



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Ingeniería en Alimentos

**Influencia del uso de imitadores de grasa sobre el proceso de elaboración y rendimiento de queso Chanco de reducido tenor
graso**

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

Luis Roberto Vega Barrientos

Valdivia Chile 2002

AGRADECIMIENTOS

- *A la Sra. Carmen Brito Contreras, Profesora Patrocinante de esta Tesis, por su fundamental guía y constante apoyo en cada una de las etapas involucradas en esta investigación.*
- *A los Profesores Informantes, Sra. Irma Molina Vega y Sr. Manuel Pinto Covarrubias, por manifestarse siempre atentos y receptivos a las consultas realizadas por este estudiante.*
- *A los Académicos, Técnicos Académicos y Funcionarios que laboran en dependencias del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos y Centro Tecnológico de la Leche, quienes a través de su desinteresada ayuda hicieron posible la conclusión exitosa de la fase experimental de esta Tesis.*
- *A mis amigos(as) y compañeros(as) de escuela, por sus invaluable aportes canalizados a través de la cooperación generosa y acertadas sugerencias que contribuyeron a elevar la calidad de este trabajo. Un especial reconocimiento a Ana María, por su voluntad y disposición permanente a colaborar.*
- *A la Administración y Funcionarios del Centro Vacacional Costanera de Valdivia, por otorgarme las facilidades necesarias para poder desempeñar mis actividades laborales y universitarias sin contratiempos.*
- *Finalmente manifiesto mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas, que de una u otra forma, contribuyeron a que el esfuerzo realizado durante el desarrollo de esta investigación, se vea gratamente compensado en estas páginas.*

*A Matilde y Luis,
mis queridos Padres.*

PROFESOR PATROCINANTE:

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

PROFESORES INFORMANTES:

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

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

ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Objetivos	2
1.1.1	Objetivo general	2
1.1.2	Objetivos específicos	2
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Características generales de la grasa	3
2.1.1	Aspectos nutricionales	4
2.1.2	Aspectos sensoriales	4
2.1.3	Lípidos de la leche	5
2.2	Implicancias del consumo de grasas en la salud	7
2.3	Queso de reducido tenor graso	8
2.3.1	Características sensoriales del queso reducido en grasa	9
2.3.1.1	Influencia de la reducción del contenido graso de la leche sobre el gusto y aroma del queso	9
2.3.1.2	Influencia de la reducción del contenido graso de la leche sobre la textura y consistencia del queso	10
2.4	Ingredientes que reemplazan las propiedades de la grasa en alimentos	11
2.4.1	Sustitutos de grasa	13
2.4.2	Imitadores de grasa	13
2.4.2.1	Imitadores grasos basados en carbohidratos	14
2.4.2.2	Imitadores grasos de origen proteico	15
2.4.2.3	Características más relevantes de las proteínas utilizadas en la producción de imitadores grasos	17

2.4.2.4	Obtención de imitadores grasos de origen proteico por Microparticulación	19
2.4.2.5	Obtención de imitadores grasos de origen proteico por Ultrafiltración (UF)	19
2.4.2.6	Simplese [®] D100	20
2.4.2.7	Dairy Lo [™]	22
2.4.2.8	Influencia de los imitadores de grasa sobre el proceso de elaboración del queso reducido en grasa	23
2.4.2.9	Influencia de los imitadores de grasa sobre la composición química del queso reducido en grasa	25
2.4.2.10	Influencia de los imitadores de grasa sobre los atributos sensoriales del queso reducido en grasa	26
2.4.2.11	Influencia de los imitadores de grasa sobre el rendimiento del queso reducido en grasa	27
2.5	Características y atributos del queso Chanco	31
2.5.1	Clasificación	31
2.5.2	Características composicionales	32
2.5.3	Características sensoriales	33
3	MATERIAL Y MÉTODO	34
3.1	Ubicación y duración de la etapa experimental	34
3.2	Materias Primas	34
3.3	Materiales y equipos	35
3.3.1	Sala de quesería	35
3.3.2	Sala de fermentadores	35
3.3.3	Sala de saladero	35
3.3.4	Cámara de maduración	35
3.4	Metodología de trabajo	35
3.4.1	Proceso de elaboración del queso Chanco	35

