Mixta: Presencia de ojos mecánicos y de microorganismos, abundante ya sea homogéneo o heterogéneamente.

2.2.5 Ojos puntiformes: ojos muy pequeños, su tamaño es como la cabeza de un alfiler, de forma puntiformes, abundantes,

## Continuación ANEXO 18

distribuidos heterogéneamente en la masa. Se produce por las bacterias coliformes.

**2.3 Gusto:** En el queso Chanco, el gusto debe ser suave, a queso medianamente madurado. Ejemplos de defectos dulce, ácido, salado, sin sal, rancio, extraño, entre otros.

2.3.1 Equilibrado (Típico): semimadurado, limpio, sin exceso ni falencias, suave.

2.3.2 Rancio: Sabor desagradable a grasa oxidada, sabor a muy viejo.

2.3.3 Salado: Sensación intensa de sal.

2.3.4 Amargo: Sabor a químicos (cafeína)

2.3.5 Acido: Sabor a yogurt ácido, agrio.

2.3.6 Procesado: Sabor a plástico, a empaquetamiento.

2.3.7 Insípido: No tiene sabor (sin gusto).

**2.4 Olor:** El olor del queso Chanco es puro, medianamente intenso. Entre los defectos se encuentra ácido, cremosos, muy penetrante, mohoso, etc.

2.4.1 Agradable (Típico): Puro, medianamente intenso, a queso madurado.

2.4.2 Penetrante: Sensación de penetración física en la cavidad nasal. Olor irritante.

2.4.3 Acido: Olor a leche ácida, agria.

2.4.4 A crema: Olor a crema fresca de leche.

2.4.5 Mohoso: Olor a moho, a viejo.

2.4.6 A Forraje: Aroma fermentado a forraje, recordativo a corral, estiércol.

**Atributos relacionados al cuerpo o consistencia del queso.**

El cuerpo o consistencia se ha desglosado en tres sensaciones que se señalan a continuación.

**2.5 Firmeza:** Se evalúa la fuerza requerida para penetrar la masa del queso con los molares. Para esto se ubica la muestra entre los molares, morder de una sola vez y evaluar la fuerza requerida para morder el queso (Bryant, 1995).

El queso Chanco debe ser de masa semiblanda, mantecosa; se considera defecto una masa muy firme o muy blanda.

2.5.1 Típica: La masa del queso al ser mordida por los molares es semiblanda, mantecosa.

2.5.2 Firme: El queso posee alto grado de resistencia al ser mordido por los molares. Es duro.

2.5.3 Excesivamente blando: Si el queso al ser mordido por los molares se rompe muy suavemente, muy blando.

**2.6 Cohesividad:** Se evalúa la masa con relación a su continuidad (homogénea) al paladar. El queso Chanco debe ser cohesivo, es decir, deshacerse homogéneamente en la boca. Se considera defecto una masa desmenuzable, heterogénea e irregular al paladar.

2.6.1 Mantecoso (Típico): Se deshace homogénea y suavemente en la boca, es cohesivo.

2.6.2 Desmenuzable: La estructura del queso es rota fácilmente, se deshace individualizándose totalmente.

Continuación ANEXO 18

2.6.3 Elástico: Da la sensación de tener un chicle en la boca, no se deshace sino que se encaucha (Se siente como goma)

**2.7 Adhesividad:** Se evalúa la capacidad de la masa a pegarse o unirse al paladar durante su masticación, corresponde también a la dificultad para remover el queso desde el paladar durante la degustación. Para evaluarlo se ubica la muestra entre los molares y se debe masticar 5 veces y presionar con la lengua sobre el techo del paladar, luego evaluar la fuerza requerida para remover la muestra con la lengua.

2.7.1 Semiadhesivo (Típico): El queso se pega al paladar pero rápidamente se logra despegar, su adhesividad es mediana.

2.7.2 Pegajoso: Viscoso, húmedo, glutinoso, difícil de despegar del paladar, se sienten partículas pequeñas (harinoso)

2.7.3 Granuloso: se dispersa fácilmente ocupando toda la boca al morderse, se siente seco, granuloso, se deshace enseguida (se desmorona), no es adhesivo, no se adhiere al paladar.

Fuente:                   ASTETE(1989)  
                              BRITO(1996)  
                              MORALES (1993)

## ANEXO 19

### Cartilla de evaluación de queso Chanco

Test tipo : Diferencial  
 Método : Comparación múltiple  
 Producto : Queso Chanco  
 Nombre :  
 Fecha :

Sírvase evaluar las siguientes muestras de queso tipo Chanco en sus atributos de color, presencia de ojos, gusto, aroma, firmeza, adhesividad y cohesividad. Para darle el valor a cada atributo por favor tenga en cuenta los posibles defectos o atributos sensoriales típicos del queso.

