



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Ingeniería en Alimentos

Estudio del Rendimiento Quesero Teórico a través de Ecuaciones Predictivas y su Correlación con el Rendimiento Práctico, en Queso Chanco Industrial

Tesis presentada como parte de los
Requisitos para optar al grado de
Licenciado en Ingeniería en Alimentos

María Beatriz Menz Neira

Valdivia Chile 2002

PROFESOR PATROCINANTE :

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

PROFESORES INFORMANTES :

Luz H. Molina C.
Prof. Biología y Química
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos
Universidad Austral de Chile

Irma Molina V.
Prof. Matemática y Física, Master en Estadística
Instituto de Estadística
Universidad Austral de Chile

AGRADECIMIENTOS

- A mi profesora Patrocinante Sra. Carmen Brito C., por su colaboración, ayuda, tiempo y amabilidad proporcionada para la realización de esta investigación.
- A la Cooperativa Lechera de Frutillar CAFRA, por su cooperación financiera, al personal de la planta y del Laboratorio de Control de Calidad por su amable cooperación.
- A la profesora Sra. Irma Molina por su amable cooperación otorgada en el desarrollo de este trabajo.
- A la profesora Sra. Haydee Molina por su ayuda y consejos proporcionados en el desarrollo de la parte analítica de este trabajo.
- A la Sra. Marcia Rojas del Laboratorio de Química, por su contribución en el desarrollo de los análisis realizados en este trabajo.
- A mis compañeros, especialmente a mi futuro colega Marcelo Ulloa por su cooperación, ayuda y apoyo proporcionado.
- A los funcionarios del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTAL) por su amable cooperación.

A mis queridos padres por su apoyo, ayuda y comprensión incondicional y a mi querida hermana por su confianza, ayuda y apoyo entregado, muchísimas gracias.

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Características generales y composicionales del queso	
	Chanco	3
2.2	Rendimiento quesero	5
2.3	Factores que afectan el rendimiento quesero	7
2.3.1	Características composicionales de la leche	8
2.3.2	Efecto de la estacionalidad sobre los rendimientos	12
2.3.3	Polimorfismo genético de las proteínas de la leche	17
2.3.4	Temperatura de enfriamiento de la leche	20
2.3.5	Efecto de la enzima coagulante	22
2.3.6	Características composicionales del queso	26
2.3.7	Constituyentes de la leche perdidos a través del suero	29
2.3.8	Disminución del contenido de humedad a través de la maduración del queso	31
2.4	Métodos para la determinación del rendimiento práctico quesero	32
2.4.1	Mediante la determinación del Coeficiente G	32
2.4.2	Mediante la determinación de la cantidad de leche y de queso obtenido	34
2.5	Determinación del rendimiento quesero teórico	34
2.5.1	Diferentes ecuaciones utilizadas para la determinación del rendimiento quesero teórico	36
2.5.2	Regulación del rendimiento quesero	38
3	MATERIAL Y METODO	40

3.1	Material	40
3.1.1	Ubicación de la etapa práctica del estudio	40
3.1.2	Materiales de análisis	40
3.1.3	Material de laboratorio	40
3.2	Método	41
3.2.1	Ensayos	41
3.2.2	Proceso de elaboración del queso Chanco	41
3.2.3	Determinación del rendimiento práctico quesero	42
3.2.4	Determinación del rendimiento quesero teórico, mediante la aplicación de diferentes ecuaciones	42
3.2.5	Análisis físico-químicos	46
3.2.5.1	Medición del equipo Milko-Scan	46
3.2.5.2	Leche fluida	47
3.2.5.3	Suero	47
3.2.5.4	Queso a las 24 h de elaborado (entrada a maduración) y maduro (20 días)	47
3.2.5.5	Medición de las cifras de transición	48
3.2.6	Tratamientos	48
3.2.7	Análisis estadístico	49
3.2.7.1	Análisis de las relaciones entre los componentes de la leche en la determinación del rendimiento quesero	49
3.2.7.2	Análisis de comparación entre el rendimiento teórico y el rendimiento práctico	49
4	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	51
4.1	Composición físico-química de la leche fluida	51
4.2	Composición físico-química del suero obtenido durante el proceso de elaboración	56
4.3	Control del proceso de elaboración del queso Chanco a partir del pH	60

4.4	Características físico-químicas del queso Chanco durante su maduración	66
4.4.1	Contenido de materia grasa	66
4.4.2	Proteína total	70
4.4.3	Contenido de sal	73
4.4.4	Contenido de humedad	77
4.5	Rendimiento del queso Chanco	81
4.5.1	Coeficiente de retención de la materia grasa y proteína total	81
4.5.2	Rendimiento práctico	85
4.5.3	Determinación de la relación entre los diferentes componentes de la leche y el rendimiento quesero práctico	88
4.5.4	Rendimiento quesero teórico	94
5	CONCLUSIONES	106
6	RESUMEN – SUMMARY	108
7	BIBLIOGRAFIA	110
	ANEXOS	124

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características físico-químicas del queso Chanco antes de la maduración	4
2	Características físico-químicas del queso Chanco madurado (20 días)	4
3	Composición química de leches de importantes especies de mamíferos (g/100 g)	9
4	Composición química de la leche de diferentes especies de ganados (porcentaje de la media aritmética normal)	16
5	Composición físico-química de la leche fluida usada en el proceso de elaboración del queso Chanco	51
6	Características físico-químicas del suero obtenido durante el proceso de elaboración del queso Chanco	57
7	Valores de pH de la leche y queso a través del proceso de elaboración del queso Chanco	61
8	Valores promedios del contenido de materia grasa (%) a comienzo y fines de la maduración del queso Chanco	66
9	Contenido de proteína total durante la maduración del queso Chanco (%)	71
10	Contenido de sal a comienzo y fines de la maduración del queso Chanco (% de cloruro de sodio, NaCl)	74
11	Contenido de humedad a comienzo y fines de la maduración del queso Chanco (%)	78
12	Rendimiento práctico del queso Chanco (kg de queso/ 100 kg de leche)	86

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Procesamiento del queso Chanco y puntos de control	43
2	Retención de la materia grasa a través de la maduración	82
3	Retención de la proteína total a través de la maduración	82
4	Rendimiento práctico del queso Chanco en relación al componente materia grasa de la leche	89
5	Rendimiento práctico del queso Chanco en relación al componente proteína total de la leche	89
6	Rendimiento práctico del queso Chanco en relación al componente caseína de la leche	90
7	Rendimiento práctico del queso Chanco en relación al componente ceniza de la leche	90
8	Rendimiento práctico del queso Chanco en relación al componente lactosa de la leche	91
9	Rendimiento práctico del queso Chanco en relación al componente sólidos no grasos de la leche	91
10	Rendimiento práctico del queso Chanco en relación al componente sólidos totales de la leche	92
11	Diagrama de dispersión de los valores obtenidos de rendimiento teórico T1-F (3.1) vs. el rendimiento práctico ($r= 0,711$)	95
12	Diagrama de dispersión de los valores obtenidos de rendimiento teórico T2-F (3.2) vs. el rendimiento práctico ($r= 0,708$)	96
13	Diagrama de dispersión de los valores obtenidos de rendimiento teórico T3-F (3.3) vs. el rendimiento	

	práctico ($r= 0,727$)	96
14	Diagrama de dispersión de los valores obtenidos de rendimiento teórico T4-F (3.4) vs. el rendimiento práctico ($r=0,573$)	97
15	Diagrama de dispersión de los valores obtenidos de rendimiento teórico T5-F (3.5) vs. el rendimiento práctico ($r= 0,664$)	97
16	Ecuaciones que presentan la menor diferencia entre el rendimiento práctico y el rendimiento teórico para queso Chanco al inicio de maduración (24 h)	99
17	Ecuaciones que presentan la mayor diferencia entre el rendimiento práctico y el rendimiento teórico para queso Chanco al inicio de maduración (24 h)	99
18	Ecuaciones que presentan la menor diferencia entre el rendimiento práctico y el rendimiento teórico para queso Chanco al término de maduración (20 días)	100
19	Ecuaciones que presentan la mayor diferencia entre el rendimiento práctico y el rendimiento teórico para queso Chanco al término de maduración (20 días)	100
20	Gráfica de la Suma de los errores (e) de la estimación del rendimiento teórico en queso Chanco al inicio de su maduración (24 h)	102
21	Gráfica de la Suma de los errores (e) de la estimación del rendimiento teórico en queso Chanco al término de su maduración (20 días)	102

INDICE DE ANEXOS

Anexos		Página
1	Composición físico-química de la leche utilizada en la elaboración del queso Chanco	125
2	Composición físico-química del suero obtenida durante el proceso de elaboración del queso Chanco	129
3	Valores de pH de la leche y queso a través de diferentes etapas de elaboración del queso Chanco	132
4	Composición físico-química del queso Chanco al inicio de maduración (24 h)	134
5	Composición físico-química del queso Chanco al término de maduración (20 días)	137
6	Valores de los Coeficientes de retención de la materia grasa y proteína total del queso Chanco	140
7	Relación caseína/materia grasa de la leche utilizada en la elaboración del queso Chanco	141
8	Pesos de la leche utilizada en la elaboración del queso Chanco, a las 24 h, maduro y de los recortes (kg)	142
9	Rendimiento práctico y rendimientos teóricos para queso tipo Chanco al inicio de su maduración (24 h) a partir de cada tratamiento (kg de queso/ 100 kg de leche)	143
10	Rendimiento práctico y rendimientos teóricos para queso tipo Chanco al término de maduración (20 días) a partir de cada tratamiento (kg de queso/ 100 kg de leche)	146
11	Análisis de regresión lineal simple para el rendimiento	

	quesero práctico con relación a los componentes de la leche	148
12	Análisis de varianza del análisis de regresión lineal simple para el rendimiento quesero practico en relación a los componentes de la leche	149
13	Valores estadísticos determinados para el queso Chanco al inicio de su maduración (24 h)	150
14	Valores estadísticos determinados para el queso Chanco al término de su maduración (20 días)	150
15	Valores estadísticos determinados entre el rendimiento práctico y el rendimiento teórico del queso Chanco para queso de inicio y término de maduración	151

1. INTRODUCCION

El “rendimiento quesero” corresponde a la expresión matemática de la cantidad de queso obtenida a partir de una determinada cantidad de leche y normalmente es expresada como kg de queso por 100 kg de leche (Eck citado por NIKLITSCHK, 1997).

En la industria láctea es importante poder calcular de antemano el rendimiento quesero de las producciones; es decir la cantidad de queso que se puede fabricar teóricamente con un volumen y calidad de leche determinada. Este cálculo permitirá prever los materiales, mano de obra y equipamientos que se utilizarán en la elaboración. Además será posible el cálculo anticipado de la rentabilidad del proceso de elaboración y, también como resultado de esto, el control del funcionamiento de la fábrica (VEISSEYRE, 1980).

Además de conocer si el queso producido se ajusta cuantitativamente a un rendimiento económico beneficioso y si consigue la utilidad financiera perseguida, es necesario que las relaciones entre los diversos componentes de la leche sea la adecuada para poder satisfacer los estándares y mantener la calidad del queso.

El rendimiento quesero es un problema que ha sido investigado desde hace casi un siglo por muchos autores, siendo Babcock y Van Slyke y Publow citados por FIL-IDF (1991) los primeros en realizar una publicación sobre el tema. Estos autores han desarrollado diferentes tipos de ecuaciones, permitiendo así predecir el rendimiento teórico del queso. Estas ecuaciones utilizan principalmente la composición de la leche incluyendo uno o varios

parámetros como: contenido de proteína o caseína, materia grasa, sólidos totales y sólidos no grasos; como también contenido de humedad, sal y materia grasa del queso (FIL-IDF, 1993b).

En un trabajo de investigación es factible poder incluir varios o todos los componentes de la leche y queso además del suero, que influyen en el rendimiento quesero; sin embargo dentro de una industria este tipo de fórmulas son poco prácticas; por lo tanto es necesario encontrar una o más ecuaciones simples y que a su vez proporcionen resultados con alta correlación con la producción real.

Las fórmulas de predicción de rendimiento constituyen importantes herramientas en el control de elaboraciones comerciales para poder estimar la eficiencia del rendimiento, para lo cual es necesario comparar el rendimiento práctico obtenido con el rendimiento teórico.

En este estudio los objetivos planteados son los siguientes:

- Medir el rendimiento práctico de un alto número de producciones de queso Chanco elaborado en forma industrial en producciones masivas, tanto en producto fresco, como en producto madurado.
- Determinar las correlaciones de los rendimientos prácticos encontrados, frente a ciertas ecuaciones previamente obtenidas desde la literatura, a fin de seleccionar una o más ecuaciones de aplicación práctica en la industria lechera.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Características generales y composicionales del queso Chanco

El queso Chanco es un queso madurado típico chileno que ha sido elaborado antes de la época de la colonia a nivel predial, a partir de leche bovina, cruda y con toda su materia grasa (BRITO *et al.*, 1995).

Industrialmente es elaborado con leche bovina, pasteurizada y estandarizada, con técnicas de procesamiento controladas mantenidos a maduración a temperaturas cercanas a los 14°C (BRITO *et al.*, 1995).

El Boletín ODEPA¹ (CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, Oficina de Planificación Agrícola, 2001) informa que la producción industrial total de quesos madurados en el año 2000 correspondió a 44,71 ton. concentrándose la mayor producción en la décima región.

La Federación Internacional de Lechería FIL-IDF citado por BRITO *et al.*, (1995), lo define como: “un queso elaborado de leche de vaca de consistencia semidura a semiblanda, con pequeñas aberturas redondas en el interior, de corteza firme y seca, 8 – 10 kg de peso, 48 % de humedad máxima seca, 45 % de grasa en materia seca y 59,5 % de agua en queso libre de grasa”.

Según la Norma Chilena Oficial 2090 (INN, CHILE 1999) el queso Chanco es un producto madurado, que se elabora con leche pasteurizada de vaca, obtenido por coagulación enzimática coayudado por la acidez desarrollada por cultivos

¹ [http:// www.odepa.gob.cl/servicios-Información/Lácteos.html](http://www.odepa.gob.cl/servicios-Información/Lácteos.html). (Noviembre, 2001)

lácticos puros, de consistencia semiblando, mantecoso, de forma de bloque rectangular de 8 a 11 kg, lados ligeramente convexos, con cáscara fina, seca y lisa de color amarillo pálido, de textura abierta, con abundantes ojos mecánicos o irregulares, distribuidos uniformemente en la masa del queso.

Las características físico-químicas del queso Chanco antes de maduración según BRITO *et al.*, (1996), se presentan en el CUADRO 1 y en el CUADRO 2 se presentan las características del queso Chanco madurado.

CUADRO 1 Características físico-químicas del queso Chanco antes de la maduración.

Parámetro (%)	Promedio (*)	Máximo	Mínimo	Especificaciones
· Humedad	51,06	51,23	50,94	50,68
· Materia grasa	23,79	24,87	23,00	----
· M. Grasa en E.S.	48,61	50,77	47,16	----
· pH	5,20	2,20	2,20	5,23

(*) Promedio de tres repeticiones

FUENTE ¹: BRITO (1997).

CUADRO 2 Características físico-químicas del queso Chanco madurado (20 días).

Parámetro (%)	Referencia	
	Brito ¹ , 1997	Nch 1999
· Humedad en queso sin grasa	64,75	Mín. 58 –66
· Sólidos totales	51,71	52 –56
· Sal	1,80	----
· Humedad	48,29	44 – 48
· Materia grasa en E.S.	49,16	Mín. 45

¹ BRITO, C. 1997. Guía de práctico de queso Chanco. Curso de Tecnología de Productos Lácteos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 6 p.

2.2 Rendimiento quesero

El rendimiento quesero es la suma de las cantidades de materia grasa, proteínas y otros componentes, además del agua transferida desde la leche al queso durante el proceso de elaboración (VAN BOECKEL, 1993).

DUMAIS *et al.*, (1991) y Eck citado por NIKLITSCHKEK (1997), describen el rendimiento quesero como “la cantidad de queso obtenida a partir de una determinada cantidad de leche”. La forma de expresión más usual es “Kilogramos de queso por 100 Kilogramos de leche” (GILLES y LAWRENCE, 1985; EMMONS, 1991; FIL-IDF, 1993b y SOLORZA y BELL, 1998). Otras formas de expresión de este concepto son:

- Litros de leche por tonelada de queso
- Fracción de un determinado constituyente de la leche o grupos de constituyentes, los cuales son retenidos en el queso (proteínas y caseínas, extracto seco magro) (Eck, citado por NIKLITSCHKEK, 1997).
- Kilos de materia seca del queso por 100 Kilos de leche (FIL-IDF, 1991)
- Kilos de queso obtenidos a partir de 100 Kilos de leche (FIL-IDF, 1991)

En el área tecnológica la precisión de la estimación del rendimiento es importante para establecer la relación entre la composición de la leche y el rendimiento de diferentes variedades de quesos y poder asegurar la eficiencia en la conversión de la leche en queso (EMMONS y BINNS, 1990).

Algunos métodos de expresión de rendimiento que pueden ser usados en una planta industrial son:

- rendimiento actual
- rendimiento ajustado a una composición constante ó estándar
- rendimiento ajustado a las pérdidas de grasa y/o sólidos no grasos en la cuajada
- rendimiento teórico basado en la composición de la leche

GILLES y LAWRENCE (1985), mencionan que la más conveniente forma de expresión de rendimiento quesero está basada en los kilos de queso obtenidos a partir de 100 kg de leche, debido a que expresa con una mejor precisión las variaciones presentes en el rendimiento quesero, al igual que las variaciones en los sólidos totales de la leche a través de las temporadas.

No obstante, algunos autores señalan que la forma de representar el rendimiento basado en el peso de la leche posee la dificultad que leches con pesos iguales, pero con diferente contenido de sólidos, resultará en distintos rendimientos (GILLES y LAWRENCE, 1985).

De acuerdo con BANKS *et al.*, (1984) y GILLES y LAWRENCE (1985), esta dificultad puede ser superada a través de la medición del peso de la caseína, grasa de la leche y del queso y permitir que el rendimiento quesero sea expresado sobre la base del porcentaje recuperado de caseína y grasa de la leche.

El rendimiento está afecto a las normas legales que rigen la composición de las diferentes variedades de queso. Mediante el proceso de elaboración el queso obtenido debe contener una composición que corresponda con la normativa actual, obteniendo así el mayor rendimiento posible (DUMAIS *et al.*, 1991).

Diferentes métodos de expresión de rendimiento tienen diferentes propósitos para ayudar a los productores de queso a controlar el rendimiento y asegurar la eficiencia de la transformación de la leche en queso (FIL -IDF, 1991).

2.3 Factores que afectan el rendimiento quesero

En general el rendimiento depende de la variedad específica de queso elaborado, proceso involucrado (tratamientos previos de la leche, tratamiento de la cuajada, etc.) y composición de las diferentes variedades (quesos duros, semiduros, blandos, etc.), siendo esta última regulada por normas legales.

Los factores que influyen sobre el rendimiento y eficiencia quesera según BANKS *et al.*,(1981); GILLES y LAWRENCE (1985); GRANDISON (1986); EMMONS *et al.*, (1993); OZIMEK y KENELLY (1993); BARBANO (1993) y SOLORZA y BELL (1998) son: la composición de la leche particularmente el contenido de caseína y materia grasa, humedad final del queso y las pérdidas de constituyentes de la leche a través del proceso de elaboración; es decir la cifra de transición de cada componente.

En relación a la composición de la leche los niveles de los componentes presentes en la leche están influenciados por dos categorías de factores: genéticos y medioambientales. Entre los factores genéticos tenemos la selección de animales, la raza del ganado y herencia de los componentes y dentro de los factores medioambientales se encuentran los factores climáticos como la estación y temperatura; los factores fisiológicos como estado de gestación y lactación, edad y salud del ganado; los factores alimentarios como la nutrición y frecuencia y forma de ordeño (KESSLER, 1981; ALAIS, 1985; LAWRENCE, 1991a; SCOTT, 1991; COVINGTON, 1993 y ROWNEY y CHRISTIAN, 1996).

Debido a la variación de la composición de la leche, el cual es uno de los más

importantes factores que afectan el rendimiento, es importante determinar la expresión de rendimiento como “kg de queso por 100 kg de leche conteniendo X % de materia grasa y Y % de proteína preferiblemente caseína”. Debido al uso de ciertos procesos tales como la ultrafiltración es imprescindible utilizar ésta definición (FIL-IDF, 1991).

Además se encuentran las variaciones en la composición del queso como: estandarización y concentración de la leche, homogeneización, enzima coagulante, firmeza de la cuajada, método de salado, pérdida de humedad durante la maduración, etc. (LAWRENCE, 1991b y DUMAIS *et al.*, 1991).

Dentro de la pérdida de constituyentes de la leche se encuentran factores del proceso técnico como: control de la velocidad de agitación, tamaño y control de la velocidad de corte de los granos, temperatura de cocción y eficiencia en la separación del suero y prensado del queso, etc. (BANKS *et al.*, 1984, CALLANAN, 1991 y FIL-IDF, 1991).

Además de los factores mencionados anteriormente que afectan el rendimiento quesero se hace necesario también que la determinación de la masa de la leche y queso sea la más precisa y exacta posible, así como también los análisis y métodos analíticos realizados (EMMONS, 1991 y GRAPPIN y LEFIER, 1993).

2.3.1 Características composicionales de la leche. Las características composicionales de la leche destinada a la elaboración quesera, es de primera importancia en lo relacionado al cálculo del rendimiento quesero (STEFFEN, 1983, FIL-IDF, 1993b y BROOME *et al.*, 1998).

Dentro de los componentes de la leche son de particular relevancia la cantidad de proteína o caseína, el contenido de materia grasa, proporción de

grasa/caseína, como también el contenido de sustancias minerales (MADRID, 1990; MC ILVEEN y STRUGNELL, 1990; LAWRENCE, 1991b y FIL-IDF, 1993b).

ROBINSON (1995), entrega información sobre la composición de la leche de diferentes especies de mamíferos, los cuales se presentan en el CUADRO 3:

CUADRO 3 Composición química de leches de importantes especies de mamíferos (g/ 100 g).

Tipo	Agua	M. grasa	Proteína	Lactosa	Ceniza	Calcio
Búfalo	82,1	8,0	4,2	4,9	0,8	----
Camello	87,1	4,2	3,7	4,1	0,9	----
Vaca	87,6	3,8	3,3	4,7	0,6	0,08
Cabra	87,0	4,5	3,3	4,6	0,6	0,95
Yegua	89,0	1,5	2,6	6,2	0,7	----
Oveja	81,6	7,5	5,6	4,4	0,9	----

FUENTE: ROBINSON (1995).

Al contener la leche un mayor contenido en extracto seco, principalmente caseína y materia grasa, el rendimiento aumenta; no obstante este aumento no es proporcional al contenido de materia grasa de la leche, sino que al contenido de caseína preferentemente, ya que la caseína no aumenta de la misma manera que el contenido de grasa de la leche (ALAIS, 1985 y FIL-IDF, 1993b).

Esto se debería probablemente a que la caseína es la única fuente de paracaseína que forma el elemento estructural del queso (SOLORZA y BELL, 1998).

El contenido de caseína es aproximadamente un 79 % de proteína de leche bovina, pudiendo variar desde un 68 a 84 % entre los animales dependiendo de

las condiciones como estado de lactación, edad y especie (NG- KWAI- HANG, 1993a).

La capacidad de retener agua libre en el queso, por parte de los componentes insolubles del extracto seco no es la misma, siendo la caseína la que retiene una mayor cantidad de agua (~ 55 % del agua ligada). Por su parte los fosfolípidos de la membrana del glóbulo graso tienen una gran capacidad de ligazón con el agua retenida, pero al estar en cantidades limitadas como ocurre en el queso, los glóbulos grasos en total solo retienen un máximo de un 15 % del agua ligada de la leche (ALAIS, 1985).

El efecto de las proteínas y en particular la caseína es fundamental debido a que cada gramo de caseína proporciona al producto un peso que es muy superior al que proporciona un gramo de grasa, debido a la gran capacidad de absorción de agua de la caseína, lo que corresponde a varias veces su propio peso (ALAIS, 1985 y GILLES y LAWRENCE, 1985).

La paracaseína requiere una cantidad mínima de agua para actuar como elemento estructural en el queso. La grasa es dispersada en esta estructura y la cantidad de ésta puede ser fácilmente determinada por ajuste del contenido de grasa de la leche a una cierta tasa de grasa/caseína (VAN DEN BERG, 1993a).

Teóricamente el rendimiento se puede incrementar simplemente aumentando la proporción de humedad por unidad de caseína; no obstante hay restricciones sobre los rangos o máximos aceptados para cada variedad específica de queso, ya que esto ocasiona cambios en las características sensoriales de éste (aroma, textura de los quesos madurados, etc.) (GILLES y LAWRENCE, 1985; LAWRENCE, 1991b; LAWRENCE *et al.*, 1993 y VAN DEN BERG, 1993a).

El efecto de la materia grasa en el rendimiento para todas las variedades de

queso es la misma y depende sólo de las pérdidas de grasa durante la elaboración, en contraste con el efecto de la caseína el cual no es el mismo debido a que la tasa óptima de humedad/sólidos no grasos es diferente para cada tipo de queso (GILLES y LAWRENCE, 1985).

El rendimiento en grasa está relacionado con las particularidades tecnológicas que concurren en la fabricación, específicamente con el tipo de trabajo que se le dé a la cuajada como por ej. homogeneización de la leche, temperatura de tratamiento de la leche, firmeza del coágulo, condiciones de corte, agitación, etc. (BOISEN, 1993).

Según SCOTT (1991), muchos fabricantes de queso prefieren utilizar leches con glóbulos de grasa más pequeños como las de las razas Ayrshire ó Holstein ya que así aparentemente es más fácil la incorporación de grasa a la cuajada.

STEFFEN (1983) y GILLES y LAWRENCE (1985), indican que un más alto contenido de materia grasa presente en la leche ayuda a la incorporación de otros constituyentes, la cual varía con la alimentación y estado de lactación del ganado.

LAWRENCE (1991b) y METZGER y MISTRY (1994), señalan que la homogeneización de la leche aumenta la retención de materia grasa y humedad debido probablemente a la alteración de la estructura del coágulo, con lo cual aumenta el rendimiento quesero ya que puede disminuir las pérdidas de grasa en el suero.

El rendimiento expresado en base al contenido de materia grasa está ampliamente determinado por la tasa de caseína/grasa de la leche, de aquí que leches de diferentes contenidos de caseína y grasa pero con una misma tasa muestran el mismo rendimiento por kg de grasa.

El rendimiento por kg de grasa puede por lo tanto ser manipulado por alteración del contenido graso de la leche a través de la estandarización (SCOTT, 1981 y GILLES y LAWRENCE, 1985).

La tasa de grasa/caseína es tecnológicamente importante para asegurar la producción de un queso de calidad uniforme y un rendimiento con una óptima recuperación de materia grasa y proteína; además de cumplir con las regulaciones y prevenir defectos estructurales en la maduración (MC ILVEEN y STRUGNELL, 1990 y CHIAVARI *et al.*, 1993).

MC ILVEEN y STRUGNELL (1990), señalan que cuando la tasa de caseína/grasa está cercana a 0,72 la recuperación de grasa y proteína en el queso es máxima.

Generalmente las concentraciones de materia grasa, proteína y caseína varían inversamente a la producción de leche. Una leche con concentraciones altas de materia grasa y caseína resultan en un rendimiento quesero teórico mayor.

Por otra parte las sales de calcio solubles son esenciales para el proceso de coagulación y los iones de calcio en particular juegan un rol principal en la agregación de las micelas de caseína (ROBINSON, 1995).

ALAIS (1985), LAWRENCE (1991b) y LUCEY y FOX (1991), mencionan que la adición de cloruro de calcio en la leche aumenta el rendimiento quesero, presumiblemente mediante la incorporación de fosfato de calcio coloidal en la cuajada; no obstante este aumento será pequeño siendo afectado por la correlación negativa entre el calcio en la cuajada y la retención de humedad.

2.3.2 Efecto de la estacionalidad sobre los rendimientos. Las fluctuaciones producidas por la estacionalidad sobre los distintos componentes

de la leche afectan los rendimientos queseros.

Los componentes de la leche se ven afectados por muchos factores, por ende las variaciones producidas sobre el rendimiento son más o menos grandes (BANKS *et al.*, 1981 y STEFFEN, 1983).

Los niveles de los componentes de la leche se ven afectados por factores medioambientales y genéticos, los que afectan la composición de proteína y grasa de la leche.

Dentro de los factores medioambientales encontramos los factores climáticos (estación y temperatura), fisiológicos (estado de gestación y lactación, edad y salud del ganado), alimentarios (nutrición) y técnicas y frecuencia de ordeño (ALAIS, 1985 y LAWRENCE, 1991a).

Dentro de los factores genéticos tenemos la selección del ganado y herencia de los componentes (ALAIS, 1985; LAWRENCE, 1991a; ROWNEY y CHRISTIAN, 1996; BARBANO *et al.*, 1997 y COULON *et al.*, 1998).

En relación a los factores climáticos la estación ejerce un efecto sobre las curvas de lactación modificándolas (ALAIS, 1985).

El contenido de proteína de la leche es más alto en los meses de otoño y más bajos en los meses de verano debido a las diferencias de temperatura y a programas de alimentación (LAWRENCE, 1991a).

El contenido de materia grasa alcanza los mayores porcentajes en Invierno y los más bajos en Verano; sin embargo las mayores producciones de leche se alcanzan en los meses de Verano (COVINGTON, 1993). El contenido de

caseína varía durante toda la estación pero menos marcadamente que la materia grasa (LAWRENCE, 1991a).

LAWRENCE (1991a), señala que estudios realizados en Escocia mostraron que el rendimiento quesero fue mayor en los meses de Otoño y más bajo durante los meses de Invierno e inicio de la Primavera. El rendimiento fluctuó entre los 9,4 a 10,5 (kg de queso/ 100 kg de leche).

Phelan citado por OZIMEK y KENELLY (1993), indica que la variación estacional de proteína cruda es debido principalmente a la variación en el contenido de caseína, mientras que el nivel de proteína de suero permanece constante a través del año.

La variación estacional ya sea tanto de la proteína como de la materia grasa conduce por lo tanto a la variación estacional en la capacidad del rendimiento quesero de la leche.

El contenido de minerales en la leche es uno de los componentes más estables a través del año, siendo levemente superiores en Invierno (LAWRENCE, 1991a).

En relación al efecto de la temperatura Feagan citado por LAWRENCE (1991a), señala que altas temperaturas medioambientales pueden reducir el contenido de proteína y alterar las proporciones relativas de las proteínas presentes. ALAIS (1985) indica que temperaturas entre los 5 a 20°C la influencia que presenta sobre la producción y composición de la leche es pequeña.

Dentro de los factores fisiológicos la edad del ganado también influye en la composición de la leche. COVINGTON (1993), señala que la concentración de proteínas y materia grasa experimenta una reducción gradual según la edad del

animal. El porcentaje de proteína disminuye en una tasa más lenta que el porcentaje de materia grasa (LAWRENCE, 1991a; COVINGTON, 1993 y NG-KWAI-HANG, 1993a).

Durante el proceso de lactación hay cambios característicos en el rendimiento de la leche, siendo más pronunciados en las etapas temprana y tardía de lactación (LAWRENCE, 1991a).

La caseína como un porcentaje de proteína total puede variar significativamente durante la lactación, provocando un cambio significativo en el potencial rendimiento quesero (LAWRENCE, 1991a).

La eficiencia del rendimiento quesero tiende a ser más alta en quesos elaborados con leche de vaca a mediados de lactación y más baja para quesos elaborados con leche de inicio y final de lactación causados por las diferencias en la recuperación de materia grasa y proteína (Lynch *et al.*, citados por BARBANO *et al.*, 1997).

La composición, forma física y plan de nutrición de la dieta del ganado lechero tiene una considerable influencia en la composición de la leche (COVINGTON, 1993).

LIMSOWTIN y POWELL (1996), mencionan que cuando el ganado recibe una alimentación inadecuada, tal como ocurre en las estaciones secas y en sequía, ellos producen menos cantidad de leche con bajo contenido de proteína, lo cual puede causar cambios significativos en algunos parámetros del proceso de elaboración quesera.

Kefford *et al.*, citados por ROWNEY y CHRISTIAN (1996), señalan que la leche proveniente de vacas alimentadas con una dieta de baja calidad producen un

queso con alta humedad en comparación con las leches de animales alimentados con una dieta de alta calidad, con la cual se obtiene un mayor rendimiento quesero que las vacas alimentadas con dieta de baja calidad. La leche de vacas alimentadas de trigo producen un mayor rendimiento quesero (ROWNEY y CHRISTIAN, 1996).

En general, la producción de leche se ve afectada por el número de ordeños realizados, al igual que la composición de la leche, generalmente se realizan dos ordeños por razones económicas (ALAIS, 1985). El queso elaborado de leche de vaca ordeñada 3 veces diarias, tiende a tener un rendimiento teórico y actual más bajo, debido a la concentración levemente más baja de caseína y grasa en la leche (Lynch *et al.*, citados por BARBANO *et al.*, 1997).

Dentro de los factores genéticos en las diferentes razas existen diferencias importantes en las aptitudes lecheras (ALAIS, 1985).

En el CUADRO 4 se presenta la composición de la leche para las diferentes razas de ganado lechero.

CUADRO 4 Composición química de la leche de diferentes especies de ganados (porcentaje de la media aritmética normal).

Raza	Componentes (%)			
	Materia grasa	Proteína	Lactosa	Ceniza
• Jersey	5,14	3,80	5,00	0,75
• Guernsey	4,90	3,85	4,95	0,75
• Shorthorn	3,65	3,30	4,80	0,69
• Ayrshire	3,85	3,35	4,95	0,69
• Friesian	3,40	3,15	4,60	0,73

FUENTE: SCOTT (1991).

La raza del ganado tiene un gran efecto en la capacidad de rendimiento de la

leche en queso, especies de ganado que alcancen los más altos porcentajes de materia grasa también tienen los más altos porcentajes de proteínas como es el caso del ganado Jersey (LAWRENCE, 1991a).

2.3.3 Polimorfismo genético de las proteínas de la leche. El polimorfismo genético de las proteínas también tiene efecto sobre el rendimiento quesero. La detección del polimorfismo genético de las proteínas de la lácteas en 1955 otorgó nuevas explicaciones para algunas variaciones observadas en el procesamiento de la leche, particularmente en la fabricación del queso (composición y propiedades tecnológicas para quesería) (PUHAN, 1997 y MAYER *et al.*, 1997).

En el medio agrícola, la incorporación del polimorfismo genético de las proteínas como un criterio más durante la gestación, es una realidad que se acerca aceleradamente a los agricultores (FIL-IDF, 1993b).

La expresión de variantes genéticas de las proteínas de la leche, es usada para significar formas genéticas de cada proteína con composiciones de aminoácidos diferentes (AALTONEN y ANTILA, 1987).