3.4.2	Diseño experimental	37
3.4.3	Tratamientos	37
3.4.4	Protocolo de producción para los tratamientos que incorporaron imitadores grasos	38
3.5	Métodos de análisis	38
3.5.1	Leche	38
3.5.2	Proceso de elaboración	39
3.5.3	Producto terminado	39
3.5.4	Análisis organoléptico del producto terminado	40
3.5.5	Análisis estadístico	41
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
4.1	Caracterización fisicoquímica de la leche utilizada en la elaboración del queso Chanco	42
4.2	Elaboración del queso Chanco	45
4.2.1	Etapas de premaduración de la leche	47
4.2.2	Etapas de coagulación de la leche	48
4.2.3	Tratamiento de la cuajada	55
4.2.4	Evolución del pH en el proceso de elaboración	58
4.3	Características composicionales del queso Chanco al inicio y término de la maduración	60
4.3.1	Humedad	62
4.3.2	Humedad en queso desgrasado	70
4.3.3	Materia Grasa	74
4.3.4	Materia grasa en base seca	76
4.3.5	pH	78
4.4	Efecto de la incorporación de ingredientes imitadores de grasa sobre el rendimiento del queso Chanco	83
4.4.1	Rendimiento práctico obtenido al inicio y término de la maduración	83

4.4.2	Comparación del rendimiento práctico y teórico obtenido al inicio y término de la maduración	88
4.5	Influencia de la utilización de imitadores de grasa sobre los atributos sensoriales del queso Chanco reducido en grasa	93
4.5.1	Color	94
4.5.2	Textura	95
4.5.3	Sabor	97
4.5.4	Consistencia	102
4.5.4.1	Firmeza	103
4.5.4.2	Elasticidad	107
4.5.4.3	Adhesividad	110
4.5.4.4	Cohesividad	113
4.5.5	Aceptación general	115
5	CONCLUSIONES	119
6	RESUMEN	121
	ZUSAMMENFASSUNG	122
7	BIBLIOGRAFÍA	123
	ANEXOS	135

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Fuente y aplicación de imitadores y sustitutos grasos en alimentos	16
2	Funcionalidad y aplicación de Simplese®	21
3	Características fisicoquímicas de Dairy Lo™	23
4	Requisitos composicionales del queso Chanco	33
5	Características fisicoquímicas de la leche utilizada en el proceso	42
6	Control de proceso en los tratamientos de la investigación	46
7	Valores de pH registrados durante la elaboración del queso Chanco	58
8	Características fisicoquímicas del queso Chanco a 48 horas de proceso y 28 días de maduración	61
9	Rendimiento práctico, materia grasa, humedad en queso desgrasado al inicio de la maduración y relación caseína/materia grasa de la leche fluida	84
10	Rendimiento práctico, materia grasa, humedad en queso desgrasado al término de la maduración y relación caseína/materia grasa de la leche fluida	84
11	Rendimiento práctico, pérdida de humedad y de peso del queso Chanco durante la maduración	88
12	Rendimiento práctico y teórico del queso Chanco al inicio y término de la maduración	89
13	Resultados de la evaluación sensorial aplicada al término de la maduración del queso Chanco	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Estructura química de los triglicéridos	4
2	Esquema del principio de separación por ultrafiltración	20
3	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso Chanco	36
4	Evolución del pH durante el proceso de elaboración y maduración del queso Chanco	59
5	Parámetros fisicoquímicos del queso Chanco a 48 horas de proceso y 28 días de maduración	62
6	Contenido de humedad del queso Chanco a 48 horas de proceso y 28 días de maduración	63
7	Contenido de humedad del queso Chanco desgrasado a 48 horas de proceso y 28 días de maduración	71
8	Contenido de materia grasa del queso Chanco a 48 horas de proceso y 28 días de maduración	74
9	Contenido de materia grasa en base seca del queso Chanco a 48 horas de proceso y 28 días de maduración	77
10	Variación del pH del queso Chanco a 48 horas de proceso y 28 días de maduración	79
11	Rendimiento práctico y teórico del queso Chanco, al inicio y término del período de maduración	90
12	Calificaciones otorgadas por los panelistas al atributo "textura"	95
13	Calificaciones otorgadas por los panelistas al atributo "sabor"	98