La Escala a utilizar será entre 1 y 10. En donde:

El valor 1: Corresponde al menor valor que se le puede asignar al atributo, por encontrarse muy defectuoso, ya sea con varios defectos o con uno solo muy acentuado.

Del valor 7 para abajo es fuera de lo normal, debido a uno o más defectos de los marcados por usted.

Entre los valores 8 y 10 el atributo se considera normal.

Símbolo		⊗:		◆:		Ω:		∴:	
COLOR	Valor								
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
	Típico								
	Moteado								
	Pálido								
	Intenso								
	Brillante								
	Veteado								

Continuación ANEXO 19

Símbolo		⊗:		◆:		Ω:		∴:	
OJOS	Valor								
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Mecánica									
Ojos de gas									
Cerrado									
Mixta									
Ojos puntiformes									

Símbolo		⊗:		◆:		Ω:		∴:	
GUSTO	Valor								
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Equilibrado									
Rancio									
Salado									
Amargo									
Acido									
Procesado									
Insípido									

Símbolo		⊗:		◆:		Ω:		∴:	
OLOR	Valor								
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Agradable									
Penetrante									
Acido									
A crema									
Mohoso									
A forraje									



Continuación ANEXO 19

Símbolo		⊗:		◆:		Ω:		∴	
FIRMEZA	Valor								
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Típica									
Firme									
Excesivamente blando									

Símbolo		⊗:		◆:		Ω:		∴	
COHESIVIDAD	Valor								
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Mantecoso									
Desmenuzable									
Elástico									

Símbolo		⊗:		◆:		Ω:		∴	
ADHESIVIDAD	Valor								
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Semiadhesivo									
Pegajoso									
granuloso									

Símbolo		⊗:		◆:		Ω:		∴	
Apreciación General									
Observaciones									

## ANEXO 20

### RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL APLICADA AL QUESO CHANCO MADURADO

Tratamiento	Repetición	Atributo							
		Color	Presencia de ojos	Gusto	Olor	Firmeza	Adhesividad	Cohesividad	Aspecto General
1	1	9	9	8	8	9	8	8	8
	2	9	8	8	8	8	7	7	8
	3	8	8	7	7	8	8	8	8
<b>Media</b>		9	8	8	(*)	8	8	8	8
<b>ds</b>		0,58	0,58	0,58	(*)	0,58	0,58	0,58	0,00
2	1	8	8	8	8	8	8	8	8
	2	8	8	7	7	8	8	8	8
	3	9	8	8	8	8	8	8	8
<b>Media</b>		8	8	8	(*)	8	8	8	8
<b>ds</b>		0,58	0,00	0,58	(*)	0,00	0,00	0,00	0,00
3	1	7	8	8	7	7	8	7	7
	2	8	7	7	8	7	7	7	7
	3	8	8	7	8	7	7	7	7
<b>Media</b>		8	8	7	(*)	7	7	7	7
<b>ds</b>		0,58	0,58	0,58	(*)	0,00	0,58	0,00	0,00
4	1	5	6	7	7	6	6	7	6
	2	6	7	6	7	6	6	6	6
	3	7	7	6	7	6	7	7	6
<b>Media</b>		6	7	6	(*)	6	6	7	6
<b>ds</b>		1,00	0,58	0,58	(*)	0,00	0,58	0,58	0,00

(\*) De acuerdo al test de Concordancia de Kendall no hubo coherencia entre los criterios otorgados al atributo por los jueces pertenecientes al panel sensorial.

## ANEXO 21

### RESULTADOS DEL TEST DE CONCORDANCIA DE KENDALL APLICADOS A LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL QUESO CHANCO MADURADO

Parámetro	$\chi^2$ (calculado)	$\chi^2$ (tabuladoo)
Color	50,20	19,68
Presencia de ojos	30,29	19,68
Gusto	26,06	19,68
Firmeza	34,29	19,68
Cohesividad	20,67	19,68
Adhesividad	25,22	19,68
Aspecto general	32,25	19,68
Olor (*)	14,04	19,68

(\*) No existe concordancia entre los jueces

## ANEXO 22

### COLOR

➤ Test de Kruskal - Wallis:

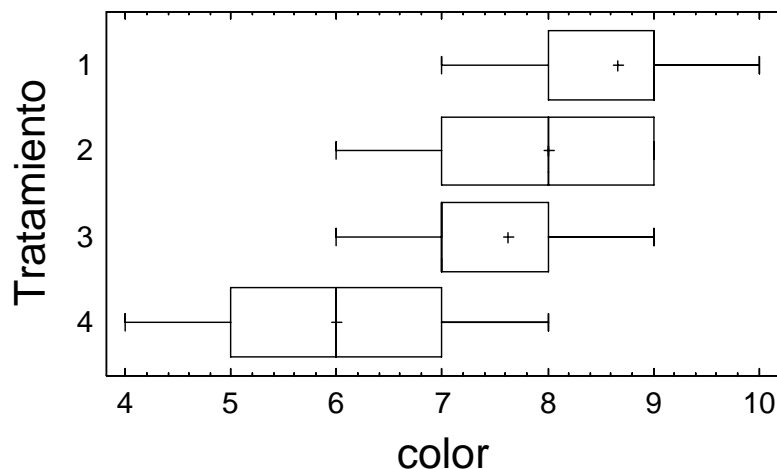
Tratamiento	Tamaño muestral	Rango Promedio
1	21	62,3095
2	21	49,7381
3	21	41,5714
4	21	16,381

Estadístico = 42,2194    P-valor = 3,60418E-9

El valor  $p$  ( $<0,05$ ) revela la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

➤ Análisis de comparación múltiple:

Box and Whisker Plot



Según la gráfica precedente los grupos homogéneos que no declaran diferencia estadísticamente significativa entre las medianas de sus tratamientos, a un nivel de confianza del 95%, son los siguientes:

Grupo 1: **T1-T2**

Grupo 2: **T2-T3**

Grupo 3: **T4**

## ANEXO 23

### PRESENCIA DE OJOS

➤ Test de Kruskal - Wallis:

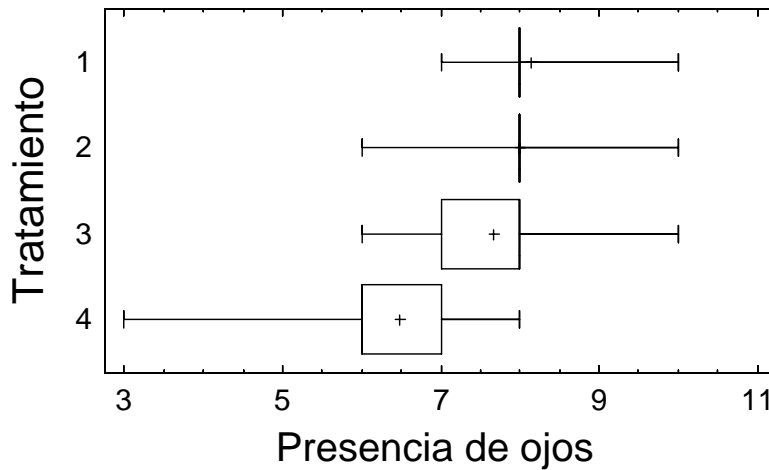
Tratamiento	Tamaño muestral	Rango Promedio
1	21	53,6429
2	21	51,9286
3	21	42,381
4	21	22,0476

Estadístico = 25,1727    P-valor = 0,0000142086

El valor p ( $<0,05$ ) revela la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

➤ Análisis de comparación múltiple:

### Box and Whisker Plot



Según la gráfica precedente los grupos homogéneos que no declaran diferencia estadísticamente significativa entre las medianas de sus tratamientos, a un nivel de confianza del 95%, son los siguientes:

Grupo 1: **T1-T2**

Grupo 2: **T3**

Grupo 3: **T4**

## ANEXO 24

### GUSTO

➤ Test de Kruskal - Wallis:

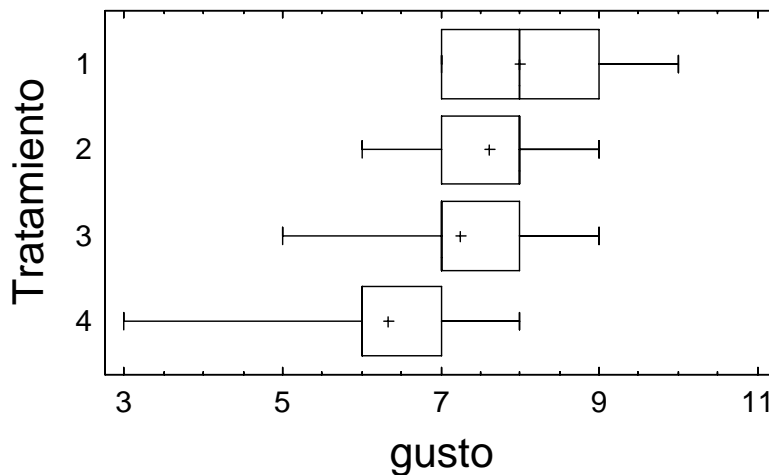
Tratamiento	Tamaño muestral	Rango Promedio
1	21	55,6667
2	21	48,2143
3	21	40,2143
4	21	25,9048

Estadístico = 18,5759    P-valor = 0,000334528

El valor  $p$  ( $<0,05$ ) revela la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

➤ Análisis de comparación múltiple:

Box and Whisker Plot



Según la gráfica precedente los grupos homogéneos que no declaran diferencia estadísticamente significativa entre las medianas de sus tratamientos, a un nivel de confianza del 95%, son los siguientes:

Grupo 1: **T1-T2-T3**

Grupo 2: **T4**

## ANEXO 25

### FIRMEZA

➤ Test de Kruskal - Wallis:

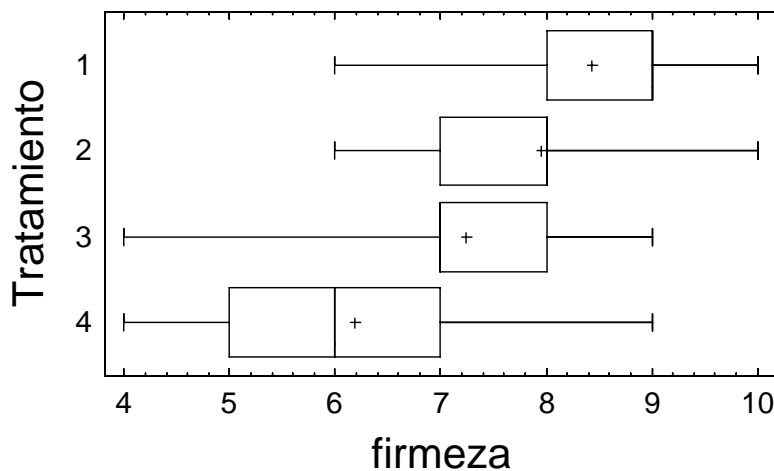
Tratamiento	Tamaño muestral	Rango Promedio
1	21	58,9048
2	21	50,1429
3	21	38,6667
4	21	22,2857

Estadístico = 28,0257    P-valor = 0,00000358719

El valor p ( $<0,05$ ) revela la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

➤ Análisis de comparación múltiple:

### Box and Whisker Plot



Según la gráfica precedente los grupos homogéneos que no declaran diferencia estadísticamente significativa entre las medianas de sus tratamientos, a un nivel de confianza del 95%, son los siguientes:

Grupo 1: **T1**

Grupo 2: **T2-T3**

Grupo 2: **T4**

## ANEXO 26

### COHESIVIDAD

➤ Test de Kruskal - Wallis:

Tratamiento	Tamaño muestral	Rango Promedio
1	21	50,6905
2	21	53,7381
3	21	38,5
4	21	27,0714

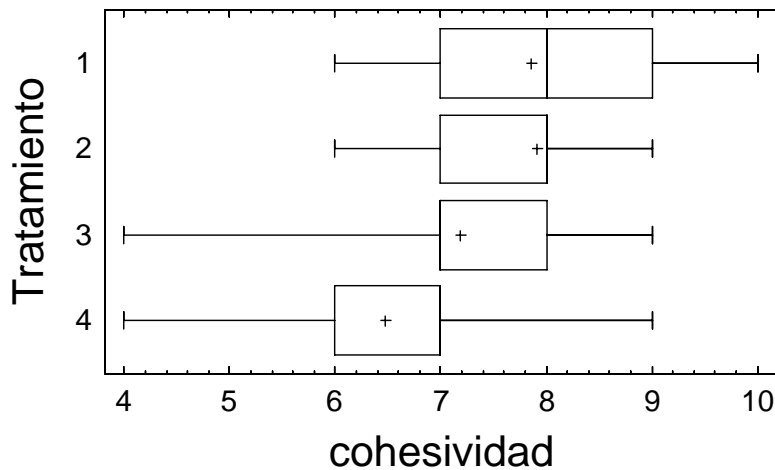
-----

Estadístico = 17,1702    P-valor = 0,00065201

El valor p ( $<0,05$ ) revela la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