El polimorfismo proteico de la leche, tiene un efecto en la composición de la leche, además la influencia de los constituyentes individuales de ésta pueden afectar en el proceso de coagulación a: contenido de caseína en la leche, tamaño de las micelas de caseína la que se ve afectada por la proporción relativa de las fracciones de caseína, la proporción relativa de las micelas de caseína individuales de la leche, el grado de glicosilación de la κ -caseína y la composición de los minerales de la leche (contenido de citratos, fosfatos, etc.) (FIL-IDF, 1997).

Waugh citado por SCOTT (1991), indica que la caseína (una unidad) está

compuesta aproximadamente por un 40 % de caseína α , un 35 % de caseína β , un 15 % de κ -caseína y un 10 % de compuestos menores.

La caseína α , posee cuatro variantes las cuales se encuentran genéticamente relacionadas con algunas razas de ganado, las cuales poseen diferentes solubilidades (SCOTT, 1991).

Existen cuatro variantes para la caseína β , siendo estas la β caseína A, la β caseína B (Jersey), β caseína D (Zebú) y la β caseína E (Piedmont) (SCOTT, 1991).

Las caseínas γ presentan tres variantes a lo menos, las cuales están compuestas por una fracción de la cadena de caseína β (SCOTT, 1991).

La κ -caseína posee dos variantes la A y la B, constituyendo únicamente un 11 – 15 % del total del complejo caseínico; no obstante es de gran importancia en las leches de quesería, debido a que actúa como estabilizadora de la caseína α_s frente a la coagulación (SCOTT, 1991).

La κ -caseína es hidrolizada por la renina (quimosina) entre el aminoácido 105 (fenilalanina) y el 106 (metionina) (ALAIS, 1985 y SCOTT, 1991).

La molécula de κ -caseína está formada por 169 unidades de aminoácidos, siendo la secuencia de aminoácidos comprendidos entre el 1 al 105 insolubles, los que forman la paracaseína que forma el coágulo y la secuencia del 106 – 169 correspondiente a carbohidratos solubles que son eliminados con el suero (MADRID, 1990).

PUHAN y JACOB (1993), indican que el tamaño de las micelas de caseína está

relacionado con la capacidad de coagulación de la leche, particularmente con la firmeza de la cuajada.

VAN DEN BERG (1993b), señala que para la leche con pequeñas micelas el tiempo de coagulación es menor y a su vez el coágulo formado es más firme.

Las principales fracciones proteicas que afectan el contenido de proteína total de la leche, son consideradas las variantes genéticas κ -caseína y β -lactoglobulina, siendo la más importante la κ -caseína (FIL-IDF, 1993b; NG-KWAI-HANG, 1993b; VAN DEN BERG, 1993b y FIL-IDF, 1997).

FIL-IDF (1993b), menciona que la κ -caseína BB posee cerca de un 40 % más de pequeñas micelas comparadas con la κ -caseína AA, por lo cual ésta puede ser uno de los motivos porque la κ -caseína B presenta aptitudes superiores a la coagulación.

PUHAN y JACOB (1993), señalan que el procesamiento de leches conteniendo la variante κ -caseína B, entrega rendimientos queseros más altos como una consecuencia de varios factores, tales como: más alto contenido de proteína de la leche, mejores propiedades de coagulación, por ejemplo firmeza de la cuajada y así menor cantidad de finos y reducida pérdidas de grasa.

Pabst *et al.*, citados por JACOB (1994), informaron una más alta recuperación de proteína de la leche, alrededor de un 2,7 % en queso Edam, elaborado con leche conteniendo la variante κ -caseína BB al ser comparada con la variante κ -caseína AA.

Variantes genéticas de varias caseínas y β -lactoglobulina, las cuales están relacionadas principalmente con contenidos más altos de materia grasa y caseína en la leche, están también relacionados con mayores rendimientos

queseros (MARZIALLI y NG-KWAH-HANG, 1986 y FIL-IDF, 1993b). Para las fracciones de caseína la selección del par de β -caseína A1A1 y κ -caseína BB resultan en mayores rendimientos queseros.

En general hay tres tipos de beneficios que pueden acompañar la selección de variantes genéticas siendo estas: beneficios en el rendimiento originado de los cambios en la composición de la leche; beneficios funcionales y de salud originados por estructuras proteicas específicas y beneficios en el procesamiento (BOLAND, 1997).

2.3.4 Temperatura de enfriamiento de la leche. Otro factor que también influye en el rendimiento quesero, son las temperaturas de enfriamiento de la leche cruda utilizadas durante su almacenamiento. Este procedimiento es usado comúnmente para controlar el crecimiento de microorganismos previo a su elaboración (FIL-IDF, 1993b).

No obstante investigaciones realizadas indican que la calidad y el rendimiento quesero producido con leche almacenada en tanques de enfriamiento es afectada adversamente por este procedimiento, debido a la mayor proliferación a estas temperaturas de bacterias psicrófilas y consecuentemente la producción de lipasas y proteasas, las cuales pueden causar daños antes y después de la pasteurización (WEATHERUP y MULLAN, 1993 y CELESTINO *et al.*, 1996).

DUMAIS *et al.*, (1991), señala que las bajas temperaturas de enfriamiento, provocan cambios físico-químicos sobre el estado de algunos constituyentes de la leche. Algunos de estos cambios son producidos en la estructura de las micelas de caseína y en el equilibrio de los componentes minerales. Se solubiliza una parte del calcio y fósforo coloidales y se produce una disminución del tamaño de las micelas y también aumenta su capacidad de hidratación.

Debido a estos cambios que son experimentados en la leche, se produce una escasa calidad del queso elaborado y un rendimiento quesero más bajo.

LAWRENCE (1991b), indica que existen en la literatura investigaciones que tienden a ser contradictorias, probablemente debido a la dificultad para diferenciar los efectos físicos y bacteriológicos que se producen en la leche.

DUMAIS *et al.*, (1991) y Ali *et al.*, citados por WEATHERUP y MULLAN (1993), informan que la separación de caseína micelar, especialmente β -caseína en la fase soluble, se produce a temperaturas de almacenamiento de 4 y 7°C, en las primeras 48 horas.

Algunos de los efectos que se producen por estas modificaciones se encuentran, una cuajada más débil y más húmeda, pérdidas de grasa y finos y rendimientos queseros levemente menores (DUMAIS *et al.*, 1991, WEATHERUP y MULLAN, 1993 y Zall citado por COX, 1993).

Las bacterias psicrótróficas pueden producir enzimas extracelulares termoestables las cuales afectan los compuestos grasos y proteicos de la leche, con lo cuál pueden reducir los rendimientos del queso y además, causar defectos de sabor en los productos lácteos en general (WEATHERUP y MULLAN, 1993).

Zall citado por COX (1993), señalan que estos defectos pueden ser causados directamente en el producto ó indirectamente en la leche previo a la producción. Directamente las bacterias psicrótróficas pueden producir una cuajada gelatinosa ó limosa, formación en la superficie de limo ó decoloración, olores y sabores extraños. Indirectamente la actividad de la proteasa en la leche puede resultar en una formación débil de la cuajada y reducir el rendimiento.

La calidad del queso Cheddar y Cottage se ve disminuida de acuerdo al tiempo de almacenamiento de la leche cruda (Hicks *et al.*, citados por WEATHERUP y MULLAN 1993). Por su parte Law *et al.*, citados por FIL-IDF (1993b), señalan que la leche almacenada a bajas temperaturas, disminuye la calidad del queso Cheddar como un efecto particularmente de la actividad de las enzimas lipolíticas.

FIL-IDF (1993b) señala que la leche cruda almacenada a 3 o 7°C por un período de 3 ó más días reduce el rendimiento del queso Cheddar.

LAWRENCE (1991b), reporta que leches almacenadas a temperaturas menores que 7°C por 48 horas, contienen una alta proporción de caseína soluble y coagula más lentamente. La utilización de tales leches refrigeradas, resulta en una cuajada más débil, rendimientos más bajos y mayores pérdidas de grasa y finos hacia el suero, en comparación con el uso de leches no almacenadas a 10 – 20°C. Sin embargo, generalmente la leche enfriada es tratada térmicamente antes de ser procesada, lo cual resulta en la reincorporación de la caseína soluble hacia la matriz de la cuajada con pérdidas no significativas en el rendimiento quesero.

Sin embargo, el almacenamiento de la leche refrigerada puede influir indirectamente el rendimiento quesero dependiendo sobre la población inicial de bacteria psicrotróficas, la temperatura de la leche cruda y el período de almacenamiento (LAWRENCE, 1991b).

2.3.5 Efecto de la enzima coagulante. Las enzimas coagulantes han sido estudiadas por muchos años. Los efectos de estas enzimas sobre la calidad y el rendimiento quesero son muy importantes debido al efecto sobre los beneficios económicos (USTUNOL, 1993).

Para coagular la leche destinada a la elaboración quesera se utilizan dos métodos; la acidificación y la adición de cuajo, originando dos tipos de cuajadas, la ácida y enzimática.

En la industria quesera, la coagulación enzimática de la leche es el método más utilizado, el cual consiste en añadir a la leche una enzima que tiene la propiedad de coagular el complejo caseínico. Durante esta reacción el fosfocaseinato cálcico soluble en la leche es transformado en fosfoparacaseinato de calcio insoluble, mediante la acción de una enzima coagulante (DUMAIS *et al.*, 1991).

El cuajo natural, conocido como renina corresponde a una enzima proteolítica la que es secretada por la mucosa gástrica del cuarto estómago de los terneros (además de cabritos y corderos) antes del destete.

Esta secreción corresponde a la pro-renina, el cual es un precursor inactivo que al estar en contacto con un medio neutro no tiene actividad enzimática, pero que en medio ácido es transformada en renina activa. El cuajo tiene dos enzimas: la quimosina (principal componente) y la pepsina (DUMAIS *et al.*, 1991).

La acción de la enzima renina influye sobre la fuerza del gel y consecuentemente en el rendimiento quesero (FOX, 1987).

Sin embargo, debido a una escasez en el suministro de estómagos de terneros, seguido de un aumento en los precios para la quimosina, en varios países existe la tendencia a utilizar sustitutos, tales como pepsina de porcino/renina de ternero (50:50), renina de bovino ó una renina microbiana de *Mucor miehei*, *Mucor pusillus* ó *Endothia parasitica* (Visser citado por BROOME y HICKEY, 1990).

Más recientemente avances en ingeniería genética tienen la capacidad de clonar cepas de genes de células eucarióticas en células procarióticas, las que permiten que células procarióticas tales como *Escherichia coli* produzcan proteína eucariótica original. Mediante tales técnicas es posible producir quimosina usando procesos de fermentación, así incorporando el coagulante independientemente de la fuente original y a un costo más bajo (BROOME y HICKEY, 1990).

Como es bien conocido, que las enzimas coagulantes son proteolíticas y pueden hidrolizar pequeñas porciones de caseína, de esta manera enzimas más proteolíticas que la quimosina pueden reducir el rendimiento queso (EMMONS *et al.*, 1993 y Sellars citado por ZEHREN, 1993).

Los tipos de cuajos existentes en el mercado son los siguientes:

- Cuajos de origen animal. Provenientes de terneros lactantes (renina principalmente), cuajos de bovino (animales no lactantes, pepsina), cuajo porcino (pepsina) y cuajos de animales combinados en diversas porciones (50:50 cuajo de ternero y cuajo bovino, 50:50 cuajo de ternero y cuajo porcino, etc.)
- Cuajos de origen vegetal. Son muy proteolíticos y dan un sabor amargo durante la maduración (látex de las Higueras, *Ficus carica*).
- Cuajos bacterianos. *Mucor miehei*, Cooney y Emerson, *Mucor miehei*, termolábil, *Mucor miehei* extratermolábil, *Mucor pusillus* y *Endothia parasítica*.

Entre las diversas enzimas comerciales utilizadas en la actualidad se encuentran: Rennilase L (líquido), Rennilase G (granulado), RennilaseT (para

lugares con altas temperaturas), Rennilase XL (extratermolábil), etc. (MADRID, 1990).

USTUNOL (1993), indica que preparaciones de enzimas fúngicas han dado resultados que indican que son más proteolíticas y los rendimientos queseros son más bajos. Según un estudio realizado por USTUNOL (1993), concluyó que los mayores rendimientos de materia seca fueron obtenidos cuando el queso fue producido con renina de ternero.

Un estudio realizado por USTUNOL y HICKS (1990), señala que el queso elaborado con proteasas de origen animal y quimosina recombinante, resultaron en rendimientos en base a materia seca y porcentajes de humedad similares aquellas elaboradas con renina de ternero y solamente los quesos elaborados con proteasa *E. Parasitica* obtuvieron un rendimiento más bajo.

LAWRENCE (1991b), señala que existen datos discordantes sobre el efecto de varios coagulantes comerciales en el rendimiento quesero. Una serie de estudios han demostrado la falta de diferencias significativas en el rendimiento, cuando enzimas de las especies *Mucor* y *Endothia parasitica* fueron comparadas con extractos de renina ó mezclas de renina y pepsina porcina.

PRAANING VAN DALEM (1992), señala que la enzima Maxiren (quimosina de Gist – brocades), la cual es elaborada por DNA recombinante (levadura *Kluyveromyces lactis*), la cual corresponde a un 100% de preparación de quimosina, podría resolver los problemas de escasez y además la industria quesera podría contar con un coagulante estandarizado de alta calidad y pureza, máximos rendimientos queseros, suministro ilimitado de quimosina pura y a un precio más estable.

Sin embargo Emmons *et al.*, citados por LAWRENCE (1991b), señaló que la

renina de ternero está asociada a un levemente más bajo nivel de grasa y proteínas en el queso y rendimientos ligeramente más altos, comparados con el uso de pepsina bovina. LAWRENCE (1991b), indica que la enzima renina de ternero es el coagulante preferido en términos de maximizar el rendimiento. Este mismo autor indica que a pesar que las diferencias en el rendimiento con diferentes coagulantes puede ser pequeña, un potencial ahorro podría ser importante económicamente.

BARBANO y RASMUSSEN (1992), indican que los coagulantes influyen en el rendimiento quesero por afectar la recuperación de materia grasa y proteína durante el proceso de elaboración.

USTUNOL y HICKS (1990), señalan que una enzima coagulante ideal, corresponde a una enzima que sea económica, de alto rendimiento quesero y produzca una alta calidad en el queso, similar al queso elaborado con renina de ternero.

2.3.6 Características composicionales del queso. El rendimiento quesero está relacionado con la composición del queso y directamente con el contenido de humedad final, el cual varía ampliamente existiendo límites máximos permitidos para los diferentes tipos de quesos, siendo los rendimientos diferentes según la variedad, para quesos tipo muy duros como Parmesano el contenido de humedad varía entre un 30 – 33% y un 80 – 82% para quesos suaves como el Cottage.

Sobre los límites máximos de humedad permitidos la calidad del queso se ve afectada produciendo en la mayoría de los casos una masa más blanda que lo habitual y un sabor amargo intensificado (STEFFEN, 1983).

Variaciones en el contenido de humedad son altamente significativas en la determinación de rendimiento del queso obtenido de leche de una determinada composición, determinando de esta manera la eficiencia de las operaciones de fabricación.

Como el contenido de humedad del queso varía ampliamente en la práctica comercial, los fabricantes tienden a mantener una óptima tasa de agua/caseína, la cual está asociada con una máxima calidad y eficiencia de las operaciones de elaboración afectando directamente el rendimiento quesero (LAWRENCE *et al.*, 1993).

La cantidad de agua transferida al queso depende mucho de las propiedades de la leche (acidez, pH, etc.), las condiciones de procesamiento y condiciones de salado (VAN DEN BERG, 1993a).

Respecto a las condiciones de proceso, STEFFEN (1983), indica que el contenido de agua del queso está relacionado con el tratamiento de la cuajada.

Según MAYES y SUTHERLAND (1984) y LAWRENCE (1991b), el tiempo de corte es una decisión muy importante ya que cuando el corte del coágulo es demasiado temprano (coágulo demasiado suave) el rendimiento quesero se ve afectado adversamente debido al aumento de las pérdidas de grasa y finos hacia el suero. Por el contrario el corte tardío (coágulo demasiado firme) retarda la expulsión del suero, lo cual conlleva a un queso con alta humedad y cuyas partículas tienden a romperse con una fuerte agitación.

El corte de la cuajada aumenta la superficie total de exudación de suero, facilitando el desuerado, además el tamaño del grano tiene una influencia definida en la velocidad de salida del suero afectando la humedad final de la

cuajada y del queso. El tamaño óptimo de los granos depende de la dureza deseada en el producto final (DUMAIS *et al.*, 1991).

La sinéresis (retracción del coágulo) es aumentada por la elevación de la temperatura. Al subir la temperatura de la cuajada, aumenta la pérdida de humedad ya que se ve estimulada la acción del cuajo afectando la capacidad física de la cuajada para retener humedad (DUMAIS *et al.*, 1991).

El lavado de la cuajada afecta el contenido de sólidos no grasos en la tasa de humedad del queso tipo Gouda ya que un aumento en la cantidad de agua incorporada desde un 30 – 40 % (porcentaje de masa de cuajada después de ser removido el suero) reduce el rendimiento en un 0,5 – 1,0 % (Walstra citado por LAWRENCE, 1991b).

Según FIL-IDF (1991), existe casi una relación lineal entre la disminución en el rendimiento del queso Gouda medido a los 12 días después de elaborado y la cantidad de agua añadida a la cuajada. SCOTT (1991), indica que con el escaldado ó la cocción de la cuajada se provoca la contracción de la matriz proteica con la subsiguiente eliminación de una nueva fracción de suero.

El prensado del queso ayuda a eliminar el suero y a compactar la masa, este procedimiento varía mucho en intensidad y duración con el tipo de queso (DUMAIS *et al.*, 1991). Un corto tiempo de prensado y baja presión producen una expulsión débil del suero del grano produciéndose debido a esto un más alto contenido de agua en la cuajada (STEFFEN, 1983).

Respecto al proceso de salazón del queso el cuál tiene por objetivos darle mejor sabor, seleccionar la flora microbiana, regular la humedad (baja la actividad de agua en el queso), ayuda a la formación de la cáscara y permite

una mejor conservación del producto (BINES y HOLMES, 1994). El método usado y la cantidad de sal varían con el tipo de queso elaborado.

La proporción de sal de la cuajada puede ser influenciado por varios parámetros, tales como dimensión, estructura física, humedad y acidez de la cuajada antes del salado. La aplicación uniforme de sal en el queso ayuda a producir un contenido de humedad uniforme dentro de la tina (EMMONS *et al.*, 1993).

La absorción de sal en el queso causa obviamente una ganancia en peso, pero al mismo tiempo hay una mayor pérdida de humedad.

2.3.7 Constituyentes de la leche perdidos a través del suero. Las pérdidas de constituyentes de la leche también juegan un rol en el rendimiento quesero. Estas pérdidas se pueden producir en algunas etapas del proceso, entre ellos se encuentran: velocidad de agitación, velocidad y tiempo de corte, temperatura de cocción, presión demasiado fuerte al comienzo del prensado etc. (CALLANAN, 1991 y DUMAIS *et al.*, 1991).

Mediante el proceso de elaboración del queso, el contenido de caseína y materia grasa son retenidos parcialmente en el queso, a su vez que porciones pequeñas son perdidas en el suero (CALLANAN, 1991).

En sistemas convencionales de fabricación las pérdidas de proteína consisten principalmente de proteínas séricas de la leche, las cuales no son coaguladas por la enzima, otras sustancias nitrogenadas ambas presentes o liberadas durante la elaboración y glicomacropéptidos solubles liberados por la κ -caseína.

CALLANAN (1991), indica que alrededor de un 3 – 4% de la caseína es perdida en el suero por acción de la enzima coagulante sobre la caseína.

Además pueden producirse pérdidas adicionales de caseína debido a factores mecánicos o físico-químicos tales como coagulación incompleta de la caseína ó la acción de proteasas bacterianas en la caseína (CALLANAN, 1991).

Por su parte la pérdida de grasa en el suero depende de factores estacionales presumiblemente relacionados con la composición de la leche y factores de manipulación mecánicos durante el procesamiento especialmente durante el llenado de la tina, corte del coágulo y operaciones de bombeo (CALLANAN, 1991).

La proporción de minerales principalmente fosfato de calcio retenido en el queso, depende de los procesos de elaboración particularmente del perfil de pH (LUCEY y FOX, 1991).

FAO (1986) y GILLES y LAWRENCE (1985), indican que siempre se experimenta una pérdida inevitable de grasa en el suero, que puede variar entre 0,1 y 0,3% y en algunas variedades de queso hasta un 0,6 – 1,0 %.

DUMAIS *et al.*, (1991), señala que en el lactosuero se pueden alcanzar pérdidas de materia grasa de un 0,30 % y aproximadamente un 0,10 % de caseína, mediante una fabricación normal.

Las mayores pérdidas de estos dos componentes pueden ocurrir por diferentes causas, siendo algunas de ellas: la agitación de la leche original donde se forman granos de mantequilla que son eliminados con el lactosuero, un corte excesivo seguido de una agitación muy violenta en una cuajada blanda, un rápido calentamiento, una presión al inicio del prensado muy fuerte, etc.

FAO (1986) y GILLES y LAWRENCE (1985), indican que las pérdidas de grasa

junto con la caseína varían a través de las estaciones del año escapándose al control del productor.

OLSON (1977), señala que a medida que aumentan las pérdidas de los componentes de la leche en el suero, el rendimiento del queso que se obtiene será menor.

2.3.8 Disminución del contenido de humedad a través de la maduración del queso. El rendimiento quesero también está directamente relacionado con el contenido de humedad final en el queso.

KOSIKOWSKI (1977), señala que un alto contenido de humedad en el queso dará un alto rendimiento y viceversa.

A través del proceso de maduración, el queso pierde peso por evaporación, cuya intensidad depende de las condiciones de temperatura y humedad relativa de la cámara de almacenamiento, particularmente si se trata de quesos con cáscara o si posee película protectora (STEFFEN, 1983 y LAWRENCE, 1991b).

La etapa de maduración es una de las más importantes en tecnología quesera ya que de ella dependerá la calidad del producto final como sabor y aroma, textura, aspecto; además del rendimiento quesero (ALAIS, 1985).

La humedad es un parámetro muy importante en el proceso de maduración del queso, debido a que controla el crecimiento y la actividad de los microorganismos, controla el equilibrio de las sales, los fenómenos de difusión y transporte. Además participa en la estructuración de los componentes según su afinidad por la fase acuosa y también participa en muchas reacciones químicas (SCOTT, 1991).

STEFFEN (1983), indica que un contenido de agua relativamente alto en el queso fresco no otorga ninguna garantía para un buen rendimiento. En general, puede observarse que un queso con un valor elevado de humedad a las 24 horas, experimenta en el curso de la maduración pérdidas mayores de agua que un queso de humedad normal.

La maduración es acelerada con las altas temperaturas y el solo efecto de una baja humedad relativa tiende a secar más los quesos y con ello a disminuir el rendimiento (KESSLER, 1981).

Las temperaturas usadas para conservar y madurar los quesos varían entre 4 – 5°C y 18°C, dependiendo del tipo de queso.

La humedad necesaria varía entre los 75 – 85% para quesos duros hasta 90 – 95% para quesos blandos (KESSLER, 1981).

Muchos autores señalan que es conveniente proteger los quesos con un material apropiado (celulosa PT, celulosa encerada, Nylon 6, etc.), para evitar la pérdida de peso y aparición de mohos y ácaros, lo que dependerá de las reglamentaciones señaladas para cada variedad de queso (DUMAIS *et al.*, 1991; LAWRENCE, 1991b y SCOTT, 1991).

2.4 Métodos para la determinación del rendimiento práctico quesero

2.4.1 Mediante la determinación del Coeficiente G. Es bastante conocido que no todos los componentes de la leche quedan retenidos en el queso y por lo tanto, cierta cantidad es arrastrada por el suero. En la cuajada queda retenida casi toda la caseína y el mayor contenido de la materia grasa; sin embargo sólo una fracción de los otros componentes, lo cual varía con los métodos de elaboración, pero sobre todo, de la intensidad del desuerado (VEISSEYRE, 1980).

La definición de Coeficiente G es la siguiente: “G es la cantidad de extracto seco magro recuperado en el queso salado y maduro correspondiente a un litro de leche sometida al proceso de fabricación” (VEISSEYRE, 1980).

Para poder determinar el coeficiente G, éste se obtiene experimentalmente, analizando con la mayor precisión y exactitud posible en una partida la cantidad de leche utilizada (V), el peso de los quesos obtenidos al término de la maduración (P), la composición media de los quesos en extracto seco total por 100 (EST) y en materia grasa por 100, en relación al extracto seco (MG).

Conociendo estos datos, el coeficiente G se puede calcular a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Coeficiente G} = \frac{\text{E.S.D} \times \text{P}}{100 \times \text{V}}$$

Donde:

E.S.D : Extracto seco magro (%)

P : Peso del queso obtenido después de maduración

V : Cantidad de leche utilizada

ALAIS (1985), señala que el coeficiente G no es independiente del contenido en materia grasa de la leche, cuando éste es elevado, el coeficiente G aumenta y con ello se aumenta la materia grasa sobre extracto seco del queso.

Este mismo autor indica que en general, se calcula el coeficiente G para un queso fresco “sin sal”, pero también puede calcularse para un queso dispuesto para el consumo, en este último caso el valor es un poco más bajo, ya que existe una pérdida de extracto seco no graso durante la maduración del queso.

Los valores del coeficiente G en la práctica varían entre un 27 y 34, siendo más elevado para los quesos de pasta blanda (30 – 32), que en los quesos de pasta cocida (27 – 28), en la elaboración de estos últimos las pérdidas en el suero y en los residuos son más importantes (ALAIS, 1985).

Conociendo el coeficiente G de la leche que se dispone, se debe regular el contenido en materia grasa de manera de obtener quesos con la composición deseada (VEISSEYRE, 1980).

2.4.2 Mediante la determinación de la cantidad de leche y de queso obtenido. La determinación del rendimiento quesero práctico se puede medir a través de la determinación de la cantidad de leche y de queso obtenido, considerando para ello la cantidad de leche utilizada y la cantidad de queso fabricado.

Para determinar la composición y la cantidad de quesos fabricados, se debe realizar un plan de muestreo con el cual se incluye el conocer el coeficiente de variación de los pesos de cada uno de los quesos en una misma elaboración, como también de sus componentes (Eck citado por NIKLITSCHK, 1997).

Debido a esto es preciso realizar un balance ponderal del proceso de elaboración de la leche hasta la obtención del queso y determinar un valor máximo para las pérdidas para poder aceptar la confiabilidad de los resultados (Eck citado por NIKLITSCHK, 1997).

2.5 Determinación del rendimiento quesero teórico

La determinación del rendimiento quesero teórico ha sido estudiada por casi un siglo por muchos investigadores, los que han determinado ecuaciones que han incorporado los contenidos de los diferentes componentes de la leche y del queso (materia grasa, proteína, caseína, sólidos totales, etc.) (OLSON, 1977 y

BANKS *et al.*, 1984).

Las ecuaciones de predicción del rendimiento teórico que utilizan un único componente de la leche (materia grasa ó proteínas) no son las mejores en determinar el rendimiento quesero, por el contrario se pueden lograr resultados más confiables, incorporando en las ecuaciones las cantidades de sólidos totales de la leche (BANKS *et al.*, 1984).

BANKS *et al.*, (1981), indican que recientemente, se han derivado ecuaciones más refinadas las cuales han incorporado factores de eficiencia para la recuperación de grasa y proteína en el queso; además de la incorporación de sal y humedad del queso.

OLSON (1977), señala que el rendimiento práctico y las ecuaciones de rendimiento teórico están sujetos a los parámetros de elaboración, precisión en los métodos analíticos usados y de los tipos específicos de quesos producidos.

Una metodología más general y adaptable a cualquier tipo de queso independientemente de la tecnología utilizada es la llamada Teoría de la esponja.

Según Maubois y Mocquot citados por VEISSEYRE (1980), la transformación de la leche en queso, se compara al secado de una esponja de paracaseína embebida de lactosuero, según el tipo de fabricación, el secado es más o menos pronunciado. La ecuación para determinar el rendimiento quesero máximo es la siguiente:

$$R_m = \frac{(M.A.C \times 10) \times (200 - 3s)}{200 \times (F - g) - 2s \times (100 - g)}$$

Donde:

Rm : Peso máximo de queso obtenido con 100 kg de leche

M.A.C : Contenido de paracaseína de la leche (g/ kg de la leche)

F : Cantidad de extracto seco total contenido en 100 g de queso

g : Cantidad de materia grasa contenida en 100 g de queso

s : Contenido en materia grasa seca del lactosuero incluido en el queso (g/ 100 g de lactosuero).

VEISSEYRE (1980), señala que la proporción de M.A.C. (contenido de sustancias nitrogenadas coagulables por el cuajo ó contenido en paracaseína g/100 g leche) con respecto a las sustancias nitrogenadas totales, varía poco, siendo la proporción de sustancias nitrogenadas totales alrededor del 74 % en promedio en la leche de vaca cruda y alrededor del 74,5 % para leche calentada a 74° C durante 20 s.

De esta manera conociendo el contenido de grasa, agua y materia seca del lactosuero incluido en el queso y conociendo además, el contenido de paracaseína de la leche utilizada puede estimarse el peso máximo de queso que se puede obtener a partir de esta leche (VEISSEYRE, 1980).

2.5.1 Diferentes ecuaciones utilizadas para la determinación del rendimiento quesero teórico. Se han desarrollado varias ecuaciones para calcular el rendimiento quesero, ellas tienen aplicación para predecir el rendimiento del queso de una composición constante ó para comparar el rendimiento práctico y teórico después de analizar el queso.

Estas ecuaciones están desarrolladas con un modelo de queso de 3 fases, de grasa, paracaseína y componentes solubles (EMMONS *et al.*, 1990).

EMMONS *et al.*, (1991), señalan que las ecuaciones de cálculo de rendimiento teórico pueden ser divididas en dos grupos, aquellas basadas en la elaboración quesera actual y aquellas con una base teórica. Aquellas ecuaciones basadas en la teoría se encuentran los tipos A, B, C, D, G, H y J y aquellas basadas en la elaboración quesera las del tipo E.

Los tipos de ecuaciones A y B se aplican cuando el queso es elaborado a un contenido de humedad constante. Cualquiera de las ecuaciones tipo A, B y C, pueden aplicarse si la leche es estandarizada a una tasa constante de caseína/grasa y si las constantes utilizadas son las apropiadas.

Las ecuaciones del tipo C, tienen una aplicación particular cuando se comparan rendimientos de leches diferentes para producir quesos de contenido graso reducido. La representación del tipo D, es similar a las del tipo C, excepto que esta basada en el volumen y no en el peso (EMMONS *et al.*, 1991).

Las ecuaciones del tipo E, son utilizadas cuando se relaciona el rendimiento práctico a las variables de grasa y caseína de la leche.

Los tipos de ecuaciones generales A, B y C, pueden ser aplicadas a la mayoría de las variedades de queso.

El tipo de ecuación G, es la más simple. El rendimiento se considera como la suma de los componentes individuales del queso.

El tipo de ecuaciones E, son aquellas que han sido desarrolladas usando los datos de la producción actual. Los tipos H y J son similares a las ecuaciones tipo A y C respectivamente (EMMONS *et al.*, 1991).

Ecuaciones más simples como la de BANKS *et al.*, (1984), para queso Cheddar

y ASTETE (1989), para queso Maribo, corresponden a ecuaciones del tipo E, las que solo requieren para el cálculo el contenido de materia grasa y proteína de la leche utilizada en la fabricación del queso.

Estas ecuaciones se basan en que la proteína total y la materia grasa representan más del 80% de la materia seca del queso.

Existen ecuaciones un poco más complicadas que han sido desarrolladas para el queso Cheddar por OLSON (1977) y Van Slyke citado por COGGINS (1991), basadas fundamentalmente en el contenido de materia grasa y caseína de la leche; además del contenido de humedad del queso.

La ecuación de Van Slyke fue replanteada por la FIL-IDF (1991), debido a que el rendimiento era sobrestimado en alrededor de un 1%, al utilizar el factor de conversión de nitrógeno a proteína de 6,38 y no el de 6,25, el cual fue obtenido posteriormente por FIL-IDF.

Las ecuaciones señaladas por estos autores han sido derivadas para queso Cheddar y Maribo, pero también es factible determinar ecuaciones de rendimiento para cada variedad de queso utilizando básicamente la misma ecuación, pero utilizando factores numéricos específicos según la variedad específica (KOSIKOWSKI, 1977).

Ecuaciones un poco más complejas han sido planteadas por Bergman y Joost citados por FIL-IDF (1991) y por Jensen citado por NIKLITSCHKEK (1997), las que requieren para su cálculo todos los parámetros composicionales mencionados anteriormente, así como también las cifras de transición de los distintos constituyentes de la leche al queso.

2.5.2 Regulación del rendimiento quesero. DUMAIS *et al.*, (1991), indica que

la regulación del rendimiento quesero, es quizás la mejor medida que tiene una planta quesera para controlar la eficiencia de la producción.

Para obtener un buen rendimiento en la elaboración de queso, lo cual es fundamental en el plano financiero, se hace necesario realizar un control a lo largo de todo el proceso y verificar los datos requeridos para calcular el rendimiento (DUMAIS *et al.*, 1991).

La cantidad de leche recepcionada, con su contenido de materia grasa y caseína, peso del queso en los moldes, al término del escurrido, salida de prensa y en la etapa de comercializarse; además de la cantidad de grasa contenida en el suero y materia grasa y humedad del queso, son algunos de los datos requeridos para el cálculo (DUMAIS *et al.*, 1991).

3. MATERIAL Y METODO

3.1 Material

3.1.1 Ubicación de la etapa práctica del estudio. Esta investigación se desarrolló en el Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTAL) de la Universidad Austral de Chile, desarrollando la parte práctica en la Cooperativa Lechera de Frutillar (CAFRA) en la ciudad de Frutillar, X Región, en los meses de Noviembre (1999) y Marzo del 2000.

Los análisis físico-químicos de la materia prima y suero se realizaron en los laboratorios de la industria; mientras que los análisis para el producto final se realizaron en el Laboratorio de Química del ICYTAL.

3.1.2 Materiales de análisis. Este estudio se realizó sobre un queso Chanco, llevándose a cabo análisis para los siguientes elementos:

- Leche fluida pasteurizada (materia prima del queso).
- Suero obtenido de la elaboración del queso.
- Queso después de 24 h de su elaboración (salida de saladero).
- Queso maduro (20 días de maduración).

3.1.3 Material de laboratorio. Los materiales utilizados en cada análisis físico-químicos fueron los que comúnmente se usan en el método.