14	Calificaciones otorgadas por los panelistas al atributo "firmeza"	104
15	Calificaciones otorgadas por los panelistas al atributo "elasticidad"	108
16	Calificaciones otorgadas por los panelistas al atributo "adhesividad"	111
17	Calificaciones otorgadas por los panelistas al atributo "cohesividad"	114
18	Calificaciones otorgadas por los panelistas al parámetro "aceptación general"	116

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Pauta de Elaboración de Queso Chanco	136
2	Características Fisicoquímicas de la Leche Utilizada como Materia Prima en la Elaboración de Queso Chanco	137
3	Análisis Estadísticos para Materia Grasa en Leche Fluida	138
4	Análisis Estadísticos para Proteína Total en Leche Fluida	139
5	Análisis Estadísticos para Caseína en Leche Fluida	140
6	Análisis Estadísticos para Densidad en Leche Fluida	141
7	Análisis Estadísticos para pH en Leche Fluida	142
8	Análisis Estadísticos para Acidez en Leche Fluida	143
9	Aspectos Relevantes del Procesamiento del Queso Chanco	144
10	Análisis Estadísticos para Acidez al Inicio de la Premaduración	146
11	Análisis Estadísticos para Acidez al Final de la Premaduración	147
12	Análisis Estadísticos para Tiempo de Coagulación	148
13	Análisis Estadísticos para Tiempo de Reposo del Grano	149
14	Análisis Estadísticos para Acidez al Inicio de la Primera Agitación	150
15	Análisis Estadísticos para Acidez al Inicio del Cocimiento	151
16	Análisis Estadísticos para Acidez al Final del Cocimiento	152
17	Análisis Estadísticos para Acidez al Desuere Total	153
18	Detalle de las Repeticiones para pH Durante el Proceso de Elaboración	154
19	Análisis Estadísticos para pH al Inicio del Período de Premaduración	155
20	Análisis Estadísticos para pH al Final del Período de Premaduración	156

21	Análisis Estadísticos para pH a Salida de Prensa	157
22	Análisis Estadísticos para pH a 24 Horas de Proceso	158
23	Características Fisicoquímicas del Queso Chanco a 48 Horas de su Elaboración (Inicio Maduración)	159
24	Características Fisicoquímicas del Producto Madurado (28 Días)	160
25	Análisis Estadísticos para Humedad a las 48 Horas de Proceso	161
26	Análisis Estadísticos para Humedad en el Producto Madurado (Día 28)	162
27	Análisis Estadísticos para Humedad en Queso Desgrasado a 48 de Proceso	163
28	Análisis Estadísticos para Humedad en Queso Desgrasado en el Producto Madurado (Día 28)	164
29	Análisis Estadísticos para Materia Grasa a 48 Horas de Proceso	165
30	Análisis Estadísticos para Materia Grasa en el Producto Madurado (Día 28)	166
31	Análisis Estadísticos para Materia Grasa en Base Seca a 48 Horas de Proceso	167
32	Análisis Estadísticos para Materia Grasa en Base Seca en el Producto Madurado (Día 28)	168
33	Análisis Estadísticos para pH a 48 Horas de Proceso	169
34	Análisis Estadísticos para pH en el Producto Madurado (Día 28)	170
35	Rendimiento Práctico y Teórico	171
36	Análisis Estadísticos para Rendimiento Práctico al Inicio de la Maduración (Día 0)	172
37	Análisis Estadísticos para Rendimiento Práctico al Final de la Maduración (Día 28)	173