➤ Análisis de comparación múltiple:

### Box and Whisker Plot



Según la gráfica precedente los grupos homogéneos que no declaran diferencia estadísticamente significativa entre las medianas de sus tratamientos, a un nivel de confianza del 95%, son los siguientes:

Grupo 1: **T1-T2-T3**

Grupo 2: **T4**



## ANEXO 27

### ADHESIVIDAD

➤ Test de Kruskal - Wallis:

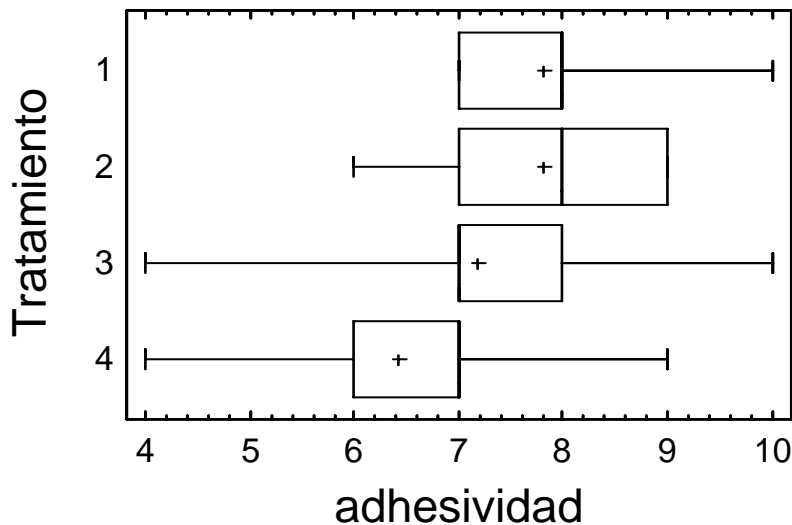
Tratamiento	Tamaño muestral	Rango Promedio
1	21	51,381
2	21	52,381
3	21	39,2857
4	21	26,9524

Estadístico = 16,2528    P-valor = 0,00100636

El valor p ( $<0,05$ ) revela la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

➤ Análisis de comparación múltiple:

### Box and Whisker Plot



Según la gráfica precedente los grupos homogéneos que no declaran diferencia estadísticamente significativa entre las medianas de sus tratamientos, a un nivel de confianza del 95%, son los siguientes:

Grupo 1: **T1-T2-T3**

Grupo 2: **T4**

## ANEXO 28

### APRECIACIÓN GENERAL

➤ Test de Kruskal - Wallis:

Tratamiento	Tamaño muestral	Rango Promedio
1	21	54,2143
2	21	51,7143
3	21	41,5714
4	21	22,5

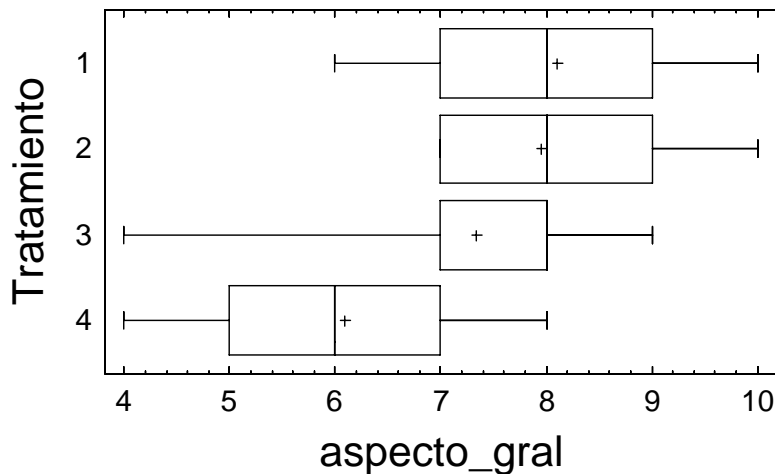
-----

Estadístico = 23,4345    P-valor = 0,0000327799

El valor p ( $<0,05$ ) revela la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

➤ Análisis de comparación múltiple:

### Box and Whisker Plot



Según la gráfica precedente los grupos homogéneos que no declaran diferencia estadísticamente significativa entre las medianas de sus tratamientos, a un nivel de confianza del 95%, son los siguientes:

Grupo 1: **T1-T2-T3**

Grupo 2: **T4**