3.2 Método

3.2.1 Ensayos. Se realizaron ensayos basados en el proceso de elaboración del queso Chanco, en 30 oportunidades.

- Características generales del queso Chanco estudiadas de acuerdo a estándares de la empresa ¹. Este tipo de queso tiene forma rectangular de 9,5 a 10 kg de peso aproximadamente, el pH varía entre valores de 5,1 a 5,3, con un contenido de humedad entre los 41,0 – 46,5%, un contenido de extracto seco entre 46,98 – 51,0%, y un período de maduración de 20 – 28 días a una temperatura de 10° C aproximadamente. Este queso es etiquetado al término de la maduración para luego ser trasladado a la cámara de almacenamiento y mantenido a 7° C hasta el momento de ser despachado.

3.2.2 Proceso de elaboración del queso Chanco. La elaboración del queso Chanco fue realizada por la industria (CAFRA), utilizando para ello una tina tipo doble O, FEGAMA (SCHWARTE), con una capacidad de 13.000 L de leche.

Las materias primas utilizadas en el proceso de elaboración del queso Chanco, fueron las siguientes:

- Leche fluida (3,0 % materia grasa), pasteurizada proveniente de los productores de la zona
- Cloruro de calcio, nitrato de sodio y sal
- Colorante (anatto)
- Cultivo láctico MA* y BT*(concentrado liofilizado para inoculación directa a la

¹ Urra, F. 2000. Comunicación personal. Jefe de producción y control de calidad, CAFRA. Frutillar.

* Ezal, Texel Groupe Rhône-Poulenc. Los productos mencionados son citados a modo de ejemplo, pero no constituyen necesariamente una recomendación de éste producto.

tina), compuesto por los siguientes cultivos:

MA : *Lactococcus lactis sub esp.lactis*

Lactococcus lactis sub esp. cremoris

BT : *Lactococcus lactis sub esp.lactis*

Lactococcus lactis sub esp. cremoris

Lactococcus lactis sub esp lactis bio var

Streptococcus Diacetilactis

- Cuajo Maxiren 15 T, Chymosin

El proceso de elaboración del queso Chanco, seguido por la industria se observa en la FIGURA 1, al igual que los puntos controlados durante el proceso.

3.2.3 Determinación del rendimiento práctico quesero. En cada una de las elaboraciones de queso controladas, se midió el rendimiento quesero práctico como los kilos de queso obtenidos a partir de 100 kilos de leche a las 24 h de ser elaborado el queso, así como también al final de la maduración (20 días).

3.2.4 Determinación del rendimiento quesero teórico, mediante la aplicación de diferentes ecuaciones. La determinación del rendimiento teórico se calculó a partir de cinco ecuaciones de diversos autores, las seleccionadas para la investigación en las que se utilizaron los valores determinados de los constituyentes de la leche y del queso estudiados en cada ensayo. La determinación de los constituyentes se realizó a partir de la metodología siguiente:

- Análisis físico-químicos, para la leche estandarizada a un 3,0 % de materia grasa; así como también al suero obtenido en el proceso.
- Análisis físico-químicos al queso a las 24 h de su elaboración (salida de saladero).

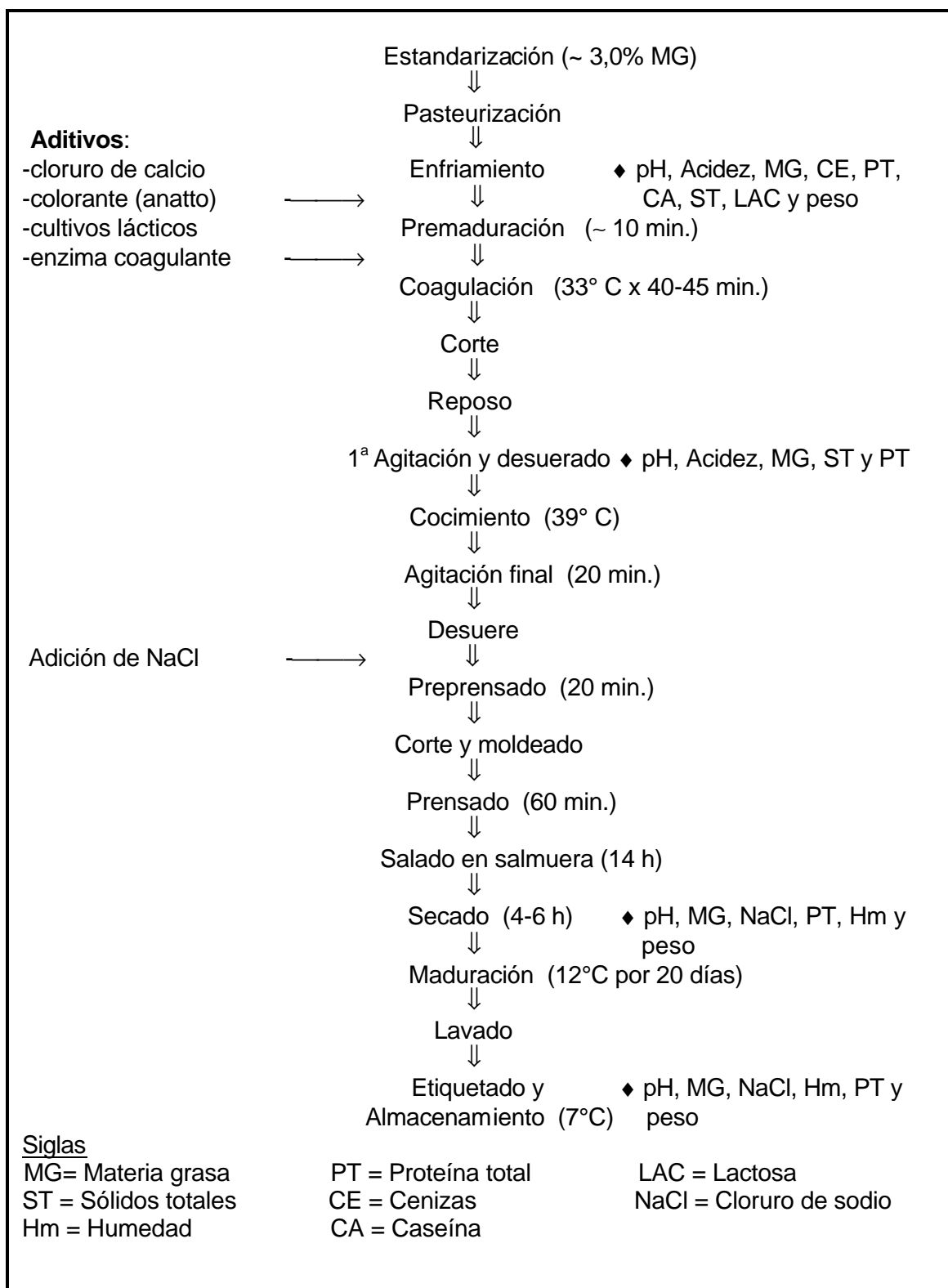


FIGURA 1 Procesamiento del queso Chanco y puntos de control (♦).

- Análisis físico-químicos al queso madurado (20 días). (Ver FIGURA 1).
- Determinación de las cifras de transición utilizadas en la ecuación control y ecuación 3.5.
- Determinación del rendimiento teórico.

En este trabajo se estudiaron cuatro ecuaciones, además de una ecuación control (tratamientos), para ello se tomaron en cuenta tanto la composición de la leche utilizada así como del queso elaborado, con la finalidad de analizar el comportamiento de éstas con relación al rendimiento práctico; siendo las siguientes:

Ecuación **Control**

$$R = \frac{(CT_{MG} \times MG + CT_P \times P + 0,35 \times CE + 0,04 \times LAC) \times 100}{100 - (Hm + Sal)}$$

(Jensen citado por NIKLITSCHKEK, 1997)

(3.1)

$$R = 1,42 \times (MG + 1) + P$$

(BANKS *et al.*, 1984)

(3.2)

$$R = 1,037 + 1,4333 P + 1,710 MG$$

(ASTETE, 1989)

(3.3)

$$R = \frac{[(0,93 \times MG_K) + (C - 0,1)] \times 1,09}{(1 - Hm)}$$

(Van Slyke citado por COGGINS, 1991)

(3.4)

$$R = \frac{[(MG_K \times CT_{MG} + 0,94 \times (0,97 \times C_K) + 0,78]}{(1 - Hm)}$$

(FIL-IDF, 1991)

(3.5)

Las siglas utilizadas en las ecuaciones son las siguientes:

R = Rendimiento (kg de queso/ 100 kg de leche)

MG = Materia grasa de la leche (%)

MG_K = kg de grasa/ 100 kg de leche

P = Proteína de la leche (%)

CE = Cenizas de la leche (%)

LAC = Lactosa de la leche (%)

Hm = Humedad del queso (%)

Sal = Contenido de sal del queso (%)

CT_{MG} = Cifras de transición de la materia grasa

CT_P = Cifras de transición de la proteína

C = Caseína en la leche (%)

C_K = kg de caseína/ 100 kg de leche

La ecuación 3.1 utilizada como control, fue obtenida por Jensen citado por NIKLITSCHKEK (1997), para quesos tipo semiduros siendo esta ecuación la más precisa y exacta por incluir todos los componentes del queso y leche y las

cifras de transición prácticas. Consecuentemente presenta una alta correlación con el rendimiento práctico (NIKLITSCHKEK, 1997).

La ecuación **3.2** obtenida por BANKS *et al.*,(1984), se derivó de un estudio en queso Cheddar (duro) en la cual se requieren sólo dos parámetros composicionales de la leche, siendo éstos contenido de materia grasa y contenido de proteína.

La ecuación **3.3** obtenida por ASTETE (1989), fue derivada de un estudio realizado en queso Maribo (semiduro) con adición de sólidos lácteos, mediante un análisis de regresión múltiple, la cuál está basada también en dos parámetros composicionales de la leche: grasa y proteína total.

La ecuación **3.4** obtenida por Van Slyke y Publow, citados por COGGINS (1991), fue desarrollada a través de un estudio realizado en queso Cheddar (duro) requiriendo en esta ecuación el contenido de humedad del queso, contenidos de materia grasa y caseína de la leche.

Y por último la ecuación **3.5** obtenida por Van Slyke y Publow modificada por FIL-IDF (1991), la cuál incluye el contenido de materia grasa y caseína de la leche, factor de conversión de la grasa de la leche al queso y el contenido de humedad del queso.

3.2.5 Análisis físico-químicos

3.2.5.1 Medición del equipo Milko-Scan. Se realizó una calibración del equipo infrarrojo antes de realizar los análisis, con muestras de leche de referencia (12 muestras). El equipo utilizado en este estudio fue el Milko-Scan modelo 133 B. Los métodos analíticos estándares utilizados fueron los siguientes:

- Determinación de proteínas totales. Método de Kjeldahl. FIL -IDF 20 B:

1993a.

- Determinación de materia grasa. Método Gerber, B. S. Norma Chilena Oficial 1016/1 (INN, CHILE 1979 b).
- Determinación de sólidos totales. Método de referencia. FIL-IDF 21 B: 1987.
- Determinación de lactosa. Método Cloramina T. FIL-IDF, 28 A: 1974.

3.2.5.2 Leche fluida.

- Determinación de acidez titulable. Método Titrimétrico. Norma Chilena Oficial 1738 (INN, CHILE 1979c).
- Determinación de pH. Método Potenciométrico. Norma Chilena Oficial 1671 (INN, CHILE 1979 a).
- Determinación de cenizas. Método Gravimétrico. British Standards Institution 1741 (B. S. I. 1968).
- Determinación de proteínas totales. Método Infrarrojo (Milko scan).
- Determinación del contenido de nitrógeno no caseínico (NNC). Método Kjeldahl, citado por CASADO, 1991.
- Determinación de sólidos totales. Método Infrarrojo (Milko scan).
- Determinación de materia grasa. Método Infrarrojo (Milko scan).
- Determinación de lactosa. Método Infrarrojo (Milko scan).

3.2.5.3 Suero. Los análisis realizados fueron de acidez titulable, pH, materia grasa, sólidos totales y proteínas totales, utilizando los mismos métodos usados en la leche fluida.

3.2.5.4 Queso a las 24 h de elaborado (entrada a maduración) y maduro (20 días). Se tomó al azar una pieza de queso elaborado para llevar a cabo las determinaciones físico-químicas requeridas para cada ensayo controlado, siendo éstas las siguientes:

- Determinación de materia grasa. Método Gerber Van Gulik. NEN 3059

Leiden citado por PINTO *et al.*, 1998b.

- Determinación de pH. Método Potenciométrico. Norma Chilena Oficial 1671 (INN, CHILE 1979 a).
- Determinación de humedad. Método Gravimétrico. FIL -IDF 4 A: 1982.
- Determinación del contenido de sal (NaCl). Método propuesto por AOAC. International 33.7.10., citado por PINTO *et al.*, 1998b.
- Determinación del contenido de proteínas. Método Kjeldahl. FIL-IDF 20 B: 1993a (modificado para una muestra de queso de 0,25 g)

Nota: Además se analizó el pH del queso a la salida de prensa a modo de controlar la fermentación en el proceso.

3.2.5.5 Medición de las cifras de transición. De acuerdo a esta metodología, estas cifras fueron calculadas a partir de los porcentajes de recuperación de los constituyentes en el queso; a través de la siguiente fórmula (Schwartinsky citado por NIKLITSCHK, 1997):

$$CT = \frac{(\% \text{ componente en el queso } \times \text{ kg de queso})}{(\% \text{ componente en la leche } \times \text{ kg de leche})}$$

(3.6)

3.2.6 Tratamientos. Los tratamientos corresponden a las ecuaciones de determinación de los rendimientos teóricos, siendo éstos los siguientes:

Control T1 : Jensen citado por NIKLITSCHK, 1997 (Ecuación 3.1)

T2 : BANKS *et al.*, 1984 (Ecuación 3.2)

T3 : ASTETE, 1989 (Ecuación 3.3)

T4 : Van Slyke y Publow citados por COGGINS, 1991 (Ecuación 3.4)

T5 : Van Slyke y Publow modificada por FIL -IDF, 1991 (Ecuación 3.5)

3.2.7 Análisis estadístico. Los resultados obtenidos en este estudio, fueron analizados mediante la utilización de los siguientes métodos:

3.2.7.1 Análisis de las relaciones entre los componentes de la leche en la determinación del rendimiento quesero.

- Mediante un análisis de regresión lineal simple, entre cada componente de la leche y el rendimiento quesero práctico.

3.2.7.2 Análisis de comparación entre el rendimiento teórico y el rendimiento práctico.

- Coeficiente de concordancia global (W), de Kendall y Smith, para cada una de las ecuaciones analizadas, donde los rendimientos teóricos fueron comparados con el rendimiento práctico, para determinar si ambos rendimientos son concordantes entre si. La ecuación utilizada para el análisis fue la siguiente:

$$W = \frac{12 S}{M^2 \times (n^3 - n)}$$

(3.7)

Donde: $S = \sum T_i^2 - (1/4) m^2 \times n (n + 1)^2$

S = Suma de los cuadrados de las desviaciones

m = N° de criterios (ecuaciones)

n = N° de observaciones (tinas)

- Análisis de correlación de Pearson. Para estudiar el grado de asociación entre los rendimientos prácticos y teóricos, con un nivel de significancia de $\alpha = 0,01$ (99% de confianza).

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

(3.8)

Donde: S_{xy} = Covarianza

S_x = Desviaciones estándar de rendimiento teórico

S_y = Desviaciones estándar de rendimiento práctico

$$-1 \leq r \leq 1$$

- Comparación de las sumas de cuadrado del error. Se utilizó como criterio de selección para determinar la mejor aproximación entre los rendimientos medios.

$$SS = \sum_{y=1}^N |Y_{iPr\acute{a}ctico} - Y_{iTe\acute{o}rico}|^2$$

(3.9)

Sumatoria de los errores cuadráticos.

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Composición físico-química de la leche fluida

CUADRO 5 Composición físico-química de la leche fluida usada en el proceso de elaboración del queso Chanco.

N° Ensayo	Parámetro (%) *									
	Acidez Titul.°Th	pH	M. G.	P	LAC	CE	CA	CA/P Total	S.N.G	S. T.
1	16,0	6,75	3,13	3,39	4,90	0,79	2,68	79,06	9,10	12,23
2	16,0	6,70	3,21	3,32	4,79	0,76	2,39	71,99	8,85	12,06
3	16,0	6,70	3,07	3,34	4,80	0,78	2,57	76,95	8,92	11,99
4	16,0	6,74	2,96	3,32	4,75	0,75	2,47	74,40	8,83	11,79
5	16,0	6,75	3,03	3,34	4,76	0,77	2,50	74,85	8,84	11,87
6	16,0	6,76	3,05	3,46	4,70	0,81	2,76	79,77	8,95	12,00
7	15,5	6,79	3,10	3,30	4,91	0,71	2,45	74,24	8,92	12,02
8	15,5	6,75	3,00	3,17	4,77	0,76	2,51	79,18	8,70	11,70
9	16,0	6,63	3,01	3,32	4,80	0,82	2,50	75,30	8,97	11,98
10	16,0	6,75	3,00	3,29	4,87	0,79	2,40	72,95	8,95	11,95
11	17,0	6,72	3,15	3,22	4,69	0,82	2,39	74,22	8,74	11,89
12	15,5	6,79	3,15	3,20	4,66	0,82	2,47	77,19	8,66	11,81
13	16,0	6,75	3,10	3,14	4,87	0,78	2,35	74,84	8,81	11,91
14	15,0	6,77	3,10	3,42	4,68	0,83	2,40	70,17	8,96	12,06
15	16,0	6,72	3,10	3,30	4,79	0,80	2,47	74,85	8,89	11,99
16	16,0	6,69	3,10	3,29	4,74	0,80	2,39	72,64	8,87	11,97
17	16,0	6,77	2,95	3,08	4,87	0,77	2,21	71,75	8,70	11,65
18	16,0	6,69	3,10	3,27	4,86	0,82	2,48	75,84	8,94	12,04
19	16,0	6,59	3,07	3,26	4,92	0,78	2,36	72,39	8,93	12,00
20	15,0	6,69	3,00	3,48	4,86	0,81	2,60	74,71	9,16	12,16
21	15,0	6,83	3,00	3,26	4,85	0,77	2,30	70,55	8,91	11,91
22	16,0	6,74	3,10	3,21	4,89	0,74	2,24	69,78	8,82	11,92
23	16,0	6,72	2,95	3,17	4,85	0,80	2,58	81,39	8,82	11,77
24	15,5	6,70	3,07	3,40	4,74	0,75	2,54	74,71	8,92	11,99
25	16,0	6,74	3,10	3,40	4,72	0,79	2,47	72,65	8,93	12,03
26	16,0	6,73	3,10	3,33	4,78	0,74	2,55	76,58	8,85	11,95
27	16,0	6,65	3,05	3,12	4,81	0,76	2,26	72,44	8,71	11,76
28	16,0	6,76	2,90	3,06	4,91	0,74	2,24	73,20	8,72	11,62
29	16,0	6,78	3,00	3,10	4,72	0,80	2,27	73,23	8,64	11,64
30	16,0	6,79	3,00	3,06	4,84	0,76	2,34	76,47	8,63	11,63
Prom.	15,9	6,73	3,06	3,27	4,80	0,78	2,44	74,61	8,85	11,91
d.s	0,392	0,050	0,070	0,117	0,076	0,030	0,133	2,839	0,127	0,157

Donde :

MG	: Materia grasa	CA	: Caseína
P	: Proteínas	ST	: Sólidos totales
LAC	: Lactosa	SNG	: Sólidos no grasos
CE	: Cenizas		
*	Promedio de 3 lecturas.		

El CUADRO 5, presenta los valores obtenidos de la composición físico-química de la leche utilizada en el proceso de fabricación del queso Chanco, además de los promedios correspondientes y desviaciones estándar, para cada ensayo controlado (30). En el ANEXO 1, se presentan los valores en triplicado de las mediciones de los componentes detallados anteriormente.

Al observar los resultados obtenidos en el CUADRO 5, se puede apreciar que para el parámetro acidez titulable de la leche, se encontró que fluctúa entre 15 a 17° Th con un promedio de 15,9° Th y una desviación estándar de 0,392.

De acuerdo a ALAIS (1985), la acidez titulable de la leche bovina en general se encuentra entre los 16,7 a 24,4° Th. Este mismo autor señala que la medición de acidez titulable de la leche fresca es una medida indirecta de su riqueza en caseína y fosfatos.

De acuerdo al valor promedio obtenido, se encuentra ligeramente por debajo del rango señalado por dicho autor y muy cerca de lo indicado por la FAO (1983), la cual señala un rango de 16– 21°Th.

En cuanto al pH, los valores determinados fluctúan entre 6,63 a 6,83, con un promedio de 6,73 y una desviación estándar de 0,050.

De acuerdo con ALAIS (1985), los valores de pH de la leche se encuentran

entre 6,60 a 6,80. PINTO y ROYO (1973), reportan que los valores de pH varían entre los 6,65 a 6,87 para la leche de la zona sur de Chile. Por lo tanto, se observa que los valores encontrados concuerdan con los rangos indicados como normales para la leche bovina.

ALAIS (1985) y SCOTT (1991), indican que los valores de pH representan el estado actual de acidez de la leche, por consiguiente son más significativos que los valores de acidez titulable, en relación a la estabilidad de la leche. Como consecuencia de esto, muestras de leche diferentes pueden presentar un mismo valor de pH y no obstante presentar valores de acidez diferentes debido a algunas fluctuaciones de sus componentes.

Esta característica se ve afectada principalmente por el contenido de proteínas, debido a que leches que presentan una acidez diferente y un mismo valor de pH pueden presentar la misma estabilidad ante tratamientos térmicos industriales.

En relación a la materia grasa, ésta se encuentra entre 2,90 a 3,21% con un valor promedio de 3,06% y una desviación estándar de 0,070.

Con relación a la proteína total que contiene la leche los valores se encuentran entre 3,06 a 3,48%, con un valor promedio de 3,27% y una desviación estándar de 0,117 mayor a la de la materia grasa de 0,070, debido a que los valores de materia grasa fueron menos variables en la leche, puesto que ésta fue estandarizada para el proceso.

En cuanto a los valores de caseína el contenido de ésta varía desde 2,21 a 2,76%, con un valor promedio de 2,44% y una desviación estándar de 0,133. El contenido de caseína en la leche varía entre un 69,78 a un 81,39% de la proteína total de la leche con un valor promedio de 74,61%.

La lactosa de la leche se puede observar que varía entre un 4,66 a 4,92% con una desviación estándar de 0,076 y un valor promedio de 4,80%.

En relación a la ceniza los valores encontrados fueron de 0,71 a 0,83%, siendo este componente el que menos variación tuvo en la composición de la leche, con un valor promedio de 0,78 y una desviación estándar de 0,030.

En cuanto a los sólidos no grasos los valores son de 8,63 a 9,16% con un promedio de 8,85% y una desviación estándar de 0,127. En relación a los sólidos totales estos fluctuaron entre 11,62 a 12,23% con un promedio de 11,91% y una desviación estándar de 0,157.

Respecto a la composición físico-química de la leche ALAIS (1985), señala valores promedios de 3,40% para la materia grasa y proteínas, lactosa 4,90%, caseína 2,70%, cenizas entre un 0,7 a 0,85%, sólidos no grasos un 9,20% y sólidos totales de 12,70%.

Según KESSLER (1981), la leche de vaca en general contiene como valores promedios 3,90% de materia grasa, 2,60% de caseína, 4,60% de lactosa y un 0,70% de cenizas.

Por otro lado SCOTT (1991), informa valores promedios de 3,75% de materia grasa, 3,0 % de caseína, 4,75% de lactosa y 0,75% de cenizas y aproximadamente un 12,25% de sólidos totales con un 8,5% de sólidos no grasos.

Según PINTO y ROYO (1973), la composición promedio de la leche en la zona Sur de Chile es de aproximadamente 3,45% para materia grasa, 3,28% de proteína, 4,74% de lactosa, cenizas un 0,74%, sólidos no grasos de 8,64% y sólidos totales de 12,05% correspondientes al mes de Septiembre.

ROBINSON (1995), indica valores promedios de 3,8% de materia grasa, 3,3% de proteína, 4,7% de lactosa y un 0,68% de cenizas.

PINTO *et al.*, (1998a), reportaron valores promedios para la leche cruda a nivel de silos de plantas lecheras de la X región un 3,56% para materia grasa, 3,53% de proteína, un 2,84% para caseína, 4,88% de lactosa, 8,48% de sólidos no grasos y un 12,03% de sólidos totales.

Por otro lado MADRID (1990), indica que la caseína representa aproximadamente un 77 a 82% de la proteína total en la leche, valores levemente inferiores son reportados por FOX (1982) y ALAIS (1985), correspondientes a 79,5% y 74 a 79% respectivamente. Los valores obtenidos concuerdan con el rango indicado por ALAIS, sin embargo son más bajos a los de otros autores señalados anteriormente.

En general los valores promedios determinados en el estudio se encuentran más bajos a los indicados por los autores citados en párrafos anteriores, con relación a la caseína y sólidos totales, mientras que los componentes lactosa, cenizas y sólidos no grasos se encuentran levemente superiores.

ALAIS (1985), indica que son muchos los factores que influyen sobre la composición físico-química de la leche y la influencia propia de cada uno de estos factores es muy compleja para separar los efectos de cada factor. Los principales factores según este mismo autor son: fisiológicos, alimenticios, climáticos, genéticos y zootécnicos.

Todos estos factores son importantes, ya que afectan las propiedades queseras de la leche (MADRID, 1990). Este mismo autor indica también que existen fluctuaciones diarias, que se manifiestan aún cuando todas las condiciones aparecen constantes. Estas fluctuaciones se refieren principalmente al

contenido de materia grasa que puede variar entre un 5 a 20%, un 5 a 6% para la cantidad de leche producida y para las materias nitrogenadas aproximadamente un 2,5%.

4.2 Composición físico-química del suero obtenido durante el proceso de elaboración

En el CUADRO 6 se puede observar la composición físico-química del suero al término de la primera agitación (promedios de 3 lecturas) obtenida durante el proceso de elaboración del queso Chanco en cada uno de los ensayos realizados (30).

También se presentan los valores promedios y desviaciones estándar para cada componente analizado en el suero.

En el ANEXO 2 se pueden observar los valores de las mediciones de los componentes en triplicado.

CUADRO 6 Características físico-químicas del suero obtenido durante el proceso de elaboración del queso Chanco.

Parámetro (%)							
N° Ensayo	Acidez ** Titul °Th	pH **	M. G. *	P *	LAC *	S. N. G. *	S. T. *
1	11	6,58	0,36	0,90	4,92	6,55	6,91
2	11	6,56	0,41	0,95	4,81	6,51	6,92
3	10	6,51	0,36	1,00	4,83	6,47	6,83
4	10	6,59	0,35	0,96	4,85	6,50	6,85
5	10	6,60	0,34	0,95	4,97	6,63	6,97
6	10	6,58	0,35	0,95	4,92	6,52	6,87
7	10	6,62	0,36	0,98	4,92	6,51	6,87
8	9	6,56	0,39	0,95	4,93	6,58	6,97
9	10	6,52	0,43	0,94	4,95	6,55	6,98
10	10	6,63	0,33	0,96	4,97	6,64	6,97
11	10	6,62	0,34	0,90	4,98	6,54	6,88
12	10	6,64	0,40	0,95	4,79	6,30	6,70
13	9	6,60	0,35	0,95	4,85	6,45	6,80
14	10	6,63	0,33	0,92	4,91	6,47	6,80
15	10	6,60	0,38	0,94	4,86	6,48	6,86
16	10	6,62	0,42	0,96	4,91	6,51	6,93
17	10	6,58	0,40	0,90	4,88	6,60	7,00
18	10	6,57	0,33	0,94	4,97	6,49	6,82
19	9	6,49	0,47	0,95	4,86	6,43	6,90
20	10	6,57	0,38	0,91	4,70	6,32	6,70
21	10	6,63	0,36	0,97	4,81	6,42	6,78
22	10	6,61	0,40	0,95	4,79	6,39	6,79
23	10	6,62	0,42	0,96	4,67	6,38	6,80
24	10	6,56	0,35	1,00	4,70	6,43	6,78
25	10	6,60	0,40	0,93	4,79	6,34	6,74
26	10	6,59	0,39	0,96	4,81	6,44	6,83
27	10	6,56	0,48	0,94	4,77	6,44	6,92
28	10	6,67	0,43	0,92	4,70	6,30	6,73
29	10	6,62	0,36	0,93	4,69	6,26	6,62
30	10	6,67	0,36	0,92	4,69	6,27	6,63
Prom	10	6,59	0,38	0,94	4,84	6,46	6,84
d.s.	0,413	0,042	0,039	0,025	0,096	0,103	0,101

* Promedio de 3 lecturas

**Promedio de 2 lecturas

Donde:

MG : Materia grasa (%)

S.N.G : Sólidos no grasos (%)

P : Proteína (%)

S.T. : Sólidos totales (%)

LAC :Lactosa (%)

Al observar el CUADRO 6, se aprecia que los resultados obtenidos para el caso de la acidez titulable, ésta alcanzó valores de 9 a 11 °Th con una media de 10° Th y una desviación estándar de 0,413.

Según FAO (1986) y SCOTT (1991), la acidez del suero procedente del primer corte debe tener entre 10 a 11 °Th para el queso Gouda. Este mismo rango es también indicado por la planta Lechera Cafra, para el queso Chanco. De acuerdo con los valores obtenidos la media se encuentra dentro del rango señalado a excepción de los ensayos 8, 13 y 19 que son levemente menores.

De acuerdo a los valores de pH del suero éstos obtuvieron valores de 6,49 a 6,67 con un valor promedio de 6,59 y una desviación estándar de 0,042.

Para el componente materia grasa los valores encontrados en el suero son de 0,33 a 0,48%, con un valor promedio de 0,38% y una desviación estándar de 0,039.

Por otra parte MADRID (1981), señala que el contenido de materia grasa alcanza valores desde 0,1 a 0,6%.

Según lo señalado por la FIL-IDF (1998), el contenido de materia grasa en el suero alcanza valores de 0,2 a 0,8%.

De acuerdo con DUMAIS *et al.*,(1991), las pérdidas de materia grasa en el suero para una elaboración normal pueden alcanzar un 0,3%, las cuales dependen de las diversas etapas involucradas en el proceso (corte, agitación de la cuajada, calentamiento, etc.).

Según SCOTT (1991), las pérdidas de materia grasa en el suero alcanzan los 0,2 a 0,3 %, en realidad un 10% de la materia grasa original de la leche y con lo

cual representa una pérdida relativamente importante del rendimiento quesero.

De acuerdo a lo señalado anteriormente por MADRID (1981), las pérdidas de materia grasa encontradas en el suero estarían dentro del rango y ligeramente superior a lo indicado por DUMAIS *et al.*, (1991) y SCOTT (1991).

De acuerdo a éste estudio el contenido de materia grasa de la leche promedio fue de 3,06% con lo cual, según SCOTT, se debería perder el 10% en el suero; es decir un poco menos de lo encontrado en el estudio; sin embargo la especificación de pérdida no indica la variedad particular de queso en que se aplicaría.

Para el componente proteína los valores encontrados en el suero son de 0,90 a 1,00%, con un promedio de 0,94% y una desviación estándar de 0,025.

Según Porter citado por HEIMLICH (1986), las pérdidas de proteína en el suero alcanzan los 0,80%. Sin embargo FOX (1986), indica que debería haber un 0,6% de proteínas correspondientes a las del suero más una cantidad de caseína la que permanece en forma soluble.

De acuerdo a lo reportado por FIL -IDF (1998) y MADRID (1981), los valores de pérdida de proteína en el suero son del orden de 0,8 a 1,0%, lo que coincide con lo encontrado en el estudio.

Con relación al contenido de lactosa se determinaron valores de 4,67 a 4,98% con un valor medio de 4,84% y una desviación estándar de 0,096.

FIL-IDF (1998) reporta valores de lactosa en el suero, del orden de 4,5 a 5,0%. De acuerdo con MADRID (1981), en el suero se producen pérdidas de lactosa

entre un 4,1 a 5,3%, representando aproximadamente un 70% de la materia sólida presente en el suero.

DUMAIS *et al.*, (1991), indica que la pérdida de lactosa en el suero corresponde en casi su totalidad aquella que no es transformada en ácido láctico.

De acuerdo a lo indicado los resultados obtenidos coinciden con los señalados por la literatura.

Para los sólidos no grasos los valores determinados fueron de 6,26 a 6,64% con un promedio de 6,46% y una desviación estándar de 0,103, para el contenido de sólidos totales los valores obtenidos fueron de 6,62 a 7,0%, con una desviación estándar de 0,101.

Según lo indicado por FIL -IDF (1998), los contenidos de sólidos totales y sólidos no grasos en el suero son de un 6,05 a 7,9% y de 5,85 a 7,1% respectivamente.

MADRID (1981), señala que el contenido de sólidos en el suero como composición promedio es de 7% y 6,72% para los sólidos no grasos.

De esta manera los valores determinados son más bajos a lo mencionado por este autor, aunque los valores mencionados según MADRID (1981), no son específicos para la variedad en estudio, los que coinciden con los señalados por FIL-IDF (1998).

4.3 Control del proceso de elaboración del queso Chanco a partir del pH

Los resultados obtenidos de las mediciones de pH (promedios) para cada una de las etapas estudiadas en cada uno de los ensayos, tanto para la leche como para el queso Chanco se presentan en el CUADRO 7; además de los promedios y desviaciones estándar.

CUADRO 7 Valores de pH de la leche y queso a través del proceso de elaboración del queso Chanco.

N° Ensayos	Etapas (*)			
	Maduración Leche	Salida de Prensa	Inicio de Maduración	Término de Maduración
1	6,62	5,81	5,06	5,14
2	6,59	5,86	4,92	5,10
3	6,59	5,94	4,95	5,20
4	6,62	5,94	4,96	5,10
5	6,66	5,94	5,03	5,20
6	6,66	5,99	5,03	5,21
7	6,69	5,51	5,01	5,10
8	6,66	5,40	5,08	5,16
9	6,59	5,77	4,99	5,20
10	6,68	5,92	4,95	5,10
11	6,68	6,01	4,98	5,13
12	6,68	5,93	4,96	5,10
13	6,67	6,04	5,05	5,30
14	6,71	6,00	4,97	5,20
15	6,63	6,00	4,99	5,20
16	6,65	6,01	5,13	5,28
17	6,68	5,94	5,05	5,31
18	6,64	5,95	5,04	5,20
19	6,48	5,93	5,09	5,17
20	6,58	5,97	5,08	5,15
21	6,78	5,48	5,12	5,28
22	6,73	5,66	5,13	5,24
23	6,67	5,94	5,10	5,30
24	6,63	5,98	5,09	5,29
25	6,65	6,00	5,06	5,15
26	6,61	6,01	5,06	5,30
27	6,56	6,00	5,07	5,27
28	6,69	5,40	5,15	5,30
29	6,69	5,70	5,12	5,20
30	6,73	5,51	5,18	5,26
Prom.	6,65	5,85	5,05	5,20
d. s.	0,058	0,200	0,067	0,071

* Promedio de duplicados

En el ANEXO 3 se presentan los valores de las repeticiones de pH de la leche y queso en las diferentes etapas del proceso para cada ensayo.