38	Análisis Estadísticos para Rendimiento Teórico al Inicio de la Maduración (Día 0)	174
39	Análisis Estadísticos para Rendimiento Teórico al Final de la Maduración (Día 28)	175
40	Prueba de Comparación de Muestras Pareadas entre Rendimiento Práctico y Teórico al Inicio de la Maduración	176
41	Prueba de Comparación de Muestras Pareadas entre Rendimiento Práctico y Teórico al Término de la Maduración	177
42	Cartilla de Evaluación Sensorial	178
43	Descripción de Atributos Sensoriales del Queso Chanco	179
44	Calificaciones otorgadas por los panelistas en la evaluación sensorial del queso Chanco	181
45	Test de Concordancia de Kendall para los Jueces que componen el Panel	185
46	Resultados de la Evaluación Sensorial del Producto Madurado (Día 28)	186
47	Análisis Estadísticos para el Atributo Textura	187
48	Análisis Estadísticos para el Atributo Sabor	188
49	Análisis Estadísticos para el Atributo Firmeza	189
50	Análisis Estadísticos para el Atributo Elasticidad	190
51	Análisis Estadísticos para el Atributo Adhesividad	191
52	Análisis Estadísticos para el Atributo Cohesividad	192
53	Análisis Estadísticos para Aceptación General	193
54	Coeficiente de Correlación de Spearman entre Parámetros Fisicoquímicos y Atributos Sensoriales del Queso Chanco	194

1. INTRODUCCION

La materia grasa desempeña un importante rol en el otorgamiento de características funcionales y sensoriales propias de muchos alimentos; consecuentemente, cualquier reducción en la cantidad de este componente podría afectar las propiedades originales del producto alimenticio.

Sin embargo, la tendencia actual es precisamente a reducir la cantidad de grasa ingerida en la dieta. Así, desde hace unas dos décadas a la fecha, se ha podido evidenciar en las estanterías de los establecimientos comerciales la aparición de diversos productos alimenticios denominados "light", cuya principal característica consiste en una reducción importante de su contenido en grasas saturadas, causantes de diversas complicaciones a la salud.

Reducir el contenido graso en los alimentos, sin alterar sus características propias de textura, color y sabor, es una de las prioridades de la mayoría de las compañías productoras de alimentos, y aún más, constituye todo un desafío. No obstante, la investigación en este campo ha permitido el desarrollo de nuevos ingredientes que imitan o sustituyen, en parte, las propiedades que brinda la materia grasa.

El presente estudio pretende comprobar la factibilidad tecnológica de desarrollar un queso Chanco de reducido tenor graso, incorporando en su elaboración estos nuevos ingredientes, de manera de obtener un producto más saludable y de calidad aceptable para el público consumidor, mejorando además su rendimiento.

La hipótesis, por tanto, que se plantea en esta investigación, es que al incorporar imitadores grasos de origen proteico al proceso de elaboración del

queso Chanco reducido en grasa, éste no se verá afectado, y al término de la maduración se obtendrá un producto de características sensoriales similares a las del queso Chanco tradicional elaborado con leche estandarizada al 3,2% materia grasa, además de mejorar su rendimiento respecto del control reducido en grasa que no incorpora imitadores grasos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general. Obtener una variedad de queso Chanco de reducido tenor graso y de aceptable calidad sensorial, a través de la incorporación, en el proceso de elaboración, de ingredientes basados en proteínas que imitan las propiedades de la grasa láctea.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Determinar el efecto de las variables estudiadas, sobre cada uno de los tratamientos, respecto de las condiciones de proceso del queso Chanco de reducido tenor graso: coagulación, sinéresis y desarrollo de acidez, en relación al proceso de elaboración de queso Chanco de grasa normal.
- Determinar la influencia de la reducción del tenor graso y del uso de imitadores de la grasa láctea en el queso Chanco, sobre las características fisicoquímicas y de composición del producto: pH, materia grasa y contenido de humedad.
- Evaluar el efecto del uso de dos marcas comerciales de imitadores grasos sobre el rendimiento quesero práctico y predictivo (teórico), al inicio y término de la maduración, comparándolo con controles de normal y reducido