Además en los ANEXOS 4 y 5 se pueden observar la composición físico-química del queso Chanco a comienzos y fines de maduración respectivamente.

De acuerdo con los valores obtenidos entre la leche con cultivo y el queso a la salida de prensa, se produce un descenso del pH que alcanza valores que van desde 0,60 a 1,30 unidades con un valor promedio de 0,80 unidades de los 30 ensayos estudiados.

Según FAO (1986), durante la etapa de premaduración de la leche y la entrada a salmuera se produce un descenso normal de pH de 1,4 unidades para quesos semiduros; sin embargo esta etapa es bastante posterior a la salida de prensa lo que podría justificar el diferencial inferior obtenido en este estudio.

En el ANEXO 3 se puede apreciar que el mayor descenso de pH se produce dentro de las primeras 24 horas de elaboración que en caso de nuestro estudio coincide con el inicio de la maduración.

A su vez en el CUADRO 7 se puede observar que el valor de pH para cada uno de los ensayos subió entre inicio y término del tiempo de maduración.

Los valores de pH encontrados para el queso al inicio de maduración fueron de 4,92 a 5,18 con un valor promedio de 5,05 y una desviación estándar de 0,067. Para el caso del queso maduro los valores de pH se encuentran entre 5,10 a 5,31 con un valor promedio de 5,20 y una desviación estándar de 0,071.

Los valores de pH para el queso Chanco tipo campo antes de maduración reportados por BRITO *et al.*, (1996), indican un valor de 5,20; de acuerdo con el valor promedio obtenido el cual fue de 5,04 estaría por debajo de lo señalado.

SCOTT (1991), indica que las primeras operaciones de la elaboración del queso hasta el momento de la salazón determinan el grado de acidificación de la cuajada, lo que junto con la degradación de la lactosa determinan el pH del queso fresco. A partir de este momento la actividad de las bacterias y mohos degradan componentes de la cuajada liberando sustancias neutras o alcalinas que elevan el pH.

FAO (1986) señala que el pH en quesos semiduros alcanza un valor mínimo entre las 24 horas a 2 ó 3 días de elaborado y después sube lentamente en baja proporción; debido a que el ácido láctico presente se combina poco a poco con el calcio y sales tampones existentes en el queso.

Los valores de pH para el queso Chanco maduro especificados por la industria corresponden a valores de 5,10 a 5,30 con un tiempo de maduración de 20 a 28 días.

Los valores de pH señalados por la Norma Chilena Oficial 2090 (INN, CHILE 1999) y SCOTT (1981) para queso Chanco y semiduro respectivamente son de 5,20 a 5,40.

De acuerdo a un estudio realizado por BARRIA (1995), para la zona Sur (IX y X regiones), determinó un rango de pH de 4,90 a 5,55 con un valor promedio de 5,28 para queso Chanco de campo.

Según Olivares *et al.*, citados por BRITO (1985), el pH del queso Chanco maduro se encuentra entre los 5,16 a 5,40 con un promedio de 5,20.

Los valores obtenidos en este estudio para el pH del queso Chanco con 20 días de maduración concuerdan con los valores referidos de la industria y con los estudios realizados por BARRIA; y el valor promedio se encuentra dentro de los

rangos señalados por Olivares *et al.*, citados por BRITO (1985) y la Norma Chilena Oficial 2090.

Respecto a este parámetro Brito *et al.*, citados por BARRIA (1995), mencionan que la diferencia de pH en queso Chanco depende entre otros factores, del período de maduración el cual difiere entre regiones.

Los valores de pH obtenidos se encuentran en grupos homogéneos entre las muestras con pH de alrededor de 5,10 (11 muestras), con valores alrededor de 5,20 (14 muestras) y con pH alrededor de 5,30 (5 muestras).

De acuerdo con ALAIS (1985), éste indica que la maduración es uno de los procesos más complejos de la bioquímica de los alimentos y que una de las modificaciones que ocurren es la elevación del pH a medida que aumenta el tiempo de maduración.

KOSIKOWSKI (1977), menciona que muchas de las reacciones que suceden a través de la maduración del queso promueven propiedades buffer a éste, especialmente cuando el proceso de cocción no es controlado adecuadamente gran cantidad de estos buffers (fosfato monocálcico) son perdidos en el suero, cuya permanencia en la masa del queso no es suficiente para poder estabilizar el pH a los niveles normales.

Las variaciones graduales de pH de una fase a otra en la maduración provocan que ésta atraviese por etapas en las cuales cada uno de los compuestos responsables del sabor y aroma alcanzan un nivel determinado. Durante el proceso de la maduración, alguno de los primeros compuestos responsables del sabor y aroma se utilizan en reacciones nuevas, desapareciendo los aromas más destacados y apareciendo en cambio aromas y sabores más aceptables y característicos de acuerdo a la variedad (SCOTT, 1991).

A través de las primeras fases de la maduración la capacidad tampón de la cuajada es elevada; sin embargo va disminuyendo a medida que transcurre la proteólisis (SCOTT, 1991).

La velocidad de reacción de las enzimas de los cultivos lácticos es función del pH y la temperatura, si bien la concentración, tiempo, la solubilidad de las sustancias reaccionantes y la concentración de oxígeno también ejercen su influencia, ya que éstas pueden catalizar sus reacciones bajo distintas condiciones en el medio (SCOTT, 1991). En general todas las enzimas tienen un máximo de actividad en su pH óptimo y a ambos lados de él la actividad disminuye.

Los valores de pH bajos estimulan la hidrólisis de las grasas y la producción de sustancias nitrogenadas solubles, de nitrógeno amínico y amoníaco (SCOTT, 1991).

En los quesos de tipo duros, en la mayor parte de ellos sus enzimas muestran actividad en un rango de pH de 4,9 – 5,5 y para los quesos blandos las enzimas son más activas en el rango de pH de 5,3 – 6,0 (SCOTT, 1991).

El valor de pH se asocia a la acción de los microorganismos sobre la lactosa y a la posterior acción proteolítica la cual se manifiesta por el aumento de la capacidad buffer de la cuajada (DURAN, 1985). Según lo indica este mismo autor los valores de pH correspondientes a las diferentes etapas de elaboración del queso, dependen principalmente del tipo de microorganismos presentes, de su crecimiento alcanzado y de su viabilidad.

Además el pH controla el proceso de sinéresis de la cuajada estando por lo tanto íntimamente relacionado con la evolución de la humedad, el proceso de maduración y por consiguiente la calidad final del producto (ASTETE, 1989).

4.4 Características físico-químicas del queso Chanco durante su maduración

4.4.1 Contenido de materia grasa. En el CUADRO 8, se presentan los valores promedios de la materia grasa, obtenidos de los ensayos controlados en el queso Chanco al inicio y término de la maduración; así como también los valores de desviación estándar y las diferencias porcentuales.

CUADRO 8 Valores promedios del contenido de materia grasa (%) a comienzo y fines de la maduración del queso Chanco.

N° Ensayos	Etapa de Maduración		Diferencia (%)
	Inicio (24 h)	Término (20 días)	
1	26.0	26.5	1.89
2	26.5	27.0	1.85
3	27.0	28.0	3.57
4	26.5	27.0	1.85
5	26.3	26.5	0.75
6	25.5	26.0	1.92
7	27.0	27.5	1.82
8	26.5	27.0	1.85
9	25.7	26.0	1.15
10	25.5	26.0	1.92
11	26.5	26.8	1.12
12	27.0	28.0	3.57
13	27.5	28.0	1.79
14	26.0	27.0	3.70
15	26.5	26.5	0.00
16	25.5	26.7	4.49
17	26.0	26.5	1.89
18	26.0	26.5	1.89
19	26.0	26.5	1.89
20	25.5	26.0	1.92
21	26.5	26.5	0.00
22	26.0	26.5	1.89
23	25.5	26.0	1.92
24	27.0	27.5	1.82
25	26.0	26.0	0.00
26	26.5	26.5	0.00
27	25.5	25.5	0.00
28	25.0	26.5	5.66
29	27.0	27.5	1.82
30	25.5	25.5	0.00
Prom.	26.20	26.70	1.80
d. s.	0.613	0.718	1.359

Los valores obtenidos de la composición físico-química del queso Chanco en triplicado al inicio y término de la maduración se presentan en el ANEXO 4 y 5 respectivamente.

KIRBY (1989), indica que durante el proceso de maduración del queso se produce una lenta y controlada degradación de las grasas, proteínas e hidratos de carbono a través de las bacterias del cultivo láctico y de la flora secundaria.

SCOTT (1991), señala que el contenido de materia grasa en el queso constituye la principal fuente de los componentes particularmente responsables del sabor y aroma del queso que junto a la caseína participa en el cuerpo y en el rendimiento final de éste. La influencia de la materia grasa, en estas características, no sólo depende de la variedad de queso elaborado sino también de la composición y propiedades físicas de este componente.

Según este mismo autor los quesos que contienen un reducido tenor graso, tienden a endurecerse y secarse excesivamente y no terminan desarrollando su sabor y aroma característico esperado.

VEISSEYRE (1980), señala que la lipólisis del queso afecta sólo a una pequeña proporción de materia grasa durante la maduración pero sin embargo los ácidos grasos liberados pueden sufrir transformaciones posteriores que provocan la formación de productos secundarios que influyen decisivamente sobre las características organolépticas del queso (especialmente el aroma), aún encontrándose en pequeñas cantidades.

De acuerdo a Brito *et al.*, citados por BARRIA (1995), el contenido de materia grasa del queso Chanco depende del contenido de grasa presente en la leche, de la estandarización, del nivel de estandarización cuando es descremada y a

la mayor o menor pérdida de ésta en el proceso, lo cual a menudo se aumenta por los procesos rudimentarios utilizados.

Al observar el CUADRO 8 se puede apreciar que el queso Chanco a los 20 días de maduración presenta un valor promedio de 26,7% para la materia grasa con un rango de 25,5 a 28,0% y una desviación estándar de 0,718, el rango especificado por la industria es de 26,5 a 30,5% para este parámetro.

El queso fresco, al inicio de la maduración, presentó un valor promedio de 26,2% con un rango de 25,0 – 27,5% y una desviación estándar de 0,613. Al analizar la evolución que presenta este componente durante la maduración, vemos que en la mayoría de los ensayos realizados se puede apreciar un aumento en el porcentaje de la materia grasa con excepción de los ensayos 15, 21, 25, 26, 27 y 30 en los cuales se mantuvo constante, produciéndose los mayores aumentos en los ensayos 28, 16, 14, 3 y 12 con valores que van desde 5,66%, 4,49%, 3,70% y 3,57% respectivamente.

El valor promedio de aumento de los 30 ensayos es de 1,80% lo cual sólo es consecuencia de la disminución de la humedad que ocurre durante la maduración correspondiendo a un aumento de la expresión porcentual y no en el contenido real de ésta.

Los contenidos de materia grasa respecto al extracto seco se pueden apreciar en los ANEXOS 4 y 5 para queso fresco y madurado respectivamente, siendo el valor promedio para queso fresco de 48,81% con una desviación estándar de 1,109 y un rango de 46,13 a 50,84%, para el caso del queso maduro la media es de 48,67% y la desviación estándar de 1,034, con valores extremos de 46,41 y 50,43%.

Según FAO (1986), el contenido mínimo de materia grasa expresado en

extracto seco para quesos semiduros es de 46,0%, la industria especifica un rango de 46,98 a 51,0%.

BRITO (1985), señala un contenido de 49,16 % de materia grasa en extracto seco en queso Chanco madurado por 20 días.

La Norma Chilena Oficial 2090 (INN, CHILE 1999) indica un valor mínimo para queso Chanco de 45,0%.

Por su parte los valores determinados en este estudio cumplen con la mayoría de las especificaciones mencionadas anteriormente, mientras que se encuentra bajo lo indicado por BRITO (1985). Esto probablemente es debido al porcentaje de materia grasa en la leche usada en el estudio la cual presentó variaciones en algunos ensayos.

Según un estudio realizado por BRITO *et al.*, (1995), el contenido de materia grasa promedio para queso Chanco antes de maduración fue de 23,79% con valores extremos que van desde los 23,0 a 24,87%.

De acuerdo con los valores obtenidos para queso Chanco al inicio de la maduración los valores determinados estarían por sobre a lo indicado por este autor.

La Norma Chilena Oficial 2090 (INN, CHILE 1999), señala un contenido mínimo de materia grasa para este tipo de queso de un 25,0%.

Olivares y Pastén citados por BRITO (1985), indican para este mismo parámetro un valor máximo de 27,60% en queso Chanco de campo.

BARRIA (1995) indica un valor promedio de 26,50% de materia grasa para la

zona Sur en queso Chanco de campo.

De acuerdo a lo especificado por la industria, el rango de materia grasa se encuentra entre los 26,5 – 30,5%.

Los valores determinados en este estudio cumplen con los mencionados por estos autores.

4.4.2 Proteína total. Los valores promedios de proteína total para cada uno de los ensayos realizados en el queso Chanco al inicio y término de maduración se encuentran ilustrados en el CUADRO 9; además se pueden apreciar los valores de desviación estándar y diferencias porcentuales.

Los valores de la composición físico-química del queso Chanco en triplicado se presentan en el ANEXO 4 y 5 para ambos quesos.

Como se muestra en el CUADRO 9 los valores promedio de proteína total obtenidos en este estudio se encuentran entre 22,69 a 26,83% con un valor promedio de 23,81% y una desviación estándar de 0,866, para el queso maduro.

De acuerdo al CUADRO 9 se puede observar que para cada uno de los ensayos, excepto los ensayos 27 y 29, se presenta un incremento del porcentaje de proteína total, lo que, al igual que el porcentaje de materia grasa, es consecuencia de la disminución del contenido de humedad durante la maduración.

El valor promedio de aumento de los 30 ensayos es de 2,28% con un rango de –1,92 a 8,31% y una desviación estándar de 2,439.

CUADRO 9 Contenido de proteína total durante la maduración del queso Chanco (%) (*).

N° Ensayos	Etapa de Maduración		(%) Diferencia
	Inicio (24 h)	Término (20 días)	
1	24,60	26,83	8,31
2	22,58	24,20	6,69
3	22,60	23,22	2,67
4	22,68	23,00	1,39
5	23,64	23,89	1,05
6	24,00	24,57	2,32
7	23,03	23,23	0,86
8	23,24	23,30	0,26
9	23,61	24,50	3,63
10	23,24	23,53	1,23
11	23,64	23,98	1,42
12	23,25	24,98	6,92
13	22,54	22,80	1,14
14	23,00	23,97	4,05
15	22,98	23,45	2,00
16	22,65	22,69	0,18
17	23,80	23,90	0,42
18	23,11	24,73	6,55
19	23,49	23,57	0,34
20	23,69	24,99	5,20
21	23,76	23,77	0,04
22	23,22	23,89	2,80
23	22,83	23,00	0,74
24	22,22	23,10	3,81
25	23,44	23,49	0,21
26	22,65	23,43	3,33
27	23,31	22,87	-1,92
28	22,54	22,82	1,23
29	24,30	24,28	-0,08
30	23,77	24,18	1,70
Prom.	23,25	23,81	2,28
d. s.	0,569	0,866	2,439

(*) (g de Nitrógeno total x 6,38), promedio de 3 repeticiones.

En el caso del queso de inicio de maduración, el valor promedio de proteína total alcanzó un 23,25%, con un rango de 22,22 – 24,60% y una desviación estándar de 0,569.

Según VEISSEYRE (1980), ALAIS (1985) y GRAPPIN *et al.*, (1985), las

proteínas del queso y los procesos hidrolíticos de estas, producen importantes cambios en el sabor y aroma así como también en las características reológicas, aspecto y consistencia del queso recién elaborado, lo cual constituye la base de la homogeneidad y de la flexibilidad de los quesos madurados.

En realidad las proteínas son los únicos componentes sólidos del queso, que al hacerse más solubles disminuye la consistencia y la elasticidad de los quesos duros y mucho más de los quesos blandos (DUMAIS *et al.*, 1991 y GONZALEZ DEL LLANO, 1990). Durante la maduración, los compuestos nitrogenados insolubles sufren cambios a formas solubles (péptidos y aminoácidos) que participan en el aroma y sabor; además los aminoácidos sirven de precursores para la formación de compuestos responsables del aroma (GONZALEZ DEL LLANO, 1990).

De acuerdo a un estudio realizado por MORALES (1993), para queso Chanco, se determinó un contenido de proteína total de 22,97% a los 30 días de maduración a 14°C.

En cuanto al contenido de proteína total del queso Chanco, el estudio CORFO-UACH, citado por BRITO (1985), determinó un valor de 24,50%. Como parte de un estudio sobre caracterización química y bacteriológica del queso Chanco madurado a 15°C por 21 días, CARRILLO (1973), obtuvo un valor de proteína total de 24,88%.

FIL-IDF, citado por PINTO *et al.*, (1998b) indica un valor de proteína total en el queso de 26%.

De acuerdo con estos autores los valores promedios de proteína determinados para el queso Chanco están por debajo de los reportados por CORFO-UACH,

CARRILLO y FIL-IDF, lo cual se debe principalmente al hecho de que la leche utilizada durante el proceso de elaboración también se encontró en un nivel inferior de proteína total y caseína, con relación a los valores mencionados en la literatura indicada en la sección correspondiente; sin embargo están por sobre lo señalado por MORALES.

El contenido de proteína del queso depende principalmente del contenido inicial de ésta en la leche utilizada para su elaboración; además depende de las condiciones de fabricación del producto, de la variedad específica de queso, lo cual incide o afecta el porcentaje de pérdidas de este componente a través del suero; y por consiguiente su rendimiento final (NIKLITSCHK, 1997).

4.4.3 Contenido de sal. Los valores obtenidos del contenido de sal (triplicados) del queso Chanco al inicio y término de la maduración (20 días) para cada uno de los ensayos controlados, son presentados en el CUADRO 10.

La composición físico-química del queso Chanco estudiado a comienzo y fines de la maduración se presentan en los ANEXOS 4 y 5 respectivamente.

FAO (1986) y DUMAIS *et al.*, (1991), señalan que el contenido de sal en el queso es un factor muy importante, debido a que otorga cualidades de sabor que lo hacen más apetecible; además de dar al producto una mayor conservación, de inhibir o retardar el desarrollo de microorganismos indeseables.

FAO (1986), indica que la sal tiene una influencia profunda en todas las propiedades físicas en la cuajada; además de influir en los cambios biológicos ocurridos durante la maduración.

CUADRO 10 Contenido de sal a comienzo y fines de la maduración del queso Chanco (% cloruro de sodio, NaCl).

N° Ensayo	Etapa de maduración		% Diferencia
	Inicio (24 h)	Término (20 días)	
1	1.63	1.61	-1.23
2	1.00	1.07	6.54
3	1.32	1.10	-16.67
4	0.95	0.85	-10.53
5	2.05	1.68	-18.05
6	1.93	1.77	-8.29
7	1.90	1.50	-21.05
8	1.68	1.10	-34.52
9	1.34	1.15	-14.18
10	1.60	1.30	-18.75
11	1.71	1.58	-7.60
12	1.59	1.26	-20.75
13	1.05	1.04	-0.95
14	0.80	0.85	5.88
15	0.81	0.85	4.70
16	0.93	0.92	-1.08
17	1.04	0.94	-9.61
18	1.15	0.93	-19.13
19	1.34	1.28	-4.48
20	0.95	1.03	7.77
21	1.30	1.21	-6.92
22	1.07	0.94	-12.15
23	1.10	1.63	32.51
24	0.85	0.84	-1.18
25	0.93	1.15	19.13
26	1.32	0.98	-25.76
27	1.60	1.48	-7.50
28	1.20	0.93	-22.50
29	1.05	1.05	0.00
30	1.15	1.10	-4.35
Prom.	1.28	1.17	-7.02
d.s	0.354	0.278	13.75

COHEN-MAUREL (1987) y BINNES y HOLMES (1994), señalan que durante el salado, cualquiera sea la técnica adoptada, se produce un intercambio de materia entre la cuajada y la fase en contacto con la sal la que se difunde en la masa produciendo una pérdida de agua y de sustancias orgánicas y minerales contenidas en la masa.

COHEN-MAUREL (1987) y ROBINSON (1995), mencionan que del proceso de

salado dependen tanto del desarrollo de la maduración como de determinadas características específicas del producto terminado. La sal aporta su gusto característico, además de tener la propiedad de resaltar u opacar el sabor de ciertos componentes que aparecen durante la maduración de los quesos, además ejerce una acción selectiva sobre la flora de los quesos e influye sobre la actividad de ciertas enzimas (lipasas y proteasas) y por lo tanto sobre la fase de maduración.

Una de las técnicas más adoptadas es el salado en salmuera debido a sus ventajas técnico-económicas como por ejemplo economía de sal, reducción de la mano de obra y homogeneidad del salado.

La absorción de sal por el queso depende de numerosos parámetros, siendo uno de los principales la concentración en sal de la salmuera. La absorción de sal por el queso es tanto más importante y rápida mientras mayor es la concentración de la salmuera y a medida que son más elevadas aseguran una destrucción mayor de microorganismos (COHEN-MAUREL, 1987).

Por otra parte el salado completa el desuerado, favoreciendo la salida del suero en la cuajada y contribuye a la formación de la corteza, modificando la hidratación de las proteínas.

COHEN-MAUREL (1987), menciona que durante el salado en salmuera, la diferencia de concentración entre la fase acuosa del queso y la salmuera provoca una difusión de sal en la masa y una emigración inversa de la fase acuosa de la cuajada hacia la salmuera. La salmuera se enriquece paulatinamente en suero y en las sustancias que lo componen (calcio, magnesio, fósforo, potasio, ácido láctico, lactosa).

En el CUADRO 10 se aprecia que el nivel de sal determinado para cada uno de

los ensayos a las 24 h y 20 días de maduración en la mayoría de los casos tiende a disminuir, pero en algunos casos se produce un aumento y manteniéndose en alguno de ellos. Lo cual puede ser explicado por el método de salado utilizado en este queso, el cual fue inmersión en salmuera, a través de la cual la sal no difunde de igual forma hacia el interior del queso, debido a que primero alcanza las capas superficiales y después se va difundiendo lentamente hasta alcanzar el centro del queso (FAO, 1983 y SCOTT, 1991). La variación observada del contenido de sal en el queso, también puede deberse al número de muestras analizadas, el cual pudo no ser suficiente para el análisis requerido.

Según SCOTT (1991), la velocidad y concentración del salado, depende de varios factores, tales como: tamaño y forma del queso, concentración y acidez de la salmuera, acidez, humedad y textura del queso y temperatura de la salmuera.

FAO (1983), menciona que los quesos de tipo duros de bajo contenido de humedad absorben la sal más lentamente que los quesos con un alto contenido de humedad y blandos.

Al observar los valores obtenidos en el CUADRO 10 para el queso Chanco maduro, el contenido de sal se encuentra entre los 0,84 a 1,77%, con un valor promedio de 1,17% con una desviación estándar de 0,278. Para el caso del queso de inicio de maduración (24 h) los contenidos de sal variaron desde un 0,80 a un 2,05% con un promedio de 1,28% y una desviación estándar de 0,354.

Según un estudio realizado por Peñafiel y García, al igual que lo estudiado por CORFO-UACH citados por BRITO (1985), para queso Chanco de campo, reportaron un contenido de sal de un 1,40%. Según Olivares y Pastén citados

por este mismo autor reportan valores de 1,20 – 1,96% con un promedio de 1,62% para queso Chanco de campo.

MORALES (1993), encontró valores de contenido de sal en queso Chanco de 1,87%, 1,96% y 2,16% madurados a 14°C por períodos que van desde los 15, 30 y 45 días respectivamente.

El estudio realizado por BARRIA (1995), en queso Chanco de campo, reporta valores de contenido de sal desde un 0,55 a 2,70% con un valor promedio de 1,42% para la zona Sur (IX y X regiones).

De esta manera los valores obtenidos en este estudio se encuentran por debajo a lo mencionado por dichos autores, con excepción a lo reportado por Brito *et al.*, citados por BARRIA (1995), cuyos promedios obtenidos para la zona centro Norte y Sur serían muy similares (1,14% y 1,19% respectivamente). Además los valores determinados se encontrarían dentro del rango obtenido por BARRIA para la zona Sur.

FAO (1983), señala que el contenido de sal para quesos semiduros está entre 0,8 – 2,0%, dentro de esta categoría se encuentra el queso Chanco cuyos valores obtenidos en este estudio estarían dentro de dicho rango.

4.4.4 Contenido de humedad. Los valores promedios de humedad (triplicados) determinados en este estudio para queso Chanco tanto al inicio de maduración (24 h) como al término (20 días) se presentan en el CUADRO 11.

Así como también se pueden observar los valores promedio y sus desviaciones estándar. En el ANEXO 4 y 5 se pueden observar la composición físico-química del queso Chanco al inicio y término de la maduración respectivamente.

CUADRO 11 Contenido de humedad a comienzo y fines de la maduración del queso Chanco (%).

N° Ensayo	Etapa de maduración		% Diferencia
	Inicio (24 h)	Término (20 días)	
1	47,38	45,07	- 4,88
2	46,61	44,59	- 4,33
3	45,41	44,33	- 2,38
4	46,29	45,46	- 1,79
5	45,99	44,75	- 2,70
6	45,42	44,62	- 1,76
7	45,26	44,18	- 2,39
8	44,92	43,97	- 2,11
9	46,52	45,86	- 1,42
10	45,93	44,95	- 2,13
11	46,01	45,22	- 1,72
12	45,67	43,98	- 3,70
13	45,09	43,54	- 3,44
14	46,20	45,68	- 1,13
15	46,71	44,83	- 4,02
16	46,01	45,03	- 2,13
17	45,93	44,70	- 2,68
18	45,93	44,03	- 4,14
19	46,80	46,00	- 1,71
20	47,57	46,80	- 1,62
21	46,24	45,38	- 1,86
22	46,48	45,58	- 1,94
23	48,30	47,24	- 2,19
24	46,04	45,47	- 1,24
25	47,26	46,68	- 1,23
26	47,88	47,16	- 1,50
27	48,90	48,05	- 1,74
28	45,81	43,61	- 4,80
29	45,87	44,37	- 3,27
30	46,02	45,06	- 2,09
Prom.	46,35	45,21	- 2,47
d. s.	0,931	1,115	1,092

SCOTT (1981), menciona que la humedad es de gran importancia durante el proceso de maduración del queso, porque influye en el desarrollo y la actividad de los microorganismos, de igual forma controla el equilibrio de las sales, los procesos de difusión y transporte. También actúa en la estructuración de los constituyentes de acuerdo con la afinidad por la fase acuosa; además de actuar en numerosas reacciones químicas.

DUMAIS *et al.*, (1991), señala que el contenido de humedad, especialmente el agua libre, determina la velocidad de las reacciones. Las masas blandas fermentan y se transforman más rápidamente que las masas duras debido a que las enzimas difunden en ellas más fácilmente.

STEFFEN (1983), menciona que el contenido de agua puede ser controlado a través del tratamiento de la cuajada, debido a que un comienzo tardío del tratamiento del coágulo y una mayor duración del tratamiento de la cuajada tienden a dar un contenido de agua más alto.

Algunos factores como por ejemplo tiempos de fabricación más cortos, temperaturas más bajas de cocimiento así como tratamiento mecánico, menor tiempo de prensado y presión de prensa más baja, pueden producir una expulsión de suero más débil por parte del grano de cuajada y con esto un contenido de agua en la masa del queso más alta.

De acuerdo con los resultados obtenidos para el parámetro humedad en el queso Chanco maduro (20 días) observados en el CUADRO 11, estos fluctúan entre los 43,54 y 48,05%, con un valor promedio de 45,21% y una desviación estándar de 1,115.

Al observar el CUADRO 11 se puede determinar que durante el transcurso de la maduración desde las 24 horas hasta el término (20 días) hubo una disminución en el contenido desde un 1,13% en el ensayo 14 hasta un 4,88% en el ensayo 1, con un valor promedio de 2,47% y una desviación estándar de 1,092.

FAO (1986), señala que en los quesos tipo semiduros el contenido de humedad disminuye lentamente a través de la maduración, con una disminución entre 2 – 4% en un período de tiempo de seis semanas, dependiendo de las condiciones

de almacenamiento. De acuerdo a lo indicado anteriormente los resultados obtenidos se encontrarían dentro de lo señalado por este autor.

FAO (1986), menciona que el contenido de humedad necesaria depende del tipo de queso y de la fase de maduración y generalmente se controla la humedad de acuerdo a la temperatura de la cámara. Desde el punto de vista del rendimiento, son favorables los contenidos de humedad que impidan una evaporación de la humedad del queso, pero sin impedir la formación de la cáscara.

De acuerdo a las especificaciones de la industria el contenido de humedad del queso Chanco maduro se encuentra entre los 43,15 – 46,65%.

De acuerdo al estudio realizado por CORFO-UACH, citado por BRITO (1985), indica un contenido de humedad de 44,90% para queso Chanco de campo. Según Olivares y Pastén citados por BRITO (1985), el contenido de humedad fluctúa entre un 45,20% y un 47,58% con un valor promedio de 46,63%.

BARRIA (1995), reporta valores de humedad en queso Chanco de campo de la zona Sur desde 41,54% hasta un 55,98%, con un promedio de 46,65%, madurado a 14°C por 45 días.

MOLINA *et al.*, (1996), señalan un contenido de humedad de 45,42% \pm 3,30 en queso Chanco de campo.

La Norma Chilena Oficial 2090 (INN, CHILE, 1999) señala un contenido de humedad de 44,0 – 48,0% para queso Chanco industrial.

De acuerdo con lo anterior, los valores obtenidos para este parámetro, concuerdan con la mayoría de los autores mencionados en los párrafos

anteriores, con excepción a lo indicado por BRITO (1985), cuyo valor señalado está por debajo al valor promedio obtenido en este estudio.

Con respecto al rango de humedad señalado por la industria existen cuatro ensayos en los cuales el contenido de humedad es mayor; siendo éstos los ensayos 20, 23, 26 y 27.

Por su parte FAO (1986), menciona que los quesos con niveles de humedad similares a los obtenidos en este estudio corresponderían a quesos semiduros a duros, con lo cual el tipo de queso estudiado se encontraría dentro de este tipo.

Uno de los principales factores que influyen sobre el rendimiento quesero es la humedad; sin embargo ésta se debe mantener dentro de un límite máximo permitido según la variedad, para poder conservar la calidad del producto (STEFFEN, 1983 y EMMONS *et al.*, 1993).

4.5 Rendimiento del queso Chanco

4.5.1 Coeficientes de retención de la materia grasa y proteína total. En el ANEXO 6 se muestran los coeficientes de retención de la materia grasa y proteína total de la leche en el queso, que se obtuvo para cada uno de los ensayos estudiados.

Los valores de los coeficientes de retención fueron calculados según la fórmula 3.6. En el ANEXO 6, también se muestran los valores promedio y desviación estándar.

En las FIGURAS 2 y 3 se muestran los coeficientes de retención de la materia grasa y proteína total de la leche en el queso, para ambas etapas a inicio y término de maduración.

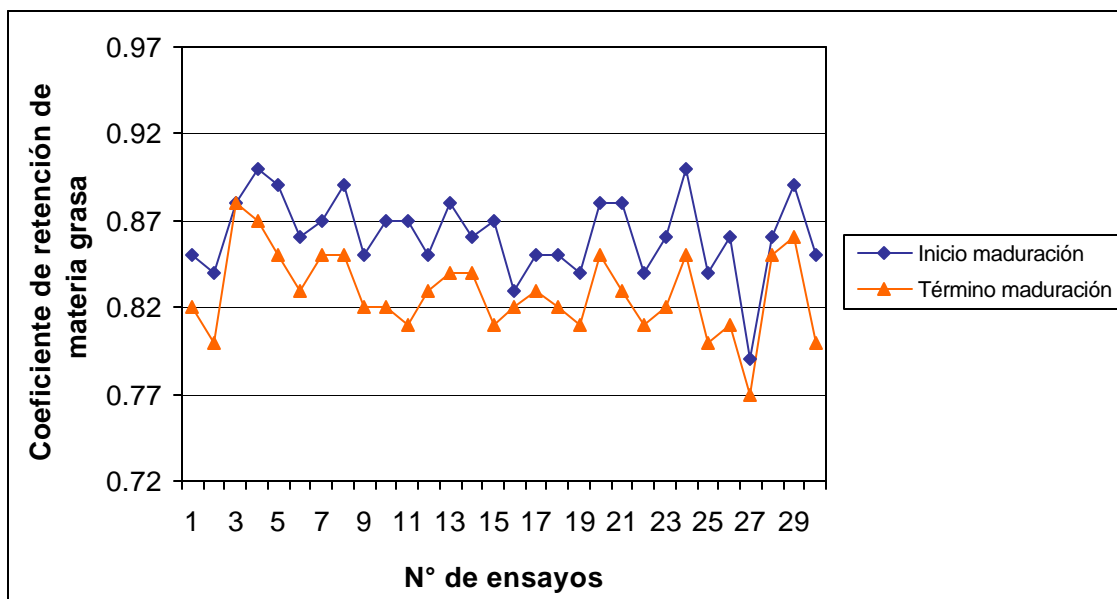


FIGURA 2 Retención de la materia grasa a través de la maduración.

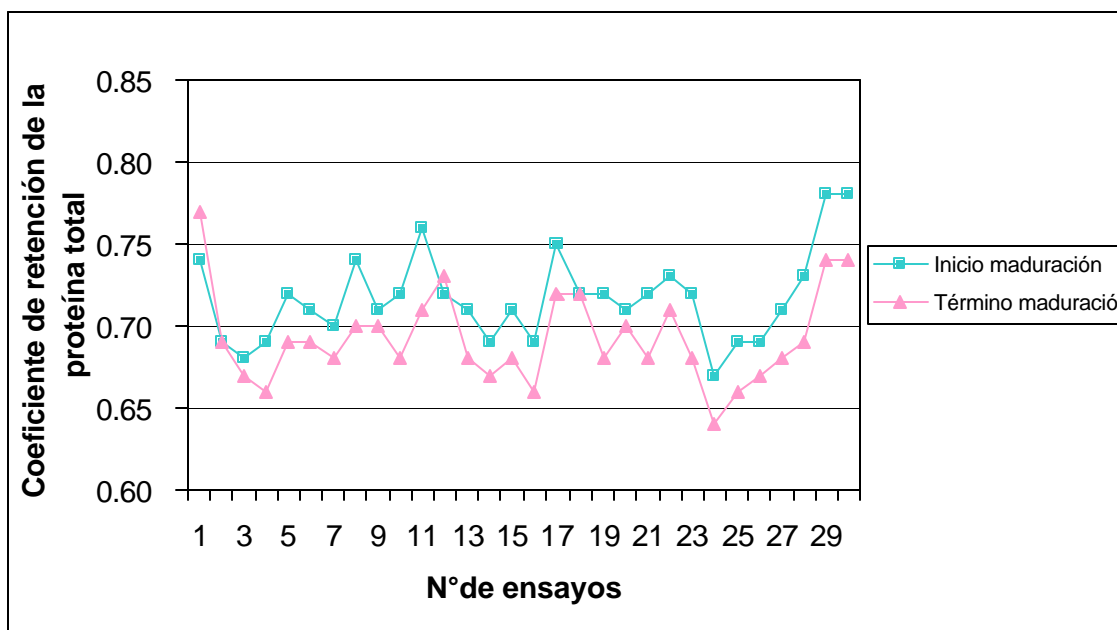


FIGURA 3 Retención de la proteína total a través de la maduración.

La retención de materia grasa y proteína total de la leche en el queso, constituye un factor muy importante que influye en gran parte en el cálculo de rendimientos en las diferentes variedades de queso (KOSIKOWSKI, 1977).

FAO (1983), señala que las cifras de transición se pueden definir como el porcentaje de los constituyentes sólidos de la leche que pasan al queso.

Al observar tanto el ANEXO 6 como las FIGURAS 2 y 3, se puede apreciar que los coeficientes de retención disminuyen muy levemente, alrededor de 0,03 puntos en promedio al término de la maduración (20 días) en ambos componentes.

Los coeficientes de retención obtenidos en este estudio varían entre 0,77 – 0,88 para la materia grasa con un valor promedio de 0,83 para los 30 ensayos. Para el caso de la proteína total los coeficientes de retención se encuentran entre 0,64 – 0,77, con un promedio de 0,69. Estos valores corresponden a queso Chanco de 20 días de maduración.

Phelan citado por ASTETE (1989), menciona valores de coeficientes de retención de la materia grasa de 0,85 a 0,93 para queso Cheddar.

Por otra parte BARBANO y SHERBON (1984), indican valores de 0,83 a 0,87 para la misma variedad de queso; mientras que Zegers citado por NIKLITSCHKEK (1997) y FAO (1986) indican valores de 0,90 para quesos semiduros.

La relación de transferencia del componente materia grasa de la leche al queso es alrededor de un 0,9 para la mayoría de las variedades de queso, siendo afectada por el tratamiento mecánico durante la elaboración, de acuerdo a ello puede fluctuar entre 0,85 a 0,93 (FIL-IDF, 1993b).

Los coeficientes de retención encontrados para la materia grasa están de acuerdo a lo reportado por BARBANO y SHERBON (1984), sin embargo están levemente por debajo a lo indicado por los otros autores.

Los valores de los coeficientes de retención para el componente proteína se encuentran entre los 0,74 a 0,77 en queso Cheddar según lo señala Phelan citado por ASTETE (1989).

Zegers citado por NIKLITSCHK (1997), indica un coeficiente de retención de 0,70 para los quesos tipos semiduros en general y para la mayoría de las variedades de queso un rango de 0,74 a 0,77 (FAO, 1986).

Los coeficientes de retención de la proteína total obtenidos en este estudio se encuentran levemente por debajo al rango señalado por Phelan citado por ASTETE (1989). Sin embargo estarían de acuerdo a lo indicado por NIKLITSCHK.

La variación en la relación de caseína/grasa en la leche, puede influir en la retención de materia grasa en la cuajada del queso Cheddar y por consiguiente en su rendimiento final (BANKS *et al.*, 1984). Estos investigadores observaron un aumento del nivel de retención de la materia grasa en el queso cuando la cantidad de materia grasa en la leche disminuye con relación a la caseína, hasta alcanzar una relación de caseína/grasa de 0,72. Como consecuencia de esto un alto contenido de caseína en proporción a la materia grasa produce una disminución de la retención de grasa en la cuajada, lo que puede provocar variaciones en la estructura de la cuajada y por ende en la textura del queso.

Estos mismos autores además señalan que cuando la proporción de caseína/grasa es inferior que 0,70, la cuajada del queso está saturada de materia grasa, con ello se producirían pérdidas de grasa mediante la

elaboración del queso y por lo tanto provocarían altas pérdidas en el rendimiento del producto final.

Phelan citado por ASTETE (1989), menciona valores de la relación caseína/grasa entre los 0,73 – 0,80 para queso Cheddar.

SCOTT (1991), indica un valor de 0,70 para la relación de caseína/grasa en queso Cheddar elaborado en forma mecanizada. Por su parte BANKS *et al.*, (1984) señalan que un valor de 0,72 para la relación caseína/grasa, el cual parece ser óptimo para lograr obtener una retención adecuada de materia grasa en el queso Cheddar.

Los valores de caseína/grasa obtenidos en la leche utilizada en la elaboración del queso Chanco fueron de 0,72 a 0,90 con un promedio de 0,80. (Ver ANEXO 7).

Los valores encontrados en esta investigación pueden considerarse adecuados para este tipo de queso, ya que la retención de materia grasa concuerda con lo indicado por la literatura.

4.5.2 Rendimiento práctico. Los rendimientos del queso Chanco para cada uno de los ensayos controlados, en base a los kilos de queso producidos a partir de 100 kg de leche (ver ANEXO 8), son presentados en el CUADRO 12.

Los valores de rendimientos prácticos y teóricos determinados de acuerdo a cada ecuación desarrollada en el subcapítulo 3.2.4 para queso Chanco a comienzo y fines de maduración, se pueden observar en los ANEXOS 9 y 10 respectivamente.

CUADRO 12 Rendimiento práctico del queso Chanco (kg de queso/ 100 kg de leche).

N° Ensayo	Etapa de maduración		% Diferencia
	Inicio (24 h)	Término (20 días)	
1	10.17	9.71	- 4.52
2	10.14	9.48	- 6.51
3	10.06	9.69	- 3.68
4	10.06	9.56	- 4.97
5	10.21	9.67	- 5.29
6	10.23	9.76	- 4.59
7	10.00	9.59	- 4.10
8	10.13	9.46	- 6.61
9	9.90	9.46	- 5.31
10	10.18	9.45	- 7.17
11	10.35	9.58	- 7.44
12	9.96	9.37	- 5.92
13	9.90	9.31	- 5.96
14	10.23	9.60	- 6.16
15	10.14	9.50	- 6.31
16	10.07	9.53	- 5.36
17	9.68	9.21	- 4.86
18	10.15	9.55	- 5.91
19	9.94	9.40	- 5.43
20	10.36	9.75	- 5.89
21	9.92	9.36	- 5.65
22	10.07	9.53	- 5.36
23	9.95	9.34	- 6.13
24	10.28	9.45	- 8.07
25	10.07	9.54	- 5.26
26	10.09	9.47	- 6.14
27	9.48	9.25	- 2.43
28	9.95	9.25	- 7.04
29	9.93	9.40	- 5.34
30	9.99	9.43	- 5.61
Prom.	10.06	9.49	- 5.63
d. s.	0.182	0.145	1.134

De acuerdo con el CUADRO 12, se puede observar que el valor promedio del rendimiento práctico obtenido para el queso maduro es de 9,49 (kg de queso/ 100 kg de leche), con una desviación estándar de 0,145, presentando un rango desde 9,21 a 9,76 kg queso/ 100 kg de leche.

En el CUADRO 12, además se puede apreciar que los valores de rendimiento

práctico obtenidos durante este estudio para queso Chanco al inicio (24 h) disminuyó hacia el término de la maduración (20 días), alcanzando una variación promedio de - 5,63%.

Las diferencias de rendimiento práctico obtenidas durante la maduración se deben a que este producto no es envasado, por lo que se produce una mayor diferencia de peso debido a una mayor disminución de la humedad en la maduración, provocada por una mayor evaporación; como también por el mecanismo de sinéresis, el cuál podría aún persistir al inicio de la maduración facilitada especialmente por el hecho que la corteza aún está en formación, la cual en forma natural es bastante delgada en el queso Chanco, en relación con la del Gouda y otros quesos semiduros (BRITO *et al.*, 1995).

La pérdida de peso del queso durante el almacenamiento es dependiente de la humedad relativa del aire, de la temperatura, de la velocidad del aire y de la velocidad de difusión del agua en el queso (STEFFEN, 1983).

BRITO *et al.*, (1995), señala que la disminución del contenido de humedad durante la maduración del queso constituye el factor más determinante en la pérdida de peso y por ende en la reducción de los rendimientos.

MUÑOZ (1999), en estudios sobre queso Chanco en su tratamiento control con leche de 3,2 % de materia grasa, obtuvo un rendimiento práctico de 10,53 (kg de queso/ 100 kg de leche) en el 1^{er} día y valores de 9,97 y 9,96 a los 15 y 30 días de maduración respectivamente.

Por su parte MENDEZ (2000), en estudio sobre desarrollo de queso Chanco de bajo tenor graso, en su tratamiento control obtuvo un rendimiento práctico de 9,6 (kg de queso/ 100 kg de leche) a las 72 horas y un valor de 9,19 (kg de queso / 100 kg de leche) a los 28 días de maduración.

Estos resultados comparados con los obtenidos en el presente estudio, 10,06 y 9,49 (kg de queso/ 100 kg de leche) al inicio de maduración (24 h) y al término de maduración (20 días) respectivamente, se encuentran por debajo a lo obtenido por MUÑOZ (1999); sin embargo estarían más cercanos a lo obtenido por MENDEZ (2000), a pesar de ser levemente mayores, pero considerando la diferencia en el tiempo de maduración el cual en este estudio fue menor (20 días), lo que podría explicar en parte las diferencias observadas.

De acuerdo con el rendimiento práctico obtenido para este tipo de queso específico, el cual fue identificado anteriormente en su composición físico-química en el subcapítulo 4.4, significa que para elaborar 1 kg de queso Chanco se necesitan en promedio 10,54 kg de leche. El valor de rendimiento práctico determinado en este estudio fue de 9,49 (kg de queso/ 100 kg de leche), el cual es menor a lo señalado por DUMAIS *et al.*,(1991) para quesos semiduros, el que menciona un rango de 10,0 – 11,0 (kg de queso/ 100 kg de leche), lo que indica que se logró un rendimiento práctico levemente inferior en este estudio.

4.5.3 Determinación de la relación entre los diferentes componentes de la leche y el rendimiento quesero práctico. A través de un análisis de regresión lineal simple, se procedió a estudiar el grado de asociación que existe entre el rendimiento quesero práctico del queso Chanco y los distintos componentes de la leche, para cada ensayo controlado, los cuales se presentan en las FIGURAS 4 a 10.

Además en el ANEXO 11 se pueden observar los coeficientes de reemplazo determinados en la obtención de cada recta, para cada componente analizado de la leche.

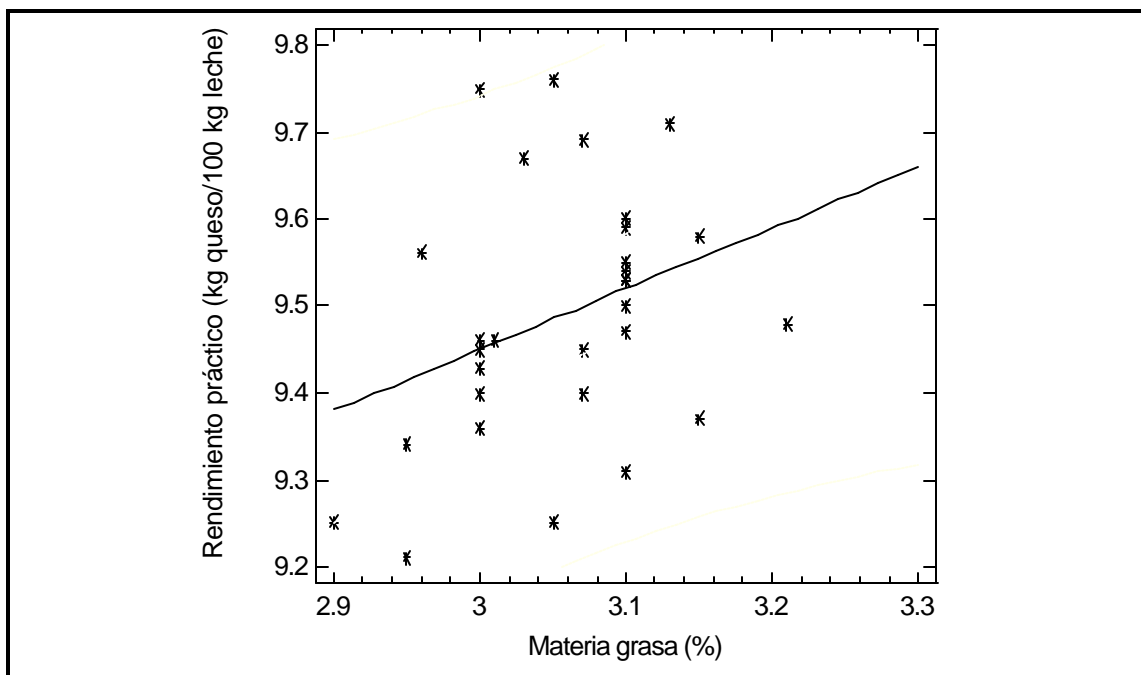


FIGURA 4 Rendimiento práctico del queso Chanco en relación al componente materia grasa de la leche.

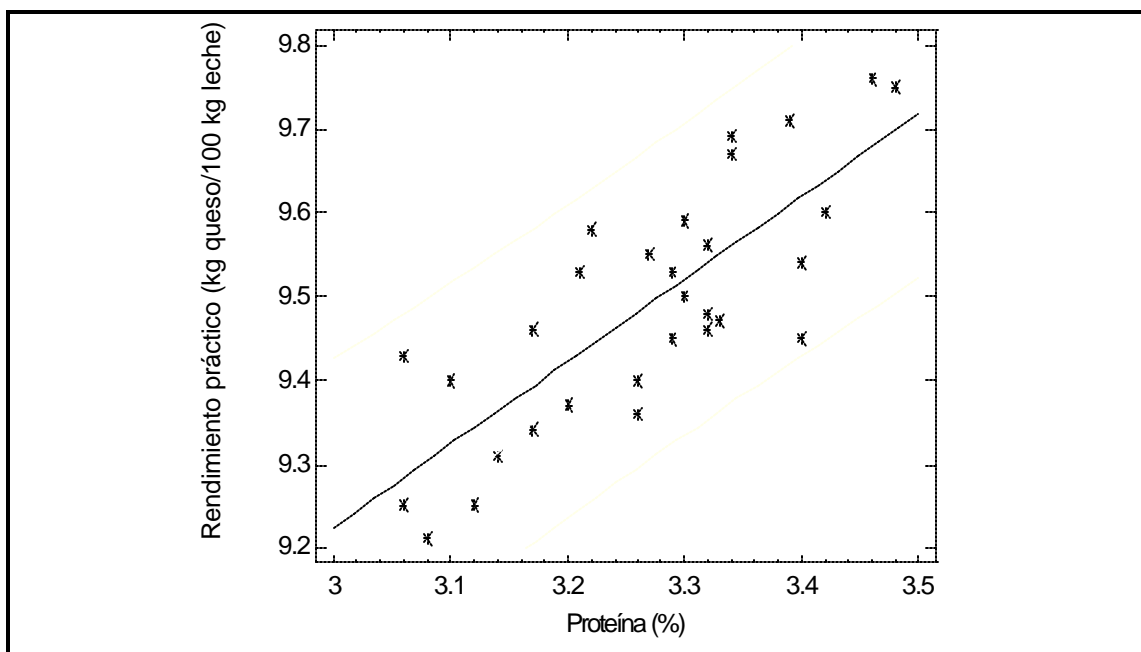


FIGURA 5 Rendimiento práctico del queso Chanco en relación al componente proteína total de la leche.

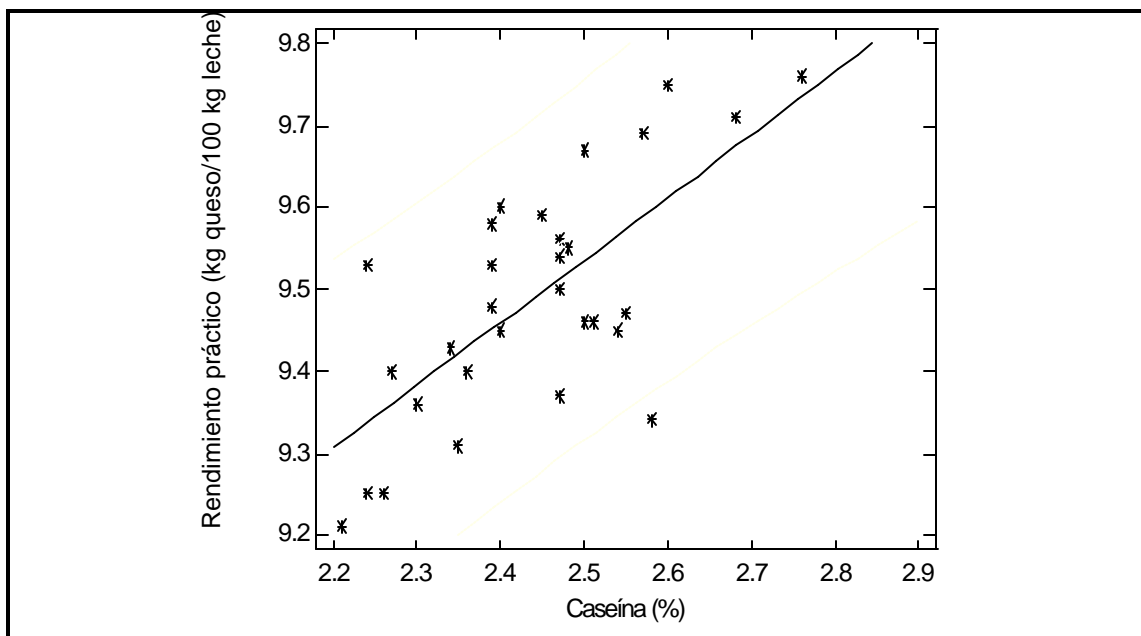


FIGURA 6 Rendimiento práctico del queso Chanco en relación al componente caseína de la leche.

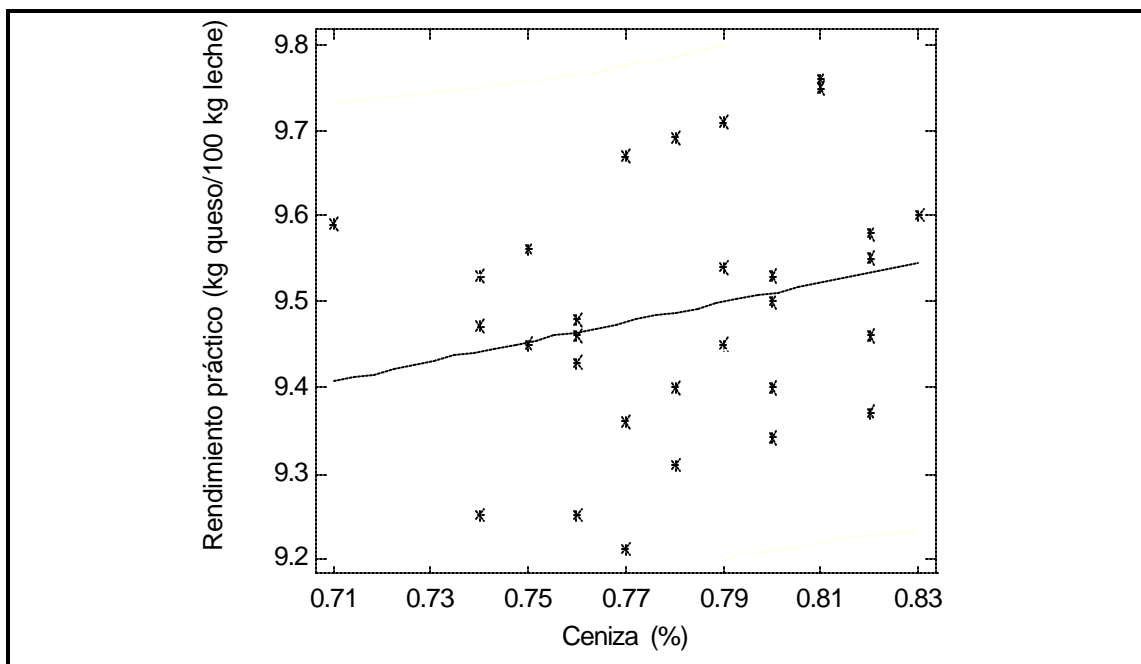


FIGURA 7 Rendimiento práctico del queso Chanco en relación al componente ceniza de la leche.

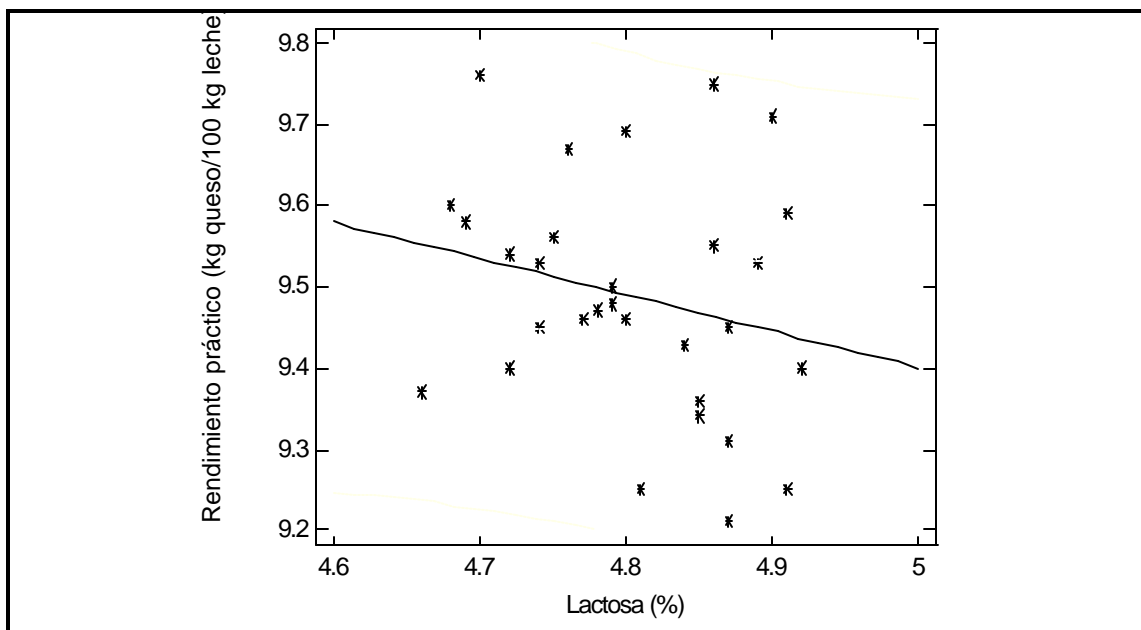


FIGURA 8 Rendimiento práctico del queso Chanco en relación al componente lactosa de la leche.

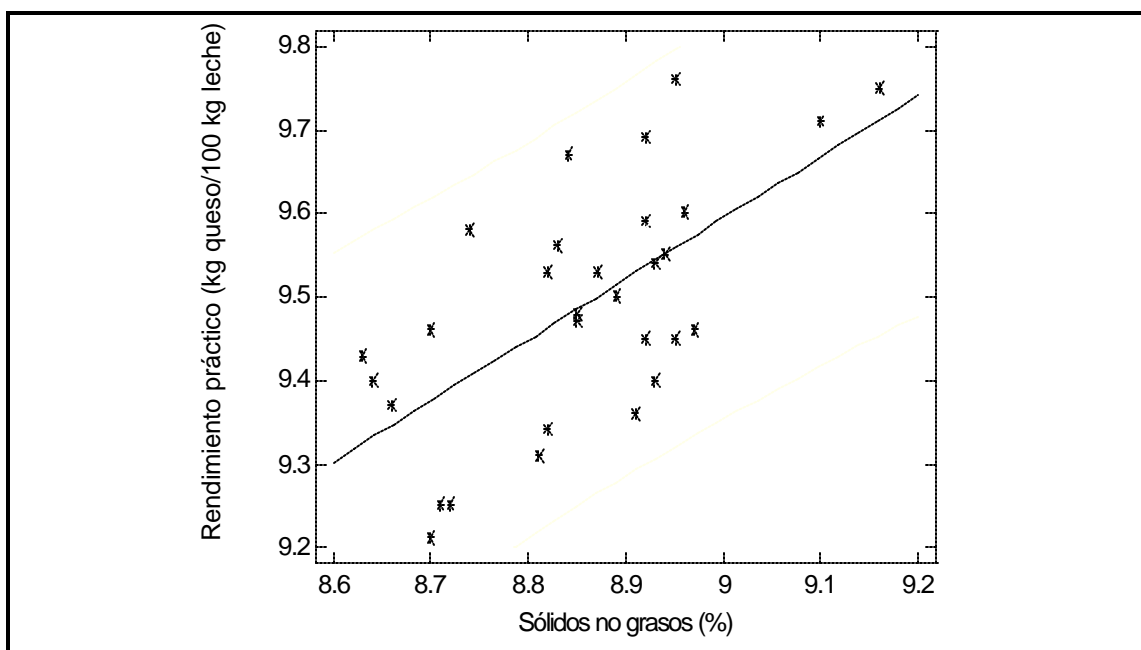


FIGURA 9 Rendimiento práctico del queso Chanco en relación al componente sólidos no grasos de la leche.

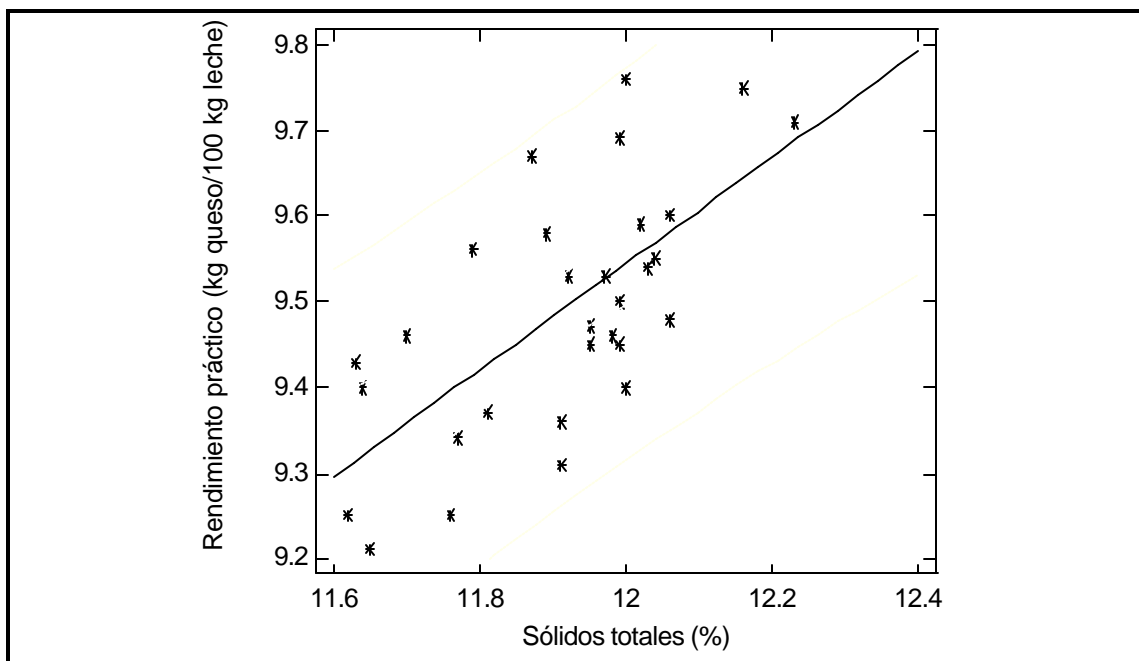


FIGURA 10 Rendimiento práctico del queso Chanco en relación al componente sólidos totales de la leche.

Al observar las figuras anteriores existe una relación entre el rendimiento práctico y algunos componentes de la leche (proteína total, caseína, sólidos no grasos y sólidos totales, significativo a una probabilidad del 1 %). Donde al aumentar cada uno de los constituyentes de la leche aumenta el rendimiento quesero.

En cuanto a la lactosa, su relación con el rendimiento práctico resultó negativo en el análisis de regresión lineal, con un coeficiente de correlación de $r = -0,233$ (FIGURA 8). Lo cual indica que la influencia de la lactosa de la leche no fue muy pronunciada.

El coeficiente de correlación encontrado entre el rendimiento quesero práctico y la materia grasa fue de $r = 0,339$ (FIGURA 4), lo cuál indica una leve relación entre las variables.

Los coeficientes de correlación encontrados entre el rendimiento quesero y la proteína total y caseína de la leche fueron de $r = 0,797$ y $0,702$ respectivamente, positivo y significativo ($p < 0,01$), lo que indica una asociación estrecha entre las variables (FIGURA 5 y 6).

El rendimiento quesero práctico aumentó al aumentar la materia grasa, proteína y caseína debido a que al existir un mayor contenido en materia grasa disponible en la leche, más de ésta será atrapada por la malla de caseína durante el proceso de coagulación. Si existe más caseína disponible, ésta podría favorecer la formación de la malla de caseína, atrapando más cantidad de grasa y otros sólidos en la cuajada.

Para la componente ceniza de la leche, el coeficiente de correlación obtenido en relación al rendimiento quesero fue de $r = 0,238$ (FIGURA 7), lo que demuestra una relación relativamente débil entre las variables.

Los coeficientes de correlación encontrados entre el rendimiento quesero práctico y los sólidos no grasos y sólidos totales de la leche fueron de $r = 0,642$ y $0,672$ respectivamente positivo y significativo ($p < 0,01$), lo que indica una asociación moderadamente fuerte entre las variables (FIGURA 9 y 10).

Según BARBANO y SHERBON (1984) y GILLES y LAWRENCE (1985), coinciden en señalar que la materia grasa y caseína de la leche influyen principalmente sobre el rendimiento del queso, especialmente el contenido de caseína, debido a que tiene la capacidad de absorber una cantidad de agua varias veces superior a su propio peso.

En general se puede observar que al aumentar todos los componentes de la leche y el contenido de éstos, con excepción de la lactosa también aumenta el rendimiento quesero práctico.

Debido a que los diferentes constituyentes de la cuajada (grasa, proteína soluble, sales y agua) quedan atrapados en el entramado de caseína, la relación caseína/grasa de la leche es la que determina la calidad y rendimiento del queso en la práctica (SCOTT, 1991).

SCOTT (1991), indica que cuando esta relación se encuentra desequilibrada se ve afectada la textura del queso resultando demasiado blanda ó demasiado dura, a menos que se modifique el proceso de fabricación adecuadamente para ajustar el contenido de agua, sin embargo de esta manera se estaría afectando el rendimiento quesero, al producirse mayores pérdidas en el suero; como también por un contenido de humedad en el queso.

En el ANEXO 12 se presentan el análisis de varianza del análisis de regresión lineal simple realizado, explicando la variación que existe en los distintos constituyentes de la leche, pudiendo observarse que para los componentes proteína total, caseína, sólidos no grasos y sólidos totales están influyendo sobre el rendimiento práctico del queso Chanco (P significativo $< 0,01$), comprobando de esta manera su importancia sobre el rendimiento quesero.

4.5.4 Rendimiento quesero teórico. Con el objetivo de seleccionar una o más ecuaciones de cálculo del rendimiento teórico del queso Chanco que presenten una alta correlación con el rendimiento práctico, considerando los diferentes componentes de la leche utilizada y del queso producido, se aplicaron diferentes ecuaciones seleccionadas desde la literatura (subcapítulo 3.2.4).

Los resultados obtenidos del rendimiento teórico desde cada una de las ecuaciones estudiadas para el queso a inicio de maduración (24 h) así como al término de maduración (20 días), se encuentran en el ANEXO 9 y 10 respectivamente, junto a los promedios y a sus desviaciones estándares.

Como una manera de representar la relación que existe entre cada uno de los rendimientos teóricos obtenidos de cada ecuación con el rendimiento práctico, para el queso al término de maduración, se realizaron gráficas de dispersión las que son muy similares a los rendimientos del queso Chanco de inicio de maduración.

Estas gráficas son representadas a partir de las FIGURAS 11 a 15.

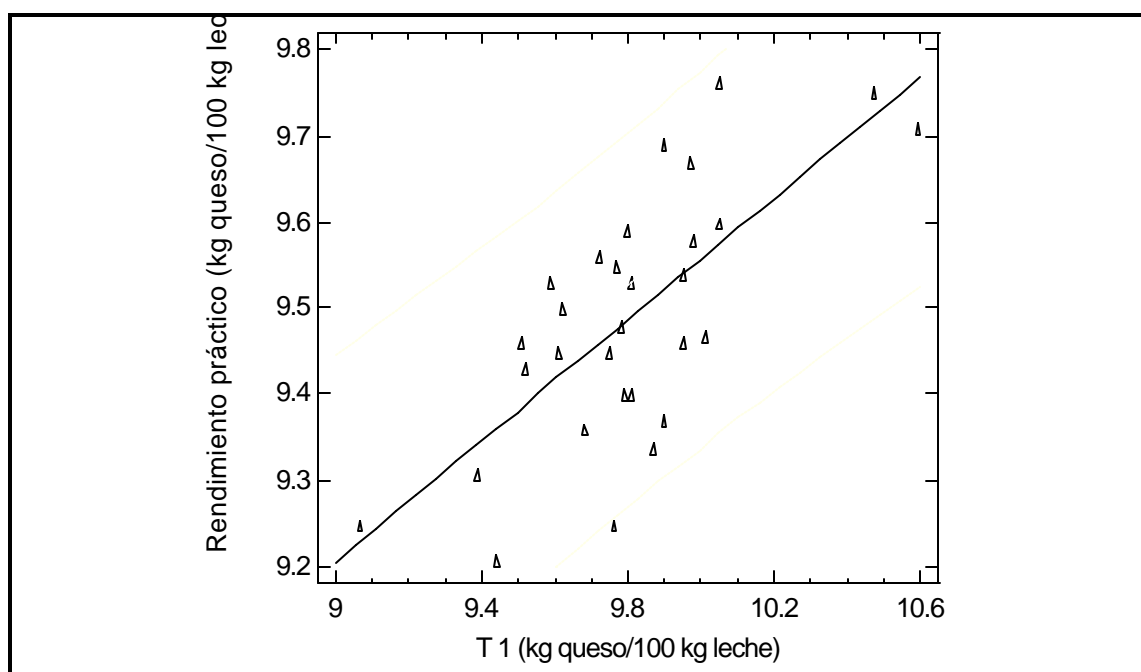


FIGURA 11 Diagrama de dispersión de los valores obtenidos de rendimiento teórico T 1-F (3.1) vs. el rendimiento práctico ($r = 0,711$).

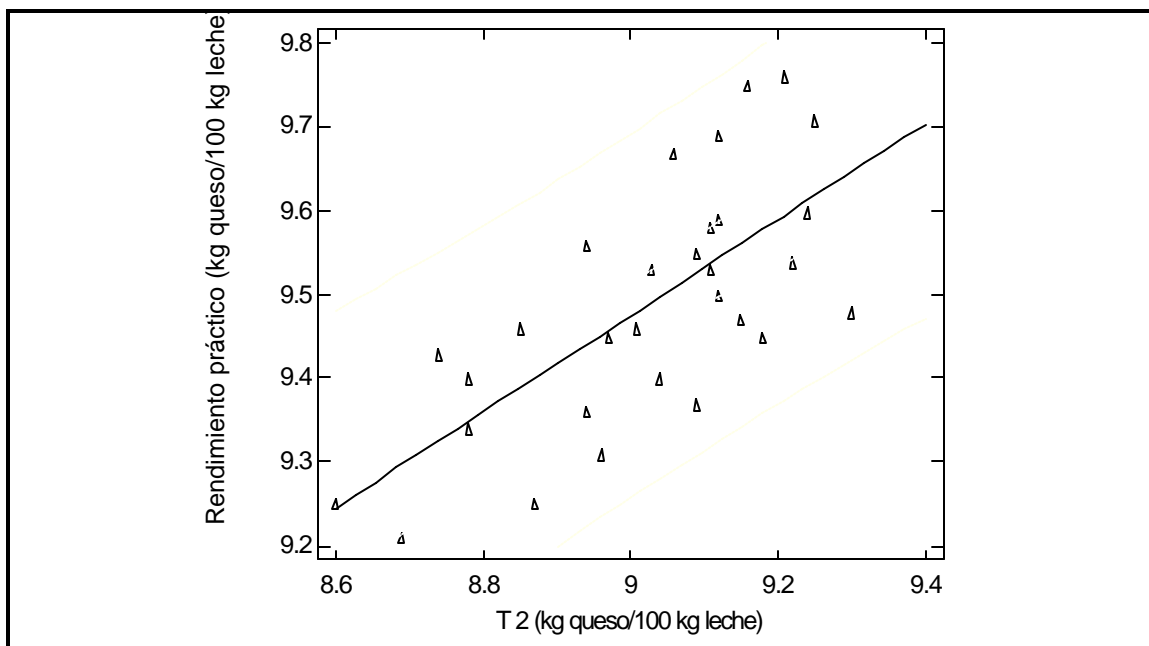


FIGURA 12 Diagrama de dispersión de los valores obtenidos de rendimiento teórico T 2-F (3.2) vs. el rendimiento práctico ($r = 0,708$).

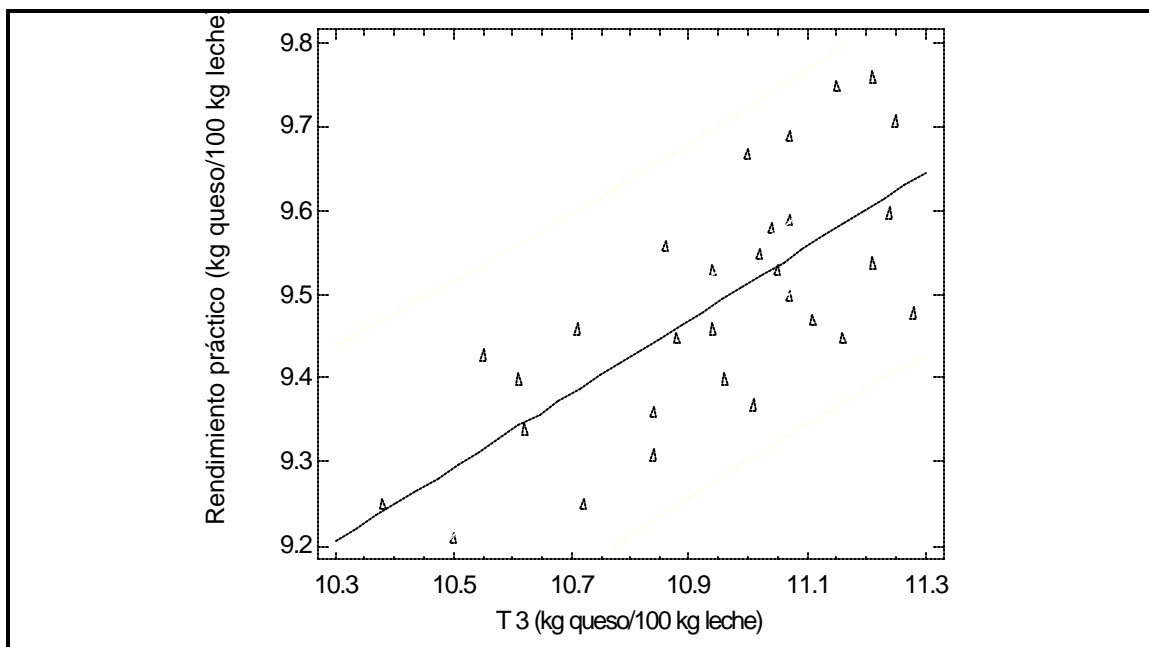


FIGURA 13 Diagrama de dispersión de los valores obtenidos de rendimiento teórico T 3-F (3.3) vs. el rendimiento práctico ($r = 0,727$).

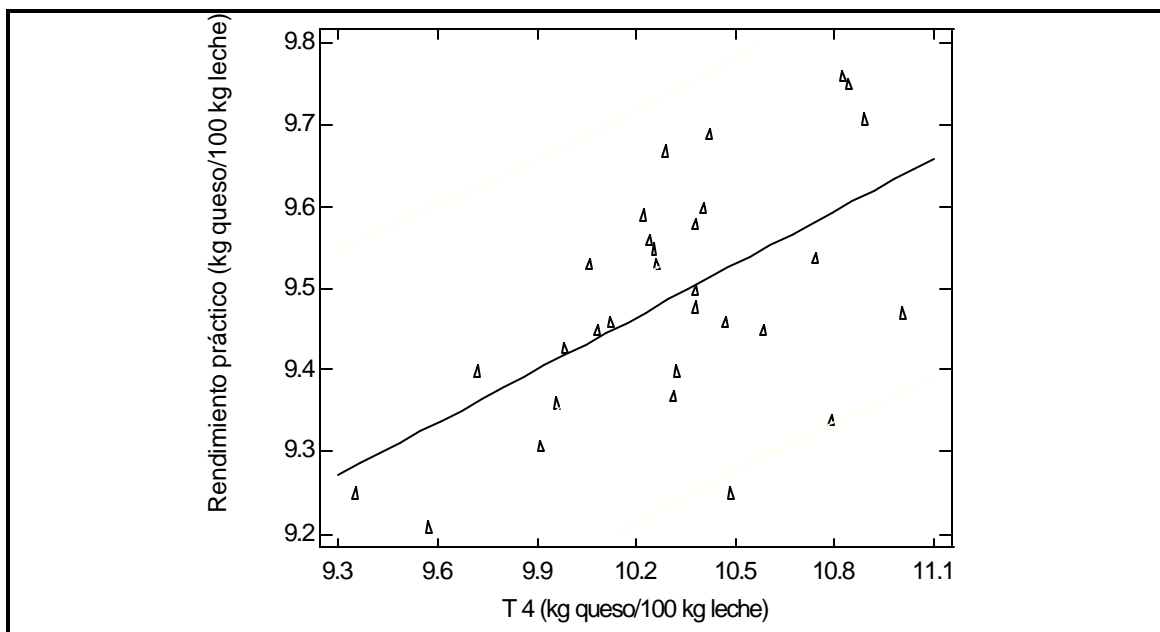


FIGURA 14 Diagrama de dispersión de los valores obtenidos de rendimiento teórico T 4-F(3.4) vs. el rendimiento práctico ($r = 0,573$).

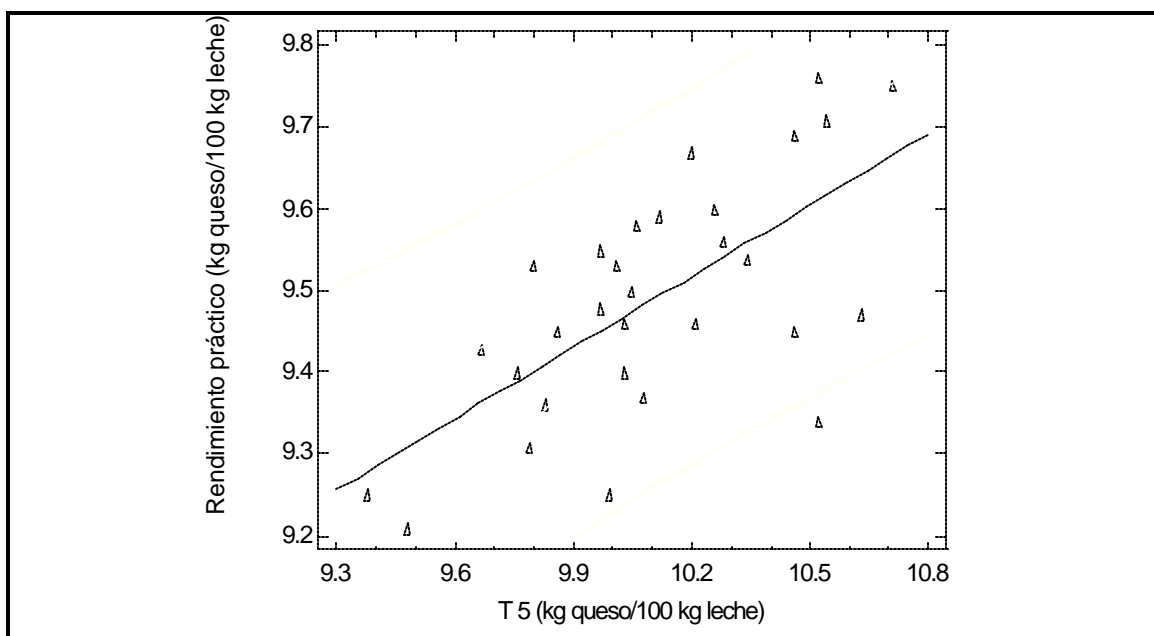


FIGURA 15 Diagrama de dispersión de los valores obtenidos de rendimiento teórico T 5-F (3.5) vs. el rendimiento práctico ($r = 0,664$).

A partir de los diferentes diagramas de dispersiones presentados anteriormente se aprecia que los valores de rendimiento teórico se encuentran desplegados de manera relativamente equidistante para casi todas las figuras, siendo relacionadas a los valores de rendimiento práctico obtenidos, pudiendo observarse que entre los rendimientos no existe una diferencia significativa.

No obstante, se observa una variación en cuanto a la dispersión en aquellas ecuaciones como son las T4 (3.4) y T5 (3.5) que presentan una mayor diferencia con el rendimiento práctico ilustradas por las FIGURAS 14 y 15 respectivamente.

En cuanto a la ecuación de rendimiento teórico que presenta la menor diferencia con el rendimiento práctico se encuentra la ecuación T1 (3.1), la cual se encuentra ilustrada en la FIGURA 11, seguida por la ecuación T2 (3.2), representada en la FIGURA 12.

A través de los resultados de los rendimientos teóricos obtenidos se elaboraron cuatro gráficos, correspondiendo a dos gráficos para cada etapa de maduración (inicio y término), representados a partir de las FIGURAS 16 a 19.

Las FIGURAS 16 y 18 representan a las ecuaciones cuyos valores representan la menor diferencia entre el rendimiento práctico y el rendimiento teórico, correspondiendo a la etapa de inicio de maduración las ecuaciones T1 y T5 (FIGURA 16), y para la etapa de término de maduración las ecuaciones T1 y T2 (FIGURA 18). Los gráficos correspondientes aquellas ecuaciones cuyos valores presentan la mayor diferencia entre el rendimiento práctico y el rendimiento teórico para la etapa de inicio de maduración son: T2, T3 y T4 (FIGURA 17) y para la etapa de término de maduración a las ecuaciones T3, T4 y T5 (FIGURA 19). La elaboración de estas gráficas están basadas en los resultados obtenidos de la suma de los errores.

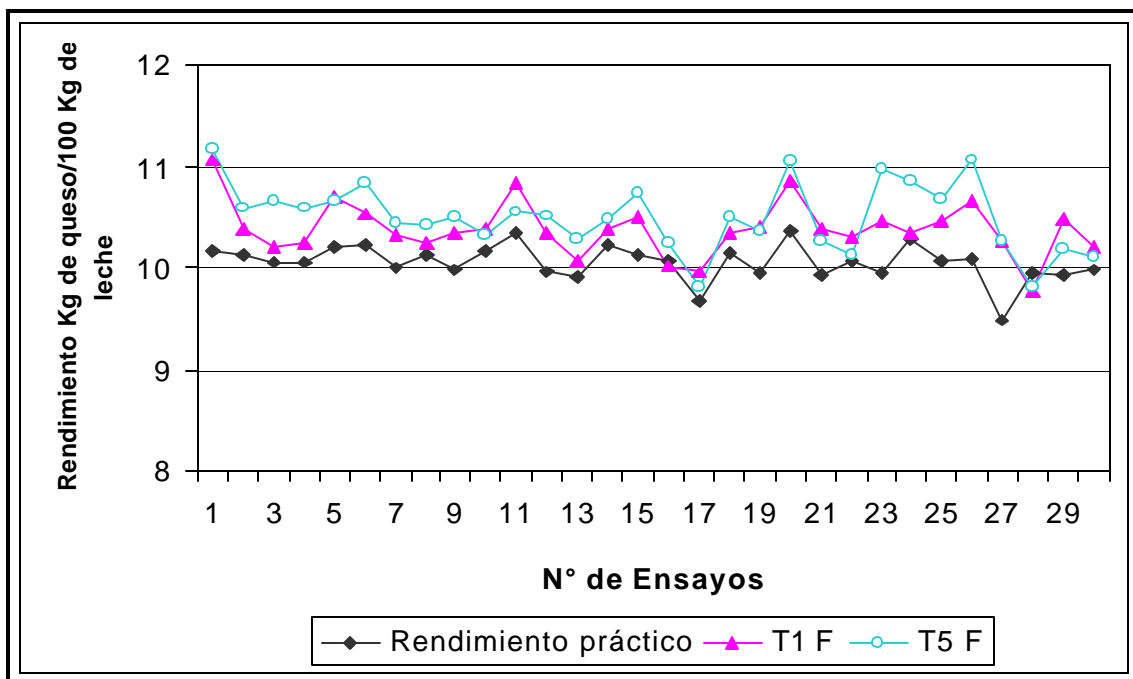


FIGURA 16 Ecuaciones que presentan la menor diferencia entre el rendimiento práctico y el rendimiento teórico para queso Chanco al inicio de maduración (24 h).

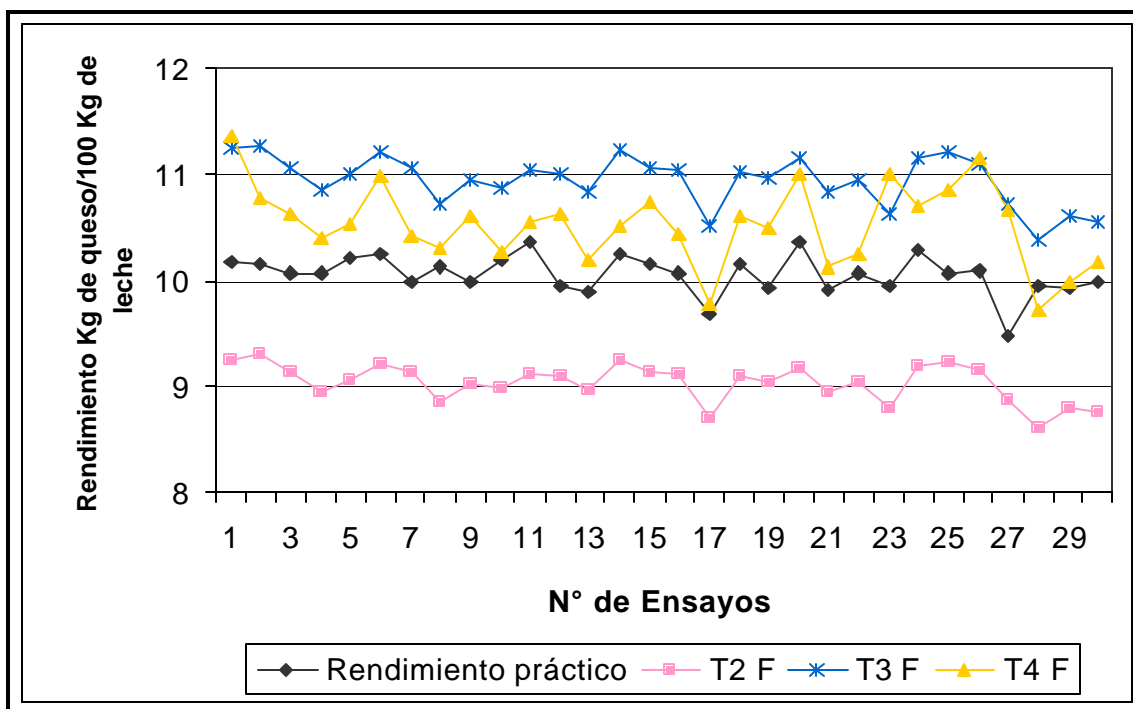


FIGURA 17 Ecuaciones que presentan la mayor diferencia entre el rendimiento práctico y el rendimiento teórico para queso Chanco al inicio de maduración (24 h).

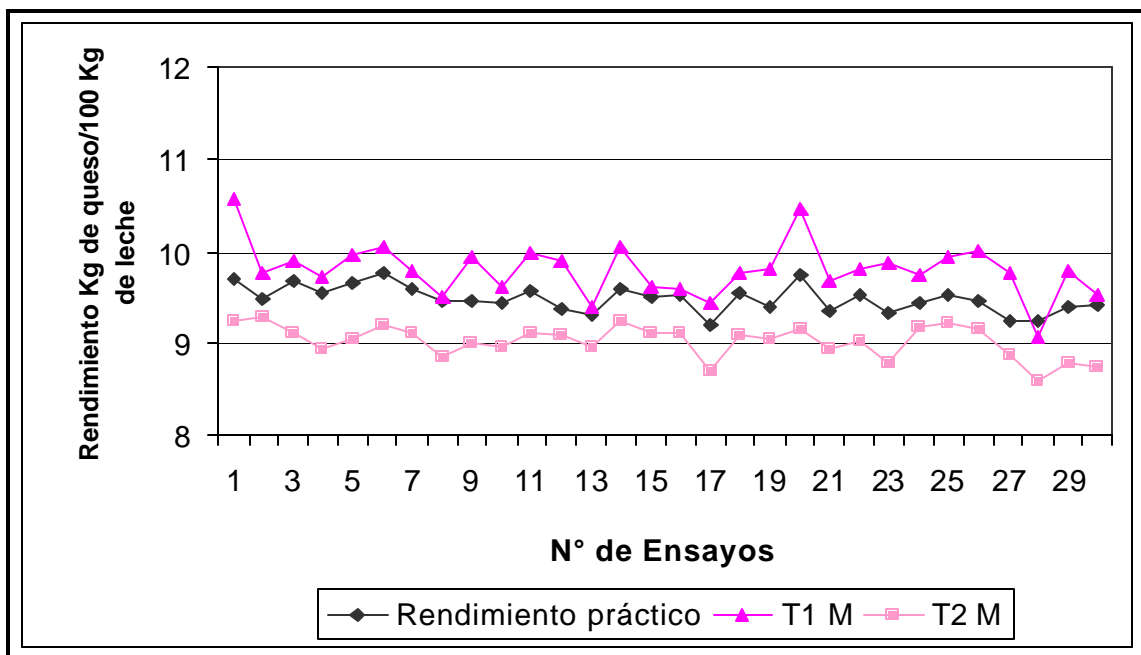


FIGURA 18 Ecuaciones que presentan la menor diferencia entre el rendimiento práctico y el rendimiento teórico para queso Chanco al término de maduración (20 días).

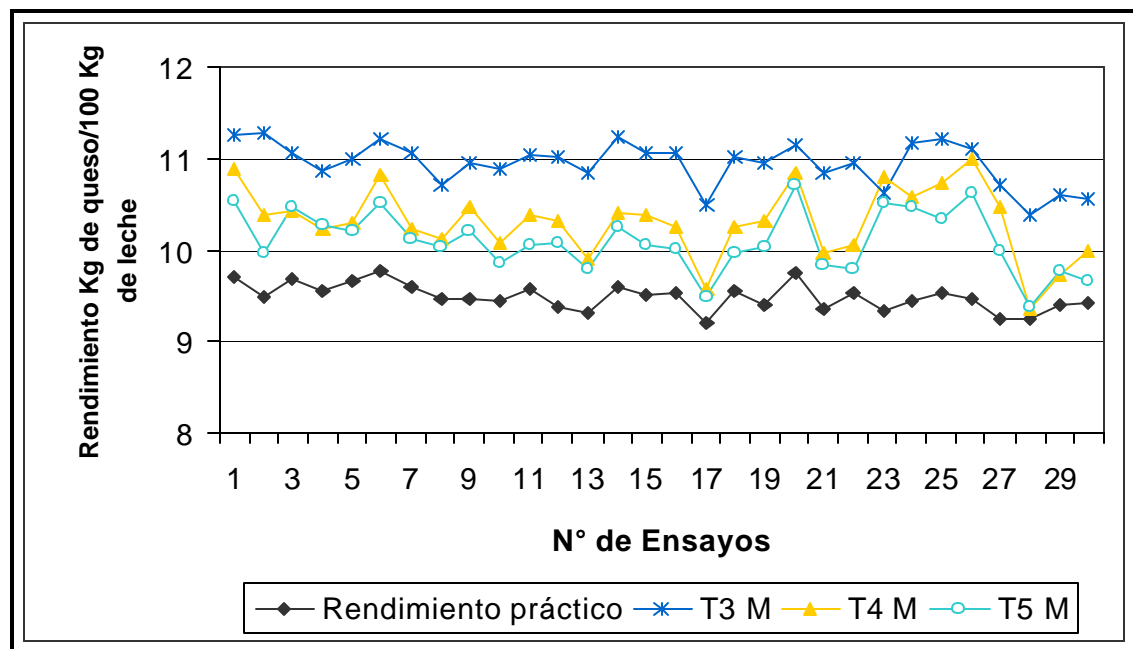


FIGURA 19 Ecuaciones que presentan la mayor diferencia entre el rendimiento práctico y el rendimiento teórico para queso Chanco al término de maduración (20 días).

Al observar las figuras presentadas anteriormente se puede apreciar que existe un comportamiento relativamente similar para los rendimientos queseros de inicio y término de maduración del queso, las cuales tienen quiebres en la curva muy similares. En el caso de la etapa de inicio de maduración la ecuación que coincide con la etapa de término de maduración es la T1 en ambos casos, la cual representa la menor diferencia entre el rendimiento práctico y el rendimiento teórico.

Las ecuaciones que presentan la mayor diferencia entre el rendimiento práctico y el rendimiento teórico, que coinciden en ambas etapas de maduración son las ecuaciones T3 y T4.

De acuerdo con los resultados obtenidos por el comportamiento presentado éste nos permite seleccionar algunas de las ecuaciones del rendimiento teórico más próximas al rendimiento práctico, siendo estas las ecuaciones T1, T2 y T5 (3.1, 3.2, y 3.5 respectivamente).

Para comprobar si existe una diferencia entre los rendimientos teóricos obtenidos de cada ecuación y el rendimiento práctico, se utilizó el Coeficiente de concordancia global (W) de Kendall y Smith (ecuación 3.7), el que entregó como resultado un valor de 361,0 ($W \times m(n-1)$) para queso maduro y un valor de 354,2 para queso de inicio de maduración ($W \times m(n-1) \geq 42,6$, significativo al 5%); concluyendo por lo tanto que los valores obtenidos de rendimiento teórico de cada ecuación y rendimiento práctico son concordantes; es decir que no existe una discrepancia significativa entre ellos.

Como una nueva forma de selección para obtener la mejor aproximación más cercana de los rendimientos medios teóricos y prácticos se realizó una comparación de las sumas del error de cada ecuación, de las cuales se obtuvieron las siguientes figuras.

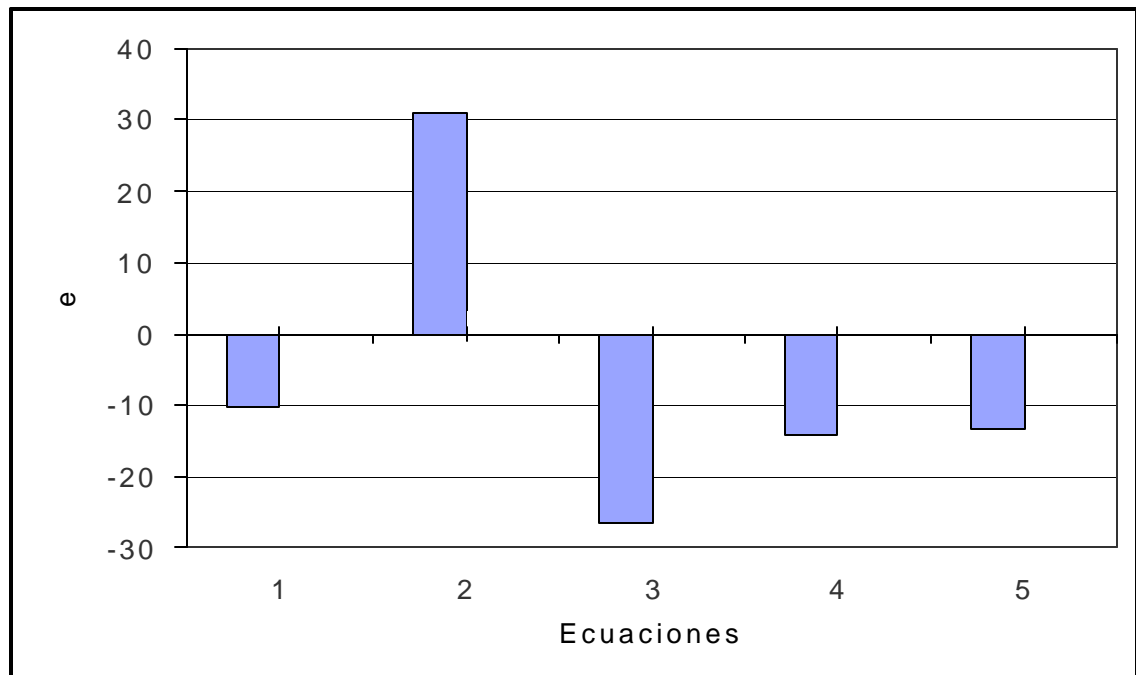


FIGURA 20 Gráfica de la Suma de los errores (e) de la estimación del rendimiento teórico en queso Chanco al inicio de su maduración (24 h).

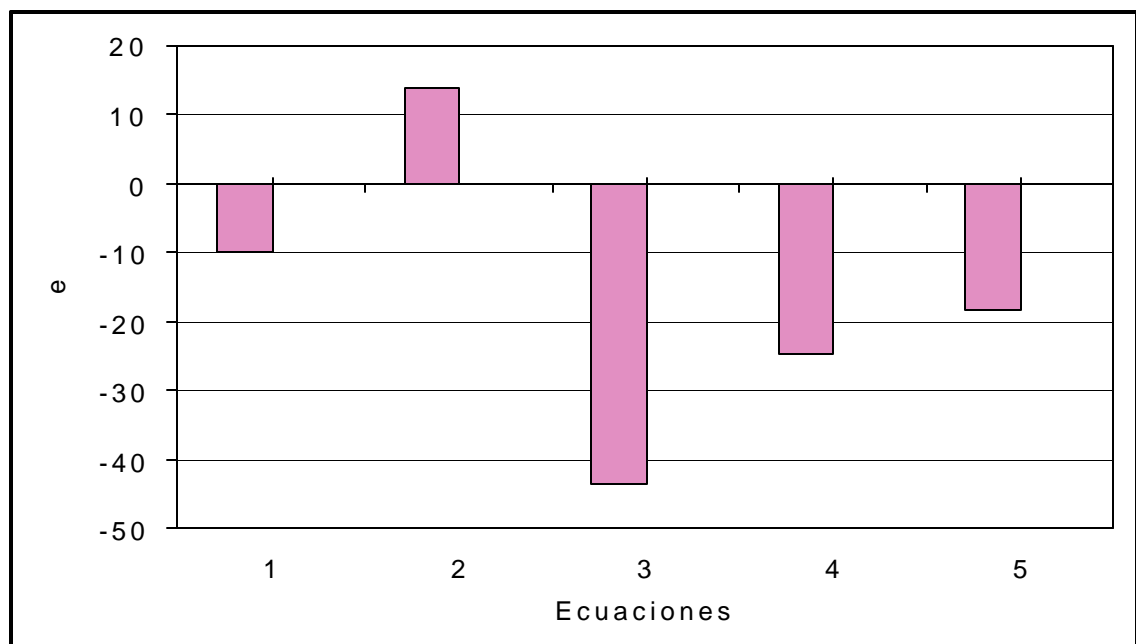


FIGURA 21 Gráfica de la Suma de los errores (e) de la estimación del rendimiento teórico en queso Chanco al término de su maduración (20 días).

De acuerdo con las figuras anteriores se puede apreciar que los resultados están relativamente cercanos entre ellos, a excepción de las ecuaciones T2 y T3 las cuales presentan los valores más alejados de 0, para el caso de los rendimientos obtenidos al inicio de maduración y las ecuaciones T3 y T4 para el caso de los rendimientos obtenidos al término de la maduración.

En el caso de las ecuaciones que presentan los valores más cercanos a 0, se encuentran las ecuaciones T1 y T5 para el queso de inicio de maduración y las ecuaciones T1 y T2 para la etapa de término de maduración.

A través de estas figuras, también se puede observar que la mayor parte de las ecuaciones sobrestiman el rendimiento ($Y_{i\text{práctico}} - Y_{i\text{teórico}}$) con la excepción de la ecuación T2 para ambas etapas (queso de inicio y término de maduración).

De acuerdo a los valores obtenidos de los cuadrados de los errores ($(Y_{i\text{práctico}} - Y_{i\text{teórico}})^2$) presentes en el ANEXO 15 para queso de inicio y término de maduración se puede apreciar que las ecuaciones más cercanas al rendimiento práctico fueron las siguientes: la ecuación T1 (cuadrado de los errores = 4,675) y la ecuación T5 (cuadrado de los errores = 8,324) para queso de inicio de maduración, y las ecuaciones T1 (cuadrado de los errores = 4,340) y T2 (cuadrado de los errores = 6,930) para queso de término de maduración.

Con el fin de poder seleccionar las ecuaciones de cálculo del rendimiento teórico que realmente efectivamente están relacionadas con el rendimiento práctico se llevó a cabo el análisis de correlación de Pearson (ecuación 3.6). Los resultados se presentan en el ANEXO 13 para el queso Chanco de inicio y el ANEXO 14, para el queso Chanco de término de maduración.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las ecuaciones seleccionadas clasificadas para el queso de inicio y término de maduración son: la ecuación

T1 ($r=0,711$), T2 ($r=0,708$) y la ecuación T3 ($r=0,727$), con un 95% de confianza. De esta manera existen 3 ecuaciones las que presentan una buena correlación con el rendimiento práctico obtenido para el queso Chanco.

Al observar las figuras anteriores se podía apreciar que existía una ecuación la T4 la cual se encontraba algo más alejada del rendimiento práctico, lo que se encuentra representado más claramente con la gráfica de dispersión de los puntos.

En relación a la ecuación T3 la cual tiene una buena correlación con el rendimiento práctico; sin embargo no resulta conveniente para determinar el rendimiento práctico por sobrestimarlo demasiado, lo cual se puede apreciar en las FIGURAS 20 y 21. Esta ecuación no obstante se podría utilizar para estimar el rendimiento teórico aplicando un factor apropiado de corrección el cual permita evitar la sobrestimación, debido a que ésta ecuación presenta la confianza requerida para la determinación.

Las dos ecuaciones restante seleccionadas, éstas tienen la confiabilidad necesaria para ser usadas en el cálculo del rendimiento teórico para el queso Chanco, siendo estas la ecuación T1 y T2.

De estas dos ecuaciones la T1(Control), la cuál considera componentes de la leche y del queso (materia grasa, CT_{MG} , proteína, CT_P , cenizas, lactosa y contenido de sal y humedad del queso), presenta la menor diferencia entre el rendimiento teórico estimado y el rendimiento práctico, sin embargo como ya se mencionó anteriormente esta ecuación requiere de varios análisis y de algunos como en el caso de la ceniza de la leche requieren de mucho tiempo para su análisis, igualmente que para calcular las cifras de transición de la materia grasa y proteína de la leche al queso lo cual, requiere un mayor tiempo para los análisis y también aumentan los costos. Además resulta más conveniente

determinarlos en el queso madurado para obtener un resultado que sea más seguro, con lo cual el rendimiento estimado solamente se conocería cuando el queso haya terminado el período de maduración.

Por lo tanto esta ecuación resulta menos práctica, además en la determinación del contenido de sal en el queso, sería más adecuado poder determinarlo cuando el queso haya cumplido su período de maduración ya que la difusión de la sal en la masa del queso es lenta, por lo tanto se podría ocasionar errores en la determinación.

En relación a la ecuación T2, ésta presenta una buena correlación con el rendimiento práctico y a su vez presenta la segunda menor diferencia entre ambos rendimientos. Esta ecuación posee ventaja sobre la anterior (T1), ya que solamente requiere conocer los contenidos de materia grasa y proteína total de la leche, los cuales son sencillos y rápidos de analizar mediante el uso de equipos instrumentales, los que hoy en día confieren una alta seguridad en los resultados entregados. Con lo que el rendimiento quesero se puede determinar antes de su maduración, incluso antes de haber terminado el proceso de maduración.

De esta manera de las tres ecuaciones seleccionadas anteriormente, cualquiera de ellas podría utilizarse para la estimación del rendimiento teórico en el queso Chanco, a pesar de los mayores ó menores inconvenientes que presenten debido a que son confiables estadísticamente, no obstante requieren ser controladas regularmente con el rendimiento práctico de manera de poder encontrar cualquier dificultad que pudiera presentarse en el proceso de elaboración del queso.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y analizados en la presente investigación, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La composición físico-química promedio del queso Chanco madurado (20 días) obtenida en este estudio fue de: pH 5,20; 26,0% M. grasa; 23,81% Proteína; 1,17% Sal y 45,21% de Humedad, la cual estaría dentro de las especificaciones señaladas por la Norma Chilena Oficial 2090 (INN, CHILE 1999).
- La relación de los diferentes componentes de la leche con el rendimiento práctico resultó altamente significativa para los componentes proteína total, caseína, sólidos no grasos y sólidos totales de la leche, determinados a partir del análisis de regresión lineal simple ($p < 0.01$).
- El rendimiento práctico obtenido en el queso Chanco estudiado fue de 9,49 kg de queso/100 kg de leche, utilizando leche con la composición físico-química indicada en este estudio.
- Se determinó mediante el análisis del coeficiente de concordancia global de Kendall y Smith que no existe una discrepancia significativa entre las cinco ecuaciones estudiadas y el rendimiento práctico $W \times m \times (n-1) = 361,0$ para queso madurado y un $W \times m \times (n-1) = 354,2$ para queso de inicio de maduración, siendo ambos $W \geq 42,6$, significativo al 5 %).
- Las ecuaciones seleccionadas son: 3.1, 3.2 y 3.3. De estas, la ecuación 3.3

presenta una buena correlación con el rendimiento práctico, pero sobrestima demasiado el rendimiento teórico. Las ecuaciones 3.1 y 3.2 presentan la confiabilidad necesaria para calcular el rendimiento teórico; sin embargo la ecuación 3.1 posee la desventaja de incluir demasiados componentes de la leche y del queso, por lo que resulta poco práctica para utilizarla industrialmente. La ecuación 3.2 posee las mayores ventajas, debido a la rapidez y facilidad en su utilización, pues se basa solamente en el contenido de materia grasa y proteína de la leche.

6. RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTAL) de la Universidad Austral de Chile, desarrollando la parte experimental en la Cooperativa Lechera de Frutillar (CAFRA). Su finalidad fue seleccionar una o más ecuaciones a partir de 5 fórmulas obtenidas previamente en la literatura técnica, que permitan calcular el rendimiento teórico del queso Chanco de la manera más fácil y precisa posible para lograr obtener una buena correlación y predicción del rendimiento práctico. Los objetivos planteados en este estudio fueron:

- Medir el rendimiento práctico de un alto número de producciones de queso Chanco (30) elaborado en forma industrial en producciones masivas, tanto en queso fresco, como en producto madurado.
- Determinar las correlaciones de los rendimientos prácticos encontrados, frente a 5 ecuaciones mencionadas por la literatura, a fin de seleccionar una o más ecuaciones de fácil aplicación en la industria lechera.

Se controló el proceso de elaboración y maduración del queso Chanco para asegurar un adecuado desarrollo del proceso y la obtención de un producto de calidad. Además, se determinó el rendimiento práctico (kg de queso/100 kg de leche) mediante el pesaje del queso al inicio y término de maduración, con el fin de ser comparado con cada uno de los rendimientos teóricos obtenidos a través de las ecuaciones estudiadas.

Se estudió las relaciones entre los distintos componentes de la leche, los cuales son considerados para la determinación del rendimiento teórico y el rendimiento práctico, a través de un análisis estadístico de regresión lineal simple.

Además se aplicó el coeficiente global de Kendall y Smith, el cuál dio como resultado un $W \times m (n-1) = 361,0$ y $W \times m (n-1) = 354,2$, para queso de 20 días y de inicio de maduración respectivamente ($W \geq 42,6$, significativo al 5 %), lo que indica que no existe discrepancia significativa entre los valores de los rendimientos teórico y práctico. Se utilizaron como criterio de selección para la mejor aproximación entre los rendimientos medios, una comparación de las sumas del cuadrado del error ($\text{Rendimiento}_{\text{práctico}} - \text{Rendimiento}_{\text{teórico}})^2$. Finalmente se lograron seleccionar 3 ecuaciones de entre las 5 estudiadas, a partir del análisis de correlación de Pearson, las cuales presentan una buena correlación entre el rendimiento práctico y rendimiento teórico. Las ecuaciones seleccionadas son: 3.1, 3.2 y 3.3, de las cuales la 3.2 sería la que presenta las mayores ventajas debido a la rapidez y facilidad de uso.

6. SUMMARY

The present research was carried out at the Institute of Food Science and Technology (ICYTAL) of Universidad Austral de Chile, developing the experimental part in the Cooperativa Lechera de Frutillar (CAFRA). The purpose was to select one or more equations from 5 formulas obtained previously from the technical literature that allows to calculate the theoretic yield of Chanco cheese of the easiest and precised way to obtain a good correlation and prediction from the practice yield. The objetives stated in this study were:

- To measure the practical yield of a high number of productions of Chanco cheese (30) elaborated industrially in massive productions, either in fresh cheese and ripened product.
- To determine the correlations of the practical yield found against 5 equations mentioned by the literature, in order to select one or more equations of the easiest application in the dairy industry.

The elaboration and ripening process of Chanco cheese was controlled with the aim of assuring an adequate developing of the process and the obtaining of a good quality product. Besides, the practical yield was determined (kg of cheese/100 kg of milk) by means of weighing the cheese at the beginning and at the end of the ripening, with the aim of being compared with each of the theoretic yield obtained based on the studied equations.

The relations between the different components of milk were studied; these are considered for the determination of the theoretic yield and practical yield through a statistical analysis of simple lineal regression.

Furthermore a global Kendall and Smith coefficient was applied, which gave a $W \times m (n-1) = 361,0$ and a $W \times m (n-1) = 354,2$ as a result for a 20 days cheese and of the beginning of ripening respectively ($W \geq 42,6$, significant to the 5%), which indicates that there is no significant discrepancy between the practical and the theoretic yield. A comparison of the sums the quadratic of the error (Practical yield - Theoretic yield)² was utilized as a selection criteria for the best approximation between the average yield.

Finally 3 of the 5 equations studied were selected using the Pearson correlation analysis; these equations show a good correlation between the practical yield and the theoretic yield. The selected equations are: 3.1, 3.2 and 3.3, being 3.2 the one that presents the greater advantages due to the rapidly and facility of use.

7. BIBLIOGRAFIA

- AALTONEN, M. L. y V. ANTILA. 1987. Milk renneting properties and the genetic variants of proteins. *Milchwissenschaft*. 42 (8): 490–492.
- ALAIS, CH. 1985. *Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera*. 2ª ed. Reverté. Barcelona. España. 872 p.
- ASTETE, A. 1989. Estudio de procesamiento, maduración, rendimiento y características del queso tipo Maribo, elaborado mediante la adición de sólidos lácteos. Tesis Magister en Ciencias y Tecnología de la Leche. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 164 p.
- BANKS, J. M., D. D. MUIR y TAMIME, A. Y. 1984. Equations for estimation of the efficiency of Cheddar cheese production. *Dairy Industries International*. 49 (4): 14-17.
- BANKS, J. M., W. BANKS, D. D. MUIR y A. WILSON. 1981. Cheese yield. Composition does matter. *Dairy Industries International*. 46 (5): 15-22.
- BARBANO, D. M., A. SAPRU, J. YUN, L. KLEI, A. PASCAL, A. OLTENACU y D. BLANDER. 1997. Cheddar cheese: influence of milking frequency and stage of lactation on composition and yield. *Journal of Dairy Science*. 80: 437-446.
- BARBANO, D. M. 1993. Overview - Influence of Mastitis on Cheese Yield.

Cheese yield and Factors Affecting its control. Proceedings of the IDF Seminar held in Cork, Ireland. 540 p.

BARBANO, D. y R. R. RASMUSSEN. 1992. Cheese yield performance of fermentation produced chymosin and other milk coagulants. *Journal of Dairy Science*. 75 (1): 1-12.

BARBANO, D. M. y J. W. SHERBON. 1984. Our Industry Today. Cheddar cheese yields in New York. *Journal of Dairy Science*. 67: 1873-1883.

BARRIA, M. 1995. Características de composición, sensoriales y grado de maduración del queso Chanco. Tesis para optar al grado de Licenciado en Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 126 p.

BINES, V. y D. HOLMES. 1994. Brine Salting of Cheese. *Dairy Industries International*. 6: 33-36.

BOISEN, H. 1993. Control the standardization of the cheese milk -the key to future improvement of cheese quality and profit in cheese production. Cheese yield and Factors Affecting its Control. IDF Seminar, Cork, Ireland. 540 p.

BOLAND, M. J. 1997. Genetic polymorphism: What are the benefits for the real world dairy industry?. *Milk Protein Polymorphism*. Proceedings of the IDF Seminar, held in Palmerston North, New Zealand. 480 p.

BRITO, C., O. MORALES, L., MOLINA, R. PESSOT y M. PINTO. 1996. Evolución de la maduración de queso Chanco tipo campo almacenado a altas temperaturas. Parte II. Proteólisis. *Agrosur*. 24 (1): 1-13.

- BRITO, C., O. MORALES, L., MOLINA, R. PESSOT y M. PINTO. 1995. Evolución de la maduración de queso Chanco tipo campo almacenado a altas temperaturas. Parte I. Parámetros Físico-químicos y pérdida de peso. *Agro Sur*. 23 (2): 95-106.
- BRITO, C. 1985. Aspectos tecnológicos y caracterización del queso Chanco de campo. *Revista de Alimentos*. 10 (3): 41-45.
- BROOME, M., S. TAN, M. ALEXANDER, y B. MANSER. 1998. Low- concentration-ratio ultrafiltracion for Cheddar cheese manufacture. *The Australian Journal of Dairy Technology*. 53 (4): 5-11.
- BROOME, M. C. y HICKEY, M. W. 1990. Comparison of fermentation produced chymosin and calf rennet in Cheddar cheese. *Australian Journal of Dairy Technology*. 11:53-59.
- B. S. I., BRITISH STANDARD INSTITUTION. 1968. Methods for the chemical analysis of liquid milk and cream. British Standars House, 2 Park St., London, VI. England.
- CALLANAN, T. 1991. Recovery of milk constituents in cheesemaking (relation process control). Factors affecting the yield of cheese. *IDF Special Issue*. 9301.197 p.
- CARRILLO, T. 1973. Estudio sobre la caracterización química y bacteriológica del queso Chanco. Transformaciones que sufren las proteínas a través del proceso de industrialización del queso Chanco. Tesis para optar al grado de Licenciado en Agronomía. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 35 p.

- CASADO, C. P. 1991. Guía para el análisis químico de la leche y los derivados lácteos. Ediciones Ayala. Madrid, España. 701 p.
- CELESTINO, E., M. IYER y H. ROGINSKI. 1996. The effects of refrigerated storage on the quality of raw milk. *The Australian Journal of Dairy Technology*. 51 (10): 59-63.
- CHIAVARI, C., A. BAGNI, G. CASTAGNETTI, G. FERRI y G. LOSI. 1993. Physical, Chemical and Microbiological Properties of vat milk in the Parmigiano-Reggiano Cheese zone: Importance and Effects on Technology. Cheese yield and Factors Affecting its Control. IDF Seminar, Cork, Ireland. 540 p.
- COGGINS, J. 1991. Predicting Cheddar cheese yield in an individual plant: Van Slyke Revisited. *Journal of Dairy Science*. 74: 359-368.
- COHEN- MAUREL, E. 1987. El salado de los quesos. *Revista Española de Lechería*. 14 (3-4): 5-10.
- COULON, J., I. VERDIER, P. PRADEL, y M. ALMENA. 1998. Effect of lactation stage on the cheesemaking properties of milk and the quality of Saint-Nectaire-type cheese. *Journal of Dairy Research*. 65: 295-305.
- COVINGTON, C. 1993. Genetic and environmental factors affecting milk composition and their relationship to cheese yield. Cheese yield and Factors Affecting its Control. IDF Seminar, Cork, Ireland. 540 p.
- COX, J. M. 1993. The psignificance of psychrotrophic pseudomonads in dairy products. *The Australian Journal of Dairy Technology*. 48 (11): 108-111.

- DUMAIS, R., J. A. BLAIS y F. CONRAD. 1991. Queso, en: Ciencia y Tecnología de la leche: principios y aplicaciones. Acribia. Zaragoza, España. 547 p.
- DURAN, C. A. 1985. Contribución al estudio de tipificación del queso de Paipa de Colombia. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencia y Tecnología la leche. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 252 p.
- EMMONS, D.B., M. S. WOLYNETZ, M. R. BINNS, C. LACROIX y P. VERRET. 1993. Experimental design, milk-clotting enzymes and cheese yield. Cheese yield and Factors Affecting its Control, IDF. Seminar Cork, Ireland. 540 p.
- EMMONS, D. B. 1991. Definition and expression on cheese yield. Factors Affecting the yield of cheese. IDF. Special Issue 9301. 197 p.
- EMMONS, D. B., C. LACROIX y P. VERRET. 1991. Design of experiments and statistical treatment of yield data. Factors Affecting the yield of cheese. IDF Special Issue 9301. 197 p.
- EMMONS, D. B. y M. BINNS. 1990. Cheese Yield Experiments and Proteolysis by Milk-Clotting Enzymes. Journal of Dairy Science. 73: 2028-2043.
- EMMONS, D. B., C. A. ERNSTRON, G. LACROIX y P. VERRET. 1990. Predictive formulas for yield of cheese from composition of milk: a Review. Journal of Dairy Science. 73 (6): 1365-1394.
- FAO, FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1986. Elaboración de quesos: manual correspondiente al módulo III-B. Santiago, Chile. Equipo de Regional de Fomento y Capacitación en

Lechería para América Latina. 132 p.

FAO, FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1983. Tecnología y Control de Calidad de productos lácteos. Santiago, Chile. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina. sp.

FIL-IDF, FEDERATION INTERNATIONALE DE LAITERIE. 1998. Whey: proceedings of the second international whey conference. International whey conference. Proceedings of the IDF Seminar. Bélgica. 367 p.

FIL-IDF, FEDERATION INTERNATIONALE DE LAITERIE. 1997 Milk Protein Polymorphism. Proceedings of the IDF Seminar held in Palmerston North, New Zealand. 480 p.

FIL-IDF, FEDERATION INTERNATIONALE DE LAITERIE. 1993a. Determinación del contenido de nitrógeno total. Método Kjeldahl. Federation Internationale de Laiterie Standard 20 B. 12 p.

FIL-IDF, FEDERATION INTERNATIONALE DE LAITERIE. 1993b. Cheese yield and Factors Affecting its control. Proceedings of the IDF Seminar, Cork Ireland. 540 p.

FIL-IDF, FEDERATION INTERNATIONALE DE LAITERIE. 1991. Factors Affecting the yield of cheese. IDF Special Issue 9301. 197 p.

FIL-IDF, FEDERATION INTERNATIONALE DE LAITERIE. 1987. Determinación de sólidos totales. Método de referencia. Federation Internationale de Laiterie Standard 21 B.

FIL-IDF, FEDERATION INTERNATIONALE DE LAITERIE. 1982. Determinación de humedad. Método Gravimétrico. Federation Internationale de Laiterie Standard 4 A.

FIL-IDF, FEDERATION INTERNATIONALE DE LAITERIE. 1974. Determinación de Lactosa. Método Cloramina T. Federation Internationale de Laiterie Standard 28 A.

FOX, P. F. 1987. Coagulants and their action. Milk – The vital force. D. Reidel Publishing Company. 61-73.

FOX, P. F. 1986. Developments in Dairy Chemistry V 1, Proteins. London, Elsevier Applied Science publisher. 409 p.

FOX, P. F. 1982. Developments in Dairy Chemistry V 1: Proteins. London, Elsevier Applied Science publisher. 370 p.

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

GONZALEZ DEL LLANO, D. 1990. Bioquímica de la maduración del queso: II Proteólisis. Industrias Lácteas Españolas. 5: 47-51.

GRANDISON, A. 1986. Causes of variation in milk composition and their effects on coagulation and cheesemaking. Dairy Industries International. 51 (3): 21-24.

GRAPPIN, R. y D. LEFIER. 1993. Reference and routine methods for the measurement of nitrogen fractions in milk and whey. Cheese yield and Factors Affecting its control. Proceedings of the IDF seminar held in Cork,

Ireland. 540 p.

GRAPPIN, R., T. C. RANK y N. F. OLSON. 1985. Primary proteolysis of cheese proteins during ripening. A review. *Journal of Dairy Science*. 68(3): 531-540.

HEIMLICH, W. 1986. Industrialización del suero de queserías. *Revista de Alimentos*. 11 (1): 33-40.

INN, CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 1999. Productos Lácteos-Queso Chanco-Requisitos. NCh 2090. 6p.

INN, CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 1979a. Leche y productos Lácteos. Determinación de pH. NCh 1671.

INN, CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 1979b. Leche. Determinación del contenido de materia grasa. Método Gerber. NCh 1016/1.

INN, CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION. 1979c. Leche. Determinación de la acidez titulable. Método Titrimétrico. NCh 1738.

JACOB, E. 1994. Genetic polymorphism of milk proteins. *Bulletin of the International Dairy Federation*. 298: 17-25.

KESSLER, H.G. 1981. *Food Engineering and Dairy Technology*. Verlag A. Kessler. P.O. Box 1721 D-8050 Freising. Germany. 654 p.

KIRBY, C. J. 1989. Maduración acelerada de quesos. *Revista Española de Lechería*. (9-10): 42-49.

- KOSIKOWSKI, F. 1977. Cheese and fermented milk foods. 2ed. Michigan, Edwards Brothers. 711 p.
- LAWRENCE, R. C., K. JOHNSTON y C. HONORE. 1993. Cheese yield, Quality and profitability. Cheese yield and Factors Affecting its control. Proceedings of the IDF Seminar held in Cork, Ireland. 540 p.
- LAWRENCE, R.C. 1991a. Cheese yield potential of milk. Factors affecting the yield of cheese. IDF Special Issue 9301. 197 p.
- LAWRENCE, R. C. 1991b. Processing conditions. Factors affecting the yield of cheese. IDF Special Issue 9301. 197 p.
- LIMSOWTIN, G.K. y I. B. POWELL. 1996. Milk quality for cheesemaking. The Australian Journal of Dairy Technology. 51(10): 98-100.
- LUCEY, J. y P. FOX. 1991. Importance of calcium and phosphate in cheese manufacture. Journal of Dairy Science. 76 (6): 1714-1723.
- MADRID, V. A. 1990. Manual de tecnología quesera. AMV Ediciones, Mundi-Prensa, Madrid. 336 p.
- MADRID, V. A. 1981. Modernas técnicas de aprovechamiento del lactosuero. Ediciones Almansa, 94. Madrid. 152 p.
- MARZIALI, A. S. y F. NG-KWAI-HANG. 1986. Relationships between milk protein polymorphisms and cheese yielding capacity. Journal of Dairy Science. 69: 1193-1201.
- MAYER, H., M. ORTNER, E. TSCHAGER y R. GINZINGER. 1997. Effects of

genetic variants of milk proteins on the composition and cheesemaking properties of milk. Milk Protein Polymorphism. Proceedings of the IDF Seminar held in Palmerston North, New Zealand. 480 p.

MAYES J. J. y B. J. SUTHERLAND. 1984. Coagulum Firmness and Yield in Cheddar Cheese Manufacture. The role of curd firmness instrument in determining cutting time. The Australian Journal of Dairy Technology. 6: 69-73.

Mc ILVEEN, H. y C. STRUGNELL. 1990. Standardization and its influence on the recovery of fat and protein into Cheddar cheese. Dairy Industries International. 55: 11-18.

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

METZGER, L.E., y V. V. MISTRY. 1994. A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat Cheddar cheese. Manufacture, composition and yield. Journal of Dairy Science. 77: 3506-3515.

MOLINA, L. H., M. BARRIA y C. BRITO. 1996. Características de calidad química y sensorial del queso Chanco de campo en Chile. Alimentos. 21 (1-2): 25-37.

MORALES, O. A. 1993. Efectos de altas temperaturas de maduración sobre las características físico-químicas y físico-organolépticas del queso Chanco. Tesis, para optar al grado de Magister en Ciencia y Tecnología de la leche.

Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 179 p.

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 Magister en Ciencia y Tecnología de la leche. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 244 p.

NG-KWAI-HANG, K. F. 1993a. A rapid determination of casein in milk and factors affecting casein proportion in milk protein. Cheese yield and Factors Affecting its control. Proceedings of the IDF Seminar, Cork, Ireland. 540 p.

NG-KWAI-HANG, K. F. 1993b. Genetic variants of milk proteins and cheese yield. Cheese yield and Factors Affecting its Control. Proceedings of the IDF Seminar, Cork, Ireland, 540 p.

NIKLITSCHKEK, L. 1997. Evaluación de ecuaciones predictivas del rendimiento teórico en queso tipo Gouda. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencia y Tecnología de la leche. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 135 p.

OLSON, N. 1977. Factors affecting cheese yield. Dairy Industries International. 42: 14-19.

OZIMEK, L. y L. KENELLY. 1993. The effect of seasonal and regional variation in milk composition on potencial cheese yield. Cheese yield and Factors Affecting its Control. Proceedings of the IDF Seminar, Cork, Ireland. 540 p.

- PINTO, M., E. CARRASCO, B. FRASER, A. LETELIER y W. DÖRNER. 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., S. VEGA y N. PEREZ. 1998b. Métodos de análisis de la leche y derivados. Garantía de calidad. Valdivia. Uniprint Imprenta Universitaria S. A. Valdivia, Chile. 489 p.
- PINTO, M. y R. ROYO. 1973. Composición química de la leche y sus variaciones estacionales a nivel de recepción en planta. Zona Sur de Chile. *Arch. Med. Vet.* 5 (1): 5-10.
- PRAANING VAN DALEM, D. P. 1992. Application and regulatory position of Maxiren. *Bulletin of the International Dairy Federation*. 269: 8-12.
- PUHAN, Z. 1997. Introduction to the subject. Milk Protein polymorphism. *Proceedings of the IDF Seminar, held in Palmerston North, New Zealand*. 480 p.
- PUHAN, Z. y E. JACOB. 1993. Genetic variants of milk proteins and cheese yield. Cheese yield and Factors Affecting its Control. *Proceedings of the IDF Seminar Cork, Ireland*. 540 p.
- ROBINSON, R. K. 1995. A colour guide to Cheese and fermented milk. Editorial advisory board, Chapman & Hall. Londres. 187 p.
- ROWNEY, M. y M. CHRISTIAN. 1996. Effect of cow diet and stage of lactation on the composition of milk fat for cheese manufacture. *The Australian Journal of Dairy Technology*. 51 (10): 118-122.

- SCOTT, R. 1991. Fabricación de queso. Acribia. Zaragoza, España. 520 p.
- SCOTT, R. 1981. Cheese-making practice. Applied Science. London. 475 p.
- SOLORZA, F. y A. BELL. 1998. Effect of calcium on the minerals retention and cheesemaking parameters of milk. International Journal of Dairy Technology. 51(2): 37-43
- STEFFEN, Ch. 1983. Factores que influyen sobre el rendimiento y calidad en la elaboración de quesos. Industria Láctea. 677 (12): 4-9.
- USTUNOL, Z. 1993. Coagulation properties, proteolytic activities of milk – clotting enzymes and their effect on cheese yield. Cheese yield and Factors Affecting its Control. Proceedings of the IDF Seminar Cork, Ireland. 540 p.
- USTUNOL, Z. y C. L. HICKS. 1990. Effect of milk – clotting enzymes on cheese yield. Journal of Dairy Science. 73(1): 8-16.
- VAN BOEKEL, M.A. 1993. Transfer of milk components to cheese: scientific considerations. Cheese yield and Factors Affecting its Control. Proceedings of the IDF Seminar Cork, Ireland. 540 p.
- VAN DEN BERG, M.G.1993a. The transformation of casein in milk into the para-casein structure of cheese and its relation to non-casein milk components. Cheese yield and Factors Affecting its Control. Proceedings of the IDF Seminar Cork, Ireland. 540 p.
- VAN DEN BERG, G. 1993b. Genetic Polymorphism of κ -casein and β -lactoglobulin in relation to milk composition and cheesemaking proprieties.

Cheese yield and Factors Affecting its Control. Proceedings of the IDF Seminar held in Cork, Ireland. 540 p.

VEISSEYRE, R. 1980. Lactología Técnica. 2^a ed. Acribia. Zaragoza, España. 629 p.

WEATHERUP, W. y W. M. MULLAN. 1993. Effects of low temperature storage of milk on the quality and yield of cheese. Cheese yield and Factors Affecting its Control. Proceedings of the IDF Seminar held in Cork Ireland. 540 p.

ZEHREN, V. L. 1993. Factors that affect yield over which the cheese plant has control. Cheese yield and Factors Affecting its Control. Proceedings of the IDF Seminar held in Cork, Ireland. 540 p.

A N E X O S

Anexo 1

Composición físico-química de la leche utilizada en la elaboración del queso Chanco

N° Ensayo	COMPONENTES (%)									
	Acidez Tit.°Th	pH	M. G.	P	LAC.	CE	CA	CA/P Total	S.N.G	S.T.
1	16,0	6,74	3,12	3,38	4,90	0,79	2,67	78,99	9,09	12,21
	16,0	6,75	3,13	3,38	4,91	0,79	2,68	79,29	9,10	12,23
	16,0	6,75	3,13	3,40	4,90	0,80	2,68	78,82	9,12	12,25
2	16,0	6,70	3,21	3,31	4,79	0,75	2,40	72,51	8,85	12,06
	16,0	6,70	3,21	3,33	4,79	0,76	2,38	71,47	8,85	12,06
	16,0	6,69	3,20	3,33	4,79	0,76	2,40	72,07	8,86	12,06
3	16,0	6,70	3,07	3,34	4,79	0,78	2,57	76,95	8,91	11,98
	16,0	6,70	3,07	3,34	4,80	0,78	2,57	76,95	8,92	11,99
	16,0	6,69	3,08	3,34	4,80	0,78	2,58	77,25	8,92	12,00
4	16,0	6,74	2,95	3,33	4,75	0,75	2,48	74,47	8,84	11,79
	16,0	6,73	2,96	3,31	4,75	0,74	2,46	74,32	8,82	11,78
	16,0	6,74	2,96	3,32	4,75	0,75	2,47	74,40	8,83	11,79
5	16,0	6,75	3,02	3,33	4,76	0,77	2,49	74,77	8,83	11,85
	16,0	6,75	3,03	3,35	4,76	0,77	2,51	74,93	8,87	11,90
	16,0	6,75	3,04	3,35	4,75	0,77	2,51	74,93	8,83	11,87
6	16,0	6,76	3,05	3,47	4,70	0,81	2,75	79,25	8,95	12,00
	16,0	6,76	3,05	3,46	4,70	0,81	2,75	79,48	8,95	12,00
	16,0	6,75	3,05	3,46	4,70	0,81	2,77	80,06	8,96	12,01
7	15,5	6,79	3,10	3,30	4,89	0,71	2,46	74,55	8,90	12,00
	15,5	6,79	3,10	3,30	4,92	0,72	2,44	73,94	8,94	12,04
	15,5	6,78	3,10	3,29	4,92	0,71	2,46	74,77	8,92	12,02
8	15,5	6,74	3,00	3,18	4,77	0,76	2,51	78,93	8,71	11,71
	15,5	6,75	3,00	3,17	4,77	0,76	2,51	79,18	8,70	11,70
	15,5	6,75	2,99	3,17	4,77	0,76	2,50	78,86	8,70	11,69
9	16,0	6,63	3,02	3,33	4,79	0,82	2,51	75,38	8,97	11,99
	16,0	6,63	3,00	3,32	4,81	0,82	2,50	75,30	8,98	11,98
	16,0	6,62	3,02	3,31	4,79	0,82	2,50	75,53	8,96	11,98

(Continuación Anexo 1)

N° Ensayo	COMPONENTES (%)									
	Acidez Tit.°Th	pH	M. G.	P	LAC.	CE.	CA	CA/P Total	S.N.G	S. T.
10	16,0	6,75	3,00	3,28	4,87	0,79	2,40	73,17	8,94	11,94
	16,0	6,74	3,00	3,29	4,87	0,79	2,39	72,64	8,95	11,95
	16,0	6,75	3,00	3,29	4,87	0,79	2,41	73,25	8,95	11,95
11	17,0	6,72	3,15	3,22	4,69	0,82	2,38	73,91	8,73	11,88
	17,0	6,71	3,15	3,22	4,69	0,82	2,39	74,22	8,74	11,89
	17,0	6,72	3,15	3,22	4,69	0,82	2,39	74,22	8,74	11,89
12	15,5	6,78	3,15	3,21	4,67	0,82	2,47	76,95	8,67	11,82
	15,5	6,80	3,15	3,20	4,63	0,82	2,47	77,19	8,66	11,81
	15,5	6,78	3,15	3,20	4,67	0,82	2,47	77,19	8,66	11,81
13	16,0	6,75	3,10	3,14	4,87	0,78	2,35	74,84	8,79	11,89
	16,0	6,75	3,10	3,15	4,86	0,78	2,35	74,60	8,82	11,92
	16,0	6,74	3,10	3,12	4,87	0,78	2,35	75,32	8,81	11,91
14	15,0	6,77	3,10	3,42	4,68	0,83	2,40	70,18	8,96	12,06
	15,0	6,77	3,10	3,43	4,68	0,84	2,40	69,97	8,95	12,05
	15,0	6,77	3,10	3,41	4,69	0,83	2,39	70,09	8,96	12,06
15	16,0	6,72	3,10	3,30	4,79	0,80	2,47	74,85	8,89	11,99
	16,0	6,71	3,10	3,30	4,79	0,80	2,47	74,85	8,89	11,99
	16,0	6,72	3,09	3,30	4,79	0,81	2,47	74,85	8,90	11,99
16	16,0	6,69	3,10	3,30	4,74	0,81	2,39	72,42	8,85	11,95
	16,0	6,69	3,10	3,29	4,74	0,79	2,39	72,64	8,88	11,98
	16,0	6,68	3,10	3,29	4,74	0,81	2,39	72,64	8,89	11,99
17	16,0	6,77	2,95	3,08	4,87	0,77	2,22	72,08	8,70	11,65
	16,0	6,77	2,95	3,08	4,88	0,77	2,22	72,08	8,70	11,65
	16,0	6,76	2,95	3,07	4,87	0,78	2,19	71,34	8,70	11,65
18	16,0	6,68	3,10	3,26	4,86	0,82	2,48	76,07	8,94	12,04
	16,0	6,70	3,10	3,26	4,86	0,82	2,48	76,07	8,94	12,04
	16,0	6,68	3,10	3,28	4,86	0,82	2,48	75,61	8,94	12,04
19	16,0	6,59	3,05	3,26	4,92	0,78	2,36	72,39	8,95	12,00
	16,0	6,59	3,05	3,26	4,92	0,78	2,36	72,39	8,95	12,00
	16,0	6,59	3,10	3,26	4,92	0,78	2,36	72,39	8,90	12,00

(Continuación Anexo 1)

N° Ensayo	COMPONENTES (%)									
	Acidez Tit.°Th	pH	M. G	P	LAC.	CE	CA	CA/P Total	S.N.G	S.T.
20	15,0	6,69	3,00	3,47	4,86	0,82	2,59	74,64	9,15	12,15
	15,0	6,69	3,00	3,50	4,86	0,81	2,61	74,57	9,17	12,17
	15,0	6,68	3,00	3,48	4,86	0,81	2,59	74,43	9,15	12,15
21	15,0	6,83	3,00	3,27	4,85	0,77	2,30	70,34	8,89	11,89
	15,0	6,82	3,00	3,26	4,86	0,76	2,30	70,55	8,92	11,92
	15,0	6,83	3,00	3,26	4,85	0,77	2,29	70,25	8,91	11,91
22	16,0	6,74	3,10	3,21	4,89	0,74	2,24	69,78	8,84	11,94
	16,0	6,74	3,10	3,21	4,89	0,74	2,24	69,78	8,80	11,90
	16,0	6,74	3,10	3,21	4,89	0,74	2,24	69,78	8,81	11,91
23	16,0	6,72	2,95	3,16	4,85	0,80	2,57	81,33	8,81	11,76
	16,0	6,71	2,95	3,18	4,85	0,80	2,58	81,13	8,83	11,78
	16,0	6,72	2,95	3,18	4,85	0,80	2,58	81,13	8,83	11,78
24	15,5	6,70	3,10	3,40	4,74	0,76	2,54	74,71	8,90	12,00
	15,5	6,70	3,02	3,40	4,74	0,76	2,54	74,71	8,96	11,98
	15,5	6,69	3,10	3,40	4,74	0,74	2,54	74,71	8,89	11,99
25	16,0	6,74	3,10	3,40	4,72	0,79	2,46	72,35	8,93	12,03
	16,0	6,73	3,10	3,41	4,72	0,79	2,47	72,43	8,92	12,02
	16,0	6,74	3,10	3,40	4,72	0,79	2,47	72,65	8,93	12,03
26	16,0	6,73	3,10	3,32	4,78	0,74	2,55	76,81	8,84	11,94
	16,0	6,73	3,10	3,33	4,78	0,74	2,55	76,58	8,85	11,95
	16,0	6,73	3,10	3,33	4,78	0,74	2,55	76,58	8,85	11,95
27	16,0	6,65	3,05	3,12	4,81	0,76	2,26	72,44	8,69	11,74
	16,0	6,65	3,05	3,13	4,81	0,75	2,26	72,20	8,72	11,77
	16,0	6,64	3,05	3,12	4,81	0,76	2,27	72,76	8,71	11,76
28	16,0	6,76	2,90	3,07	4,91	0,74	2,24	72,96	8,72	11,62
	16,0	6,76	2,90	3,06	4,92	0,74	2,23	72,88	8,72	11,62
	16,0	6,76	2,90	3,06	4,91	0,74	2,24	73,20	8,71	11,61
29	16,0	6,78	3,00	3,09	4,72	0,80	2,27	73,46	8,63	11,63
	16,0	6,78	3,00	3,12	4,73	0,80	2,27	72,76	8,65	11,65
	16,0	6,79	3,00	3,09	4,72	0,80	2,27	73,46	8,63	11,63

(Continuación Anexo 1)

N° Ensayo	COMPONENTES (%)									
	Acidez Tit.°Th	pH	M.G	P	LAC	CE	CA	CA/P Total	S.N.G	S.T.
30	16,0	6,79	3,00	3,06	4,84	0,77	2,35	76,80	8,62	11,62
	16,0	6,79	3,00	3,06	4,84	0,75	2,34	76,47	8,63	11,63
	16,0	6,80	3,00	3,06	4,84	0,75	2,34	76,47	8,65	11,65

Donde :

° Th : Grados Thoerner

M. G. : Materia grasa (%)

P : Proteína total (%)

LAC : Lactosa (%)

CE : Cenizas (%)

CA : Caseína (%)

S.N.G : Sólidos no grasos (%)

S.T : Sólidos totales (%)

Anexo 2

Composición físico-química del suero obtenida durante el proceso de elaboración del queso Chanco

N° Ensayo	COMPONENTES (%)						
	Acidez Titul.°Th	pH	M. G.	P	LAC	S.N.G	S. T.
1	11,0	6,58	0,36	0,90	4,92	6,55	6,91
	11,0	6,57	0,36	0,90	4,92	6,54	6,90
			0,37	0,90	4,92	6,55	6,92
2	11,0	6,56	0,40	0,96	4,80	6,55	6,95
	11,0	6,56	0,41	0,95	4,81	6,52	6,93
			0,41	0,94	4,83	6,47	6,88
3	10,0	6,51	0,36	0,99	4,81	6,47	6,83
	10,0	6,51	0,36	1,00	4,84	6,47	6,83
			0,36	1,00	4,84	6,46	6,82
4	10,0	6,59	0,35	0,95	4,84	6,50	6,85
	10,0	6,59	0,35	0,94	4,85	6,50	6,85
			0,36	1,00	4,86	6,49	6,85
5	10,0	6,60	0,34	0,97	4,97	6,63	6,97
	10,0	6,59	0,34	0,95	4,96	6,66	7,00
			0,34	0,94	4,97	6,61	6,95
6	10,0	6,58	0,35	0,93	4,92	6,50	6,85
	10,0	6,58	0,35	0,93	4,93	6,58	6,93
			0,36	1,00	4,92	6,48	6,84
7	10,0	6,62	0,36	0,98	4,91	6,54	6,90
	10,0	6,62	0,37	0,97	4,92	6,49	6,86
			0,36	0,98	4,93	6,49	6,85
8	9,0	6,56	0,39	0,95	4,94	6,61	7,00
	9,0	6,56	0,39	0,96	4,93	6,55	6,94
			0,39	0,95	4,93	6,59	6,98
9	10,0	6,52	0,43	0,95	4,95	6,51	6,94
	10,0	6,51	0,42	0,95	4,96	6,58	7,00
			0,43	0,93	4,94	6,57	7,00
10	10,0	6,63	0,33	0,97	4,97	6,65	6,98
	10,0	6,63	0,33	0,94	4,98	6,64	6,97
			0,33	0,98	4,97	6,64	6,97

(Continuación Anexo 2)

N° Ensayo	COMPONENTES (%)						
	Acidez Titul.°Th	pH	M. G.	P	LAC	S.N.G	S. T.
11	10,0	6,62	0,33	0,90	4,98	6,49	6,82
	10,0	6,61	0,34	0,90	4,98	6,66	7,00
			0,34	0,90	4,98	6,48	6,82
12	10,0	6,64	0,40	0,95	4,78	6,31	6,71
	10,0	6,64	0,40	0,95	4,80	6,29	6,69
			0,40	0,95	4,79	6,29	6,69
13	9,0	6,60	0,35	0,96	4,84	6,46	6,81
	9,0	6,60	0,35	0,94	4,85	6,45	6,80
			0,35	0,96	4,85	6,45	6,80
14	10,0	6,63	0,33	0,94	4,91	6,47	6,80
	10,0	6,62	0,33	0,93	4,90	6,47	6,80
			0,32	0,90	4,92	6,48	6,80
15	10,0	6,60	0,38	0,96	4,86	6,46	6,84
	10,0	6,60	0,38	0,92	4,86	6,52	6,90
			0,37	0,95	4,87	6,47	6,84
16	10,0	6,62	0,42	0,96	4,90	6,49	6,91
	10,0	6,61	0,41	0,96	4,91	6,56	6,97
			0,42	0,95	4,91	6,48	6,90
17	10,0	6,58	0,40	0,92	4,89	6,59	6,99
	10,0	6,58	0,40	0,89	4,88	6,59	6,99
			0,40	0,90	4,88	6,62	7,02
18	10,0	6,57	0,33	0,93	4,97	6,48	6,81
	10,0	6,57	0,33	0,94	4,98	6,50	6,83
			0,32	0,94	4,97	6,49	6,81
19	9,0	6,49	0,48	0,94	4,86	6,52	7,00
	9,0	6,48	0,50	0,95	4,86	6,36	6,86
			0,44	0,95	4,87	6,41	6,85
20	10,0	6,57	0,39	0,94	4,72	6,29	6,68
	10,0	6,56	0,38	0,90	4,70	6,33	6,71
			0,38	0,89	4,69	6,34	6,72
21	10,0	6,63	0,36	0,96	4,81	6,42	6,78
	10,0	6,63	0,36	0,97	4,81	6,43	6,79
			0,36	0,97	4,80	6,42	6,78

(Continuación Anexo 2)

N° Ensayo	COMPONENTES (%)						
	Acidez Titul.°Th	pH	M. G.	P	LAC	S.N.G	S. T.
22	10,0	6,61	0,40	0,97	4,79	6,40	6,80
	10,0	6,61	0,40	0,93	4,79	6,40	6,80
			0,39	0,96	4,78	6,39	6,78
23	10,0	6,62	0,42	1,00	4,67	6,39	6,81
	10,0	6,61	0,42	0,95	4,68	6,38	6,80
			0,42	0,94	4,67	6,38	6,80
24	10,0	6,56	0,35	0,99	4,70	6,40	6,75
	10,0	6,55	0,35	1,00	4,71	6,45	6,80
			0,35	1,00	4,70	6,45	6,80
25	10,0	6,60	0,39	0,97	4,79	6,35	6,74
	10,0	6,60	0,41	0,92	4,79	6,34	6,75
			0,40	0,91	4,79	6,34	6,74
26	10,0	6,59	0,39	0,97	4,82	6,43	6,82
	10,0	6,59	0,40	0,94	4,81	6,44	6,84
			0,39	0,96	4,80	6,45	6,84
27	10,0	6,56	0,48	0,93	4,78	6,44	6,92
	10,0	6,55	0,48	0,95	4,77	6,45	6,93
			0,48	0,94	4,77	6,44	6,92
28	10,0	6,67	0,44	0,91	4,69	6,29	6,73
	10,0	6,67	0,40	0,92	4,70	6,31	6,71
			0,44	0,92	4,70	6,30	6,74
29	10,0	6,62	0,36	0,93	4,70	6,26	6,62
	10,0	6,61	0,36	0,94	4,68	6,27	6,63
			0,36	0,93	4,69	6,26	6,62
30	10,0	6,67	0,36	0,92	4,68	6,26	6,62
	10,0	6,67	0,36	0,93	4,69	6,26	6,62
			0,36	0,92	4,69	6,28	6,64

Donde:

M. G. : Materia grasa (%)

S.N.G. : Sólidos no grasos (%)

P : Proteína (%)

S.T. : Sólidos totales (%)

LAC : Lactosa (%)

Anexo 3

Valores de pH de la leche y queso a través de diferentes etapas de elaboración del queso Chanco

N° Ensayos	Etapas			
	Maduración Leche	Salida de Prensa	Inicio de Maduración	Término de Maduración
1	6,62	5,81	5,05	5,14
1	6,62	5,81	5,06	5,14
2	6,58	5,85	4,91	5,09
2	6,59	5,87	4,92	5,10
3	6,59	5,93	4,95	5,19
3	6,59	5,94	4,95	5,20
4	6,62	5,93	4,95	5,10
4	6,62	5,95	4,96	5,10
5	6,66	5,94	5,02	5,20
5	6,66	5,94	5,03	5,20
6	6,66	5,99	5,01	5,21
6	6,66	5,99	5,04	5,21
7	6,69	5,50	5,00	5,10
7	6,69	5,51	5,01	5,10
8	6,66	5,40	5,08	5,16
8	6,66	5,40	5,07	5,15
9	6,59	5,77	4,99	5,20
9	6,58	5,76	4,99	5,20
10	6,68	5,92	4,95	5,10
10	6,67	5,92	4,95	5,10
11	6,68	6,01	4,98	5,13
11	6,68	6,00	4,98	5,13
12	6,68	5,93	4,96	5,10
12	6,68	5,92	4,96	5,09
13	6,67	6,04	5,05	5,30
13	6,67	6,03	5,04	5,30
14	6,71	6,00	4,96	5,20
14	6,71	6,00	4,98	5,20
15	6,63	6,00	4,99	5,20
15	6,63	5,99	4,99	5,20
16	6,65	6,01	5,13	5,28
16	6,64	6,01	5,12	5,28
17	6,68	5,94	5,05	5,31
17	6,68	5,93	5,04	5,30

(Continuación Anexo 3)

N° Ensayos	Etapas			
	Maduración Leche	Salida de Prensa	Inicio de Maduración	Término de Maduración
18	6,64	5,95	5,04	5,20
18	6,64	5,94	5,03	5,20
19	6,48	5,93	5,09	5,17
19	6,47	5,92	5,08	5,16
20	6,58	5,97	5,08	5,15
20	6,58	5,96	5,08	5,15
21	6,77	5,48	5,11	5,28
21	6,78	5,47	5,12	5,27
22	6,73	5,66	5,13	5,24
22	6,73	5,66	5,12	5,23
23	6,67	5,94	5,10	5,30
23	6,66	5,93	5,10	5,29
24	6,63	5,98	5,09	5,27
24	6,63	5,97	5,09	5,30
25	6,65	6,00	5,05	5,14
25	6,65	5,99	5,06	5,15
26	6,61	6,02	5,06	5,31
26	6,60	6,00	5,06	5,29
27	6,56	5,99	5,06	5,27
27	6,55	6,00	5,08	5,26
28	6,69	5,40	5,14	5,31
28	6,69	5,39	5,16	5,29
29	6,69	5,70	5,12	5,20
29	6,68	5,69	5,11	5,20
30	6,73	5,51	5,18	5,26
30	6,72	5,51	5,17	5,26

Anexo 4

Composición físico-química del queso Chanco al inicio de maduración (24 h)

N° Ensayo	pH	M. G	M.G/E.S	P	SAL	Hm	S.T.
1	5,05	26,0	49,43	24,62	1,63	47,40	52,60
	5,06	26,0	49,40	24,60	1,63	47,37	52,63
		26,0	49,41	24,59	1,63	47,38	52,62
2	4,91	26,5	49,65	22,57	1,00	46,63	53,37
	4,92	26,5	49,62	22,58	1,00	46,59	53,41
		26,5	49,63	22,59	1,00	46,61	53,39
3	4,95	27,0	49,45	22,59	1,32	45,40	54,60
	4,95	27,0	49,47	22,60	1,32	45,42	54,58
		27,0	49,46	22,61	1,32	45,41	54,59
4	4,95	26,5	49,36	22,68	0,95	46,31	53,69
	4,96	26,5	49,32	22,69	0,95	46,27	53,73
		26,5	49,35	22,68	0,95	46,30	53,70
5	5,02	26,5	49,07	23,66	2,05	46,00	54,00
	5,03	26,0	48,15	23,66	2,05	46,00	54,00
		26,5	49,06	23,60	2,05	45,98	54,02
6	5,01	25,5	46,72	24,00	1,93	45,42	54,58
	5,04	25,5	46,72	24,00	1,93	45,42	54,58
		25,5	46,73	23,99	1,93	45,43	54,57
7	5,00	27,0	49,32	23,02	1,90	45,26	54,74
	5,01	27,0	49,32	23,03	1,90	45,26	54,74
		27,0	49,33	23,03	1,90	45,27	54,73
8	5,08	26,5	48,11	23,25	1,68	44,92	55,08
	5,07	26,5	48,11	23,25	1,68	44,92	55,08
		26,5	48,10	23,23	1,68	44,91	55,09
9	4,99	25,5	47,66	23,61	1,34	46,50	53,50
	4,99	26,0	48,62	23,60	1,34	46,52	53,48
		25,5	47,69	23,61	1,34	46,53	53,47
10	4,95	25,5	47,13	23,25	1,60	45,90	54,10
	4,95	25,5	47,17	23,25	1,60	45,94	54,06
		25,5	47,19	23,23	1,60	45,96	54,04
11	4,98	26,5	49,08	23,64	1,71	46,01	53,99
	4,98	26,5	49,08	23,65	1,72	46,01	53,99
		26,5	49,08	23,64	1,71	46,01	53,99

(Continuación Anexo 4)

N° Ensayo	pH	M. G	M.G/E.S	P	SAL	Hm	S. T.
12	4,96	27,0	49,68	23,25	1,59	45,65	54,35
	4,96	27,0	49,71	23,25	1,59	45,69	54,31
		27,0	49,71	23,26	1,59	45,68	54,32
13	5,05	27,5	50,07	22,54	1,05	45,08	54,92
	5,04	27,5	50,10	22,54	1,05	45,11	54,89
		27,5	50,07	22,54	1,05	45,08	54,92
14	4,96	26,0	48,32	23,00	0,80	46,19	53,81
	4,98	26,0	48,33	23,00	0,80	46,20	53,80
		26,0	48,34	23,01	0,80	46,21	53,79
15	4,99	26,5	49,72	22,98	0,81	46,70	53,30
	4,99	26,5	49,75	22,98	0,81	46,73	53,27
		26,5	49,72	22,98	0,81	46,70	53,30
16	5,13	25,5	47,22	22,64	0,93	46,00	54,00
	5,12	25,5	47,23	22,64	0,93	46,01	53,99
		25,5	47,23	22,66	0,93	46,01	53,99
17	5,05	26,0	48,08	23,80	1,04	45,92	54,08
	5,04	26,0	48,07	23,81	1,04	45,91	54,09
		26,0	48,10	23,80	1,04	45,95	54,05
18	5,04	26,0	48,10	23,11	1,15	45,95	54,05
	5,03	26,0	48,09	23,11	1,15	45,93	54,07
		26,0	48,06	23,11	1,15	45,90	54,10
19	5,09	26,0	48,86	23,47	1,34	46,79	53,21
	5,08	26,0	48,87	23,50	1,34	46,80	53,20
		26,0	48,89	23,49	1,34	46,82	53,18
20	5,08	25,5	48,65	23,69	0,95	47,58	52,42
	5,08	25,5	48,62	23,69	0,95	47,55	52,45
		25,5	48,65	23,69	0,95	47,58	52,42
21	5,11	26,5	49,29	23,76	1,30	46,24	53,76
	5,12	26,5	49,29	23,76	1,30	46,24	53,76
		26,5	49,28	23,76	1,30	46,23	53,77
22	5,13	26,0	48,60	23,22	1,07	46,50	53,50
	5,12	26,0	48,57	23,23	1,07	46,47	53,53
		26,0	48,57	23,22	1,07	46,47	53,53
23	5,10	25,5	49,40	22,83	1,10	48,38	51,62
	5,10	25,5	49,28	22,83	1,10	48,26	51,74
		25,5	49,28	22,82	1,10	48,26	51,74

(Continuación Anexo 4)

N° Ensayo	pH	M. G.	M.G/E.S	P	SAL	Hm	S. T.
24	5,09	27,0	50,05	22,23	0,85	46,05	53,95
	5,09	27,0	50,00	22,21	0,85	46,00	54,00
		27,0	50,07	22,23	0,85	46,08	53,92
25	5,05	26,0	49,31	23,44	0,93	47,27	52,73
	5,06	26,0	49,29	23,44	0,93	47,25	52,75
		26,0	49,31	23,44	0,93	47,27	52,73
26	5,06	26,5	50,86	22,65	1,32	47,90	52,10
	5,06	26,5	50,81	22,64	1,32	47,85	52,15
		26,5	50,86	22,66	1,32	47,90	52,10
27	5,06	25,5	49,90	23,31	1,60	48,90	51,10
	5,08	25,5	49,91	23,31	1,60	48,91	51,09
		25,5	49,90	23,31	1,60	48,90	51,10
28	5,14	25,0	46,13	22,55	1,20	45,80	54,20
	5,16	25,0	46,13	22,53	1,20	45,80	54,20
		25,0	46,14	22,55	1,20	45,82	54,18
29	5,12	27,0	49,89	24,30	1,05	45,88	54,12
	5,11	27,0	49,90	24,30	1,05	45,89	54,11
		27,0	49,85	24,30	1,05	45,84	54,16
30	5,18	25,5	47,22	23,77	1,15	46,00	54,00
	5,17	25,5	47,28	23,77	1,15	46,07	53,93
		25,5	47,21	23,77	1,15	45,99	54,01

Donde:

M.G. : Materia grasa (%)

S. T. : Sólidos totales

E.S. : Extracto seco

Hm : Humedad (%)

P : Proteína total (%)

Anexo 5

Composición físico-química del queso Chanco al término de maduración
(20 días)

N° Ensayo	pH	M. G.	M.G/E.S	P	SAL	Hm	S. T.
1	5,14	26,5	48,18	26,82	1,61	45,00	55,00
	5,14	26,5	48,26	26,83	1,61	45,09	54,91
		26.5	48.28	26.84	1.61	45.11	54.89
2	5,09	27,0	48,74	24,20	1,07	44,60	55,40
	5,10	27,0	48,71	24,19	1,07	44,57	55,43
		27.0	48.74	24.20	1.07	44.60	55.40
3	5,19	28,0	50,26	23,22	1,10	44,29	55,71
	5,20	28,0	50,33	23,22	1,10	44,37	55,63
		28.0	50.30	23.22	1.10	44.33	55.67
4	5,10	27,0	49,52	23,01	0,85	45,48	54,52
	5,10	27,0	49,49	23,00	0,85	45,44	54,56
		27.0	49.51	23.00	0.85	45.47	54.53
5	5,20	26,5	48,01	23,86	1,68	44,80	55,20
	5,20	26,5	47,95	23,90	1,68	44,73	55,27
		26.5	47.95	23.90	1.68	44.73	55.27
6	5,21	26,0	46,97	24,56	1,77	44,65	55,35
	5,21	26,0	46,93	24,57	1,77	44,60	55,40
		26.0	46.95	24.58	1.76	44.62	55.38
7	5,10	27,5	49,28	23,22	1,50	44,20	55,80
	5,10	27,5	49,25	23,23	1,50	44,16	55,84
		27.5	49.26	23.23	1.50	44.17	55.83
8	5,16	27,0	48,21	23,30	1,10	44,00	56,00
	5,15	27,0	48,19	23,29	1,10	43,97	56,03
		27.0	48.17	23.30	1.10	43.95	56.05
9	5,20	26,0	48,02	24,50	1,15	45,86	54,14
	5,20	26,0	48,02	24,48	1,15	45,86	54,14
		26.0	48.01	24.51	1.15	45.85	54.15
10	5,10	26,0	47,27	23,53	1,30	45,00	55,00
	5,10	26,0	47,20	23,53	1,30	44,92	55,08
		26.0	47.20	23.53	1.30	44.92	55.08
11	5,13	27,0	49,27	23,98	1,58	45,20	54,80
	5,13	26,5	48,38	23,97	1,58	45,23	54,77
		27.0	49.31	23.98	1.57	45.24	54.76

(Continuación Anexo 5)

N° Ensayo	pH	M. G.	M.G/E.S	P	SAL	Hm	S. T.
12	5,10	28,0	49,99	24,98	1,26	43,99	56,01
	5,09	28,0	49,97	24,99	1,26	43,97	56,03
		28,0	49,98	24,97	1,26	43,98	56,02
13	5,30	28,0	49,62	22,80	1,04	43,57	56,43
	5,30	28,0	49,58	22,81	1,04	43,53	56,47
		28,0	49,58	22,80	1,04	43,53	56,47
14	5,20	27,0	49,72	23,98	0,85	45,70	54,30
	5,20	27,0	49,71	23,96	0,85	45,68	54,32
		27,0	49,68	23,98	0,85	45,65	54,35
15	5,20	26,5	48,01	23,44	0,85	44,80	55,20
	5,20	26,5	48,04	23,45	0,85	44,84	55,16
		26,5	48,05	23,45	0,85	44,85	55,15
16	5,28	26,5	48,17	22,69	0,92	44,99	55,01
	5,28	26,5	48,22	22,68	0,92	45,04	54,96
		27,0	49,14	22,69	0,92	45,06	54,94
17	5,31	26,5	47,92	23,90	0,94	44,70	55,30
	5,30	26,5	47,90	23,90	0,94	44,68	55,32
		26,5	47,94	23,91	0,94	44,72	55,28
18	5,20	26,5	47,40	24,73	0,93	44,09	55,91
	5,20	26,5	47,31	24,73	0,93	43,99	56,01
		26,5	47,33	24,73	0,93	44,01	55,99
19	5,17	26,5	49,08	23,57	1,28	46,01	53,99
	5,16	26,5	49,09	23,49	1,28	46,02	53,98
		26,5	49,05	23,64	1,28	45,97	54,03
20	5,15	26,0	48,84	24,95	1,03	46,76	53,24
	5,15	26,0	48,88	24,98	1,03	46,81	53,19
		26,0	48,89	25,03	1,03	46,82	53,18
21	5,28	26,5	48,53	23,80	1,21	45,40	54,60
	5,27	26,5	48,51	23,76	1,21	45,37	54,63
		26,5	48,52	23,74	1,21	45,38	54,62
22	5,24	26,5	48,71	23,84	0,94	45,60	54,40
	5,23	26,5	48,69	23,92	0,94	45,57	54,43
		26,5	48,68	23,92	0,94	45,56	54,44
23	5,30	26,0	49,28	23,00	1,63	47,24	52,76
	5,29	26,0	49,27	23,01	1,63	47,23	52,77
		26,0	49,28	23,00	1,63	47,24	52,76

(Continuación Anexo 5)

N° Ensayo	pH	M. G.	M.G/E.S	P	SAL	Hm	S. T.
24	5,27	27,5	50,44	23,10	0,85	45,48	54,52
	5,30	27,5	50,42	23,10	0,83	45,46	54,54
		27,5	50,42	23,09	0,83	45,46	54,54
25	5,14	26,0	48,75	23,50	1,15	46,67	53,33
	5,15	26,0	48,75	23,48	1,15	46,67	53,33
		26,0	48,78	23,48	1,15	46,70	53,30
26	5,31	26,5	50,16	23,43	0,98	47,17	52,83
	5,29	26,5	50,16	23,42	0,98	47,17	52,83
		26,5	50,14	23,43	0,98	47,15	52,85
27	5,27	25,5	49,03	22,87	1,48	47,99	52,01
	5,26	25,5	49,10	22,86	1,48	48,07	51,93
		25,5	49,11	22,87	1,48	48,08	51,92
28	5,31	26,5	46,99	22,69	0,93	43,60	56,40
	5,29	26,5	46,99	22,88	0,93	43,61	56,39
		26,5	46,99	22,88	0,93	43,61	56,39
29	5,20	27,5	49,44	24,24	1,05	44,38	55,62
	5,20	27,5	49,42	24,29	1,05	44,36	55,64
		27,5	49,44	24,30	1,05	44,38	55,62
30	5,26	25,5	46,42	24,18	1,10	45,07	54,93
	5,26	25,5	46,41	24,19	1,10	45,06	54,94
		25,5	46,41	24,18	1,10	45,05	54,95

Donde :

M. G. : Materia grasa (%)

Hm : Humedad (%)

E. S. : Extracto seco

S. T. : Sólidos totales (%)

P : Proteína (%)

Anexo 6

Valores de los Coeficientes de retención de la materia grasa y proteína total del queso Chanco (*)

N° Ensayo	Inicio de Maduración		Término de Maduración	
	M. G.	P	M. G.	P
1	0,85	0,74	0,82	0,77
2	0,84	0,69	0,80	0,69
3	0,88	0,68	0,88	0,67
4	0,90	0,69	0,87	0,66
5	0,89	0,72	0,85	0,69
6	0,86	0,71	0,83	0,69
7	0,87	0,70	0,85	0,68
8	0,89	0,74	0,85	0,70
9	0,85	0,71	0,82	0,70
10	0,87	0,72	0,82	0,68
11	0,87	0,76	0,81	0,71
12	0,85	0,72	0,83	0,73
13	0,88	0,71	0,84	0,68
14	0,86	0,69	0,84	0,67
15	0,87	0,71	0,81	0,68
16	0,83	0,69	0,82	0,66
17	0,85	0,75	0,83	0,72
18	0,85	0,72	0,82	0,72
19	0,84	0,72	0,81	0,68
20	0,88	0,71	0,85	0,70
21	0,88	0,72	0,83	0,68
22	0,84	0,73	0,81	0,71
23	0,86	0,72	0,82	0,68
24	0,90	0,67	0,85	0,64
25	0,84	0,69	0,80	0,66
26	0,86	0,69	0,81	0,67
27	0,79	0,71	0,77	0,68
28	0,86	0,73	0,85	0,69
29	0,89	0,78	0,86	0,74
30	0,85	0,78	0,80	0,74
Prom.	0,86	0,72	0,83	0,69
d. s.	0,023	0,027	0,024	0,028

(*) Valores promedios obtenidos de los triplicados

Anexo 7

Relación caseína/materia grasa de la leche utilizada en la elaboración del queso Chanco (*)

N° Ensayo	Caseína/ Materia grasa
1	0,86
2	0,74
3	0,84
4	0,83
5	0,83
6	0,90
7	0,79
8	0,84
9	0,83
10	0,80
11	0,76
12	0,78
13	0,76
14	0,77
15	0,80
16	0,77
17	0,75
18	0,80
19	0,77
20	0,87
21	0,77
22	0,72
23	0,87
24	0,83
25	0,80
26	0,82
27	0,74
28	0,77
29	0,76
30	0,78
Prom.	0,80
d. s.	0,044

(*) Valores promedios obtenidos de los triplicados.

Anexo 8

Pesos de la leche utilizada en la elaboración del queso Chanco, a las 24 h, maduro y de los recortes (kg)

N° Ensayos	Leche	Queso (24 h)	Queso (20 días)	Recortes
1	13390,00	1362,43	1299,86	10,42
2	13382,20	1357,50	1269,00	6,92
3	13382,20	1346,00	1297,00	8,92
4	13383,50	1346,00	1279,74	14,50
5	13390,00	1367,00	1295,31	4,92
6	13390,00	1369,50	1307,30	8,92
7	13392,60	1339,00	1284,31	10,42
8	13390,00	1356,00	1267,31	4,92
9	13391,30	1337,50	1266,81	7,42
10	13390,00	1363,00	1265,96	6,52
11	13382,20	1385,00	1281,81	5,42
12	13364,00	1330,50	1252,35	5,42
13	13383,50	1325,50	1245,36	7,42
14	13386,10	1370,00	1285,32	7,92
15	13383,50	1356,50	1270,81	11,42
16	13386,10	1348,50	1276,30	12,42
17	13379,60	1294,50	1233,81	6,42
18	13390,00	1358,50	1278,31	8,42
19	13380,90	1330,50	1257,31	5,92
20	13382,20	1387,00	1304,80	6,42
21	13380,90	1327,50	1252,80	8,42
22	13378,30	1347,50	1274,30	9,42
23	13380,90	1332,00	1249,31	9,42
24	13373,10	1374,50	1263,81	9,92
25	13375,70	1347,50	1275,81	4,42
26	13383,50	1350,50	1267,31	10,41
27	13391,30	1268,50	1238,31	9,91
28	13382,20	1331,00	1238,31	5,92
29	13383,63	1329,50	1257,81	3,42
30	13383,50	1336,50	1261,56	5,92

Anexo 9

Rendimiento práctico y rendimientos teóricos para queso tipo Chanco al inicio de su maduración (24 h) a partir de cada tratamiento (kg de queso/ 100 kg de leche)

N° Ensayos	R. Práctico	Tratamientos				
		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
1	10,17	11,06	9,25	11,25	11,37	11,18
2	10,14	10,39	9,30	11,28	10,77	10,59
3	10,06	10,21	9,12	11,07	10,63	10,67
4	10,06	10,25	8,94	10,86	10,40	10,60
5	10,21	10,70	9,06	11,00	10,53	10,66
6	10,23	10,54	9,21	11,21	10,98	10,84
7	10,00	10,32	9,12	11,07	10,42	10,43
8	10,13	10,25	8,85	10,71	10,29	10,42
9	9,99	10,35	9,01	10,94	10,60	10,50
10	10,18	10,39	8,97	10,88	10,26	10,32
11	10,35	10,83	9,11	11,04	10,54	10,56
12	9,96	10,34	9,09	11,01	10,63	10,51
13	9,90	10,07	8,96	10,84	10,19	10,29
14	10,23	10,38	9,24	11,24	10,50	10,47
15	10,14	10,50	9,12	11,07	10,74	10,75
16	10,07	10,01	9,11	11,05	10,44	10,25
17	9,68	9,96	8,69	10,50	9,78	9,81
18	10,15	10,34	9,09	11,02	10,61	10,50
19	9,94	10,40	9,04	10,96	10,48	10,36
20	10,36	10,86	9,16	11,15	11,00	11,04
21	9,92	10,39	8,94	10,84	10,12	10,26
22	10,07	10,30	9,03	10,94	10,23	10,14
23	9,95	10,46	8,78	10,62	11,01	10,97
24	10,28	10,34	9,18	11,16	10,70	10,86
25	10,07	10,45	9,22	11,21	10,86	10,69

(Continuación Anexo 9)

N° Ensayos	R. Práctico	Tratamientos				
		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
26	10,09	10,66	9,15	11,11	11,15	11,07
27	9,48	10,27	8,87	10,72	10,66	10,27
28	9,95	9,78	8,60	10,38	9,73	9,81
29	9,93	10,47	8,78	10,61	9,99	10,20
30	9,99	10,21	8,74	10,55	10,16	10,12
Prom.	10,06	10,38	9,02	10,94	10,52	10,50
d. s.	0,182	0,264	0,178	0,239	0,380	0,338

$$\text{T 1 Control : } R = \frac{(CT_{MG} \times MG + CT_P \times P + 0,35 \times CE + 0,04 \times LAC) \times 100}{100 - (Hm + Sal)}$$

$$\text{T 2 : } R = 1,42 \times (MG + 1) + P$$

$$\text{T 3 : } R = 1,037 + 1,4333 \times P + 1,710 \times MG$$

$$\text{T 4 : } R = \frac{[(0,93 \times MGk) + (C - 0,1)] \times 1,09}{1 - Hm}$$

$$\text{T 5 : } R = \frac{MGk \times CT_{MG} + 0,94 \times (0,97 Ck) + 0,78}{1 - Hm}$$

Donde : R : Rendimiento (kg de queso/ 100 kg de leche)

MG : Materia grasa de la leche (%)

MGk : kg de grasa/ 100 kg de leche

P : Proteína de la leche (%)

- CE : Cenizas de la leche (%)
- LAC : Lactosa de la leche (%)
- Hm : Humedad del queso (%)
- Sal : Contenido de sal del queso (%)
- CT_{MG} : Cifra de transición de la materia grasa
- CT_P : Cifra de transición de la proteína
- C : Caseína en la leche (%)
- Ck : kg de caseína/ 100 kg de leche

Anexo 10

Rendimiento práctico y rendimientos teóricos para queso tipo Chanco al término de maduración (20 días) a partir de cada tratamiento (kg de queso/ 100 kg de leche)

N° Ensayos	R. Práctico	Tratamientos				
		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
1	9,71	10,59	9,25	11,25	10,89	10,54
2	9,48	9,78	9,30	11,28	10,38	9,97
3	9,69	9,90	9,12	11,07	10,42	10,46
4	9,56	9,72	8,94	10,86	10,24	10,28
5	9,67	9,97	9,06	11,00	10,29	10,20
6	9,76	10,05	9,21	11,21	10,82	10,52
7	9,59	9,80	9,12	11,07	10,22	10,12
8	9,46	9,51	8,85	10,71	10,12	10,03
9	9,46	9,95	9,01	10,94	10,47	10,21
10	9,45	9,61	8,97	10,88	10,08	9,86
11	9,58	9,98	9,11	11,04	10,38	10,06
12	9,37	9,90	9,09	11,01	10,31	10,08
13	9,31	9,39	8,96	10,84	9,91	9,79
14	9,60	10,05	9,24	11,24	10,40	10,26
15	9,50	9,62	9,12	11,07	10,38	10,05
16	9,53	9,59	9,11	11,05	10,26	10,01
17	9,21	9,44	8,69	10,50	9,57	9,48
18	9,55	9,77	9,09	11,02	10,25	9,97
19	9,40	9,81	9,04	10,96	10,32	10,03
20	9,75	10,47	9,16	11,15	10,84	10,71
21	9,36	9,68	8,94	10,84	9,96	9,83
22	9,53	9,81	9,03	10,94	10,06	9,80
23	9,34	9,87	8,78	10,62	10,79	10,52
24	9,45	9,75	9,18	11,16	10,58	10,46

(Continuación Anexo 10)

N° Ensayos	R. Práctico	Tratamientos				
		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
25	9,54	9,95	9,22	11,21	10,74	10,34
26	9,47	1,01	9,15	11,11	11,00	10,63
27	9,25	9,76	8,87	10,72	10,48	9,99
28	9,25	9,07	8,60	10,38	9,35	9,38
29	9,40	9,79	8,78	10,61	9,72	9,76
30	9,43	9,52	8,74	10,55	9,98	9,67
Prom.	9,49	9,80	9,02	10,94	10,30	10,10
d. s.	0,145	0,294	0,178	0,239	0,385	0,331

Nota : Las ecuaciones y las siglas utilizadas son las mismas que se indican en el Anexo 9.

Anexo11

**Análisis de regresión lineal simple para el rendimiento queso práctico
con relación a los componentes de la leche**

Variable	Coefficiente	Error estándar	P
Constante	7,3463	1,1247	0,0000
Materia grasa	0,7011	0,3680	0,0671
Y = 7,3463 + 0,7011 X			
Constante	6,2638	0,4627	0,0000
Proteína	0,9869	0,1415	0,0000
Y = 6,2638 + 0,9869 X			
Constante	7,6171	0,3596	0,0000
Caseína	0,7675	0,1473	0,0000
Y = 7,6171 + 0,7675 X			
Constante	8,5891	0,6953	0,0000
Cenizas	1,1519	0,8899	0,2062
Y = 8,5891 + 1,1519 X			
Constante	11,6364	1,6899	0,0000
Lactosa	-0,4472	0,3518	0,2141
Y = 11,6364 – 0,4472 X			
Constante	3,0177	1,4597	0,0481
Sólidos no grasos	0,7307	0,1648	0,0001
Y = 3,0177 + 0,7307 X			
Constante	2,0926	1,5388	0,1847
Sólidos totales	0,6209	0,1291	0,0000
Y = 2,0926 + 0,6209 X			

Anexo 12

Análisis de varianza del análisis de regresión lineal simple para el rendimiento quesero práctico en relación a los componentes de la leche

Variable	Suma de Cuadrado	Cuadrado medio	P
• Materia grasa			
Regresión	0,0701	0,0701	0,0671
Residual	0,5407	0,0193	
• Proteína			
Regresión	0,3876	0,3876	0,0000
Residual	0,2232	0,0080	
• Caseína			
Regresión	0,3007	0,3007	0,0000
Residual	0,3101	0,0111	
• Ceniza			
Regresión	0,0345	0,0345	0,2062
Residual	0,5763	0,0206	
• Lactosa			
Regresión	0,0333	0,0333	0,2141
Residual	0,5775	0,0206	
• Sólidos no grasos			
Regresión	0,2519	0,2519	0,0001
Residual	0,3589	0,0128	
• Sólidos totales			
Regresión	0,2761	0,2761	0,0000
Residual	0,3347	0,0119	

Anexo 13

Valores estadísticos determinados para el queso Chanco al inicio de su maduración (24 h)

Estadísticos	Rendimiento teórico				
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
d. s.	0,264	0,178	0,239	0,381	0,338
r	0,542	0,607	0,622	0,401	0,558

Anexo 14

Valores estadísticos determinados para el queso Chanco al término de su maduración (20 días)

Estadísticos	Rendimiento teórico				
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
d. s	0,294	0,178	0,239	0,385	0,331
r.	0,711	0,708	0,727	0,573	0,664

Anexo 15

Valores estadísticos determinados entre el rendimiento práctico y el rendimiento teórico del queso Chanco para queso de inicio y término de maduración

Rendimiento teórico	Cuadrado de los errores $\sum_{Y=1}^N Y_{i\text{práctico}} - Y_{i\text{teórico}} ^2$	
	Inicio de maduración	Término de maduración
T1	4,675	4,340
T2	32,670	6,930
T3	24,650	64,290
T4	10,171	23,169
T5	8,324	13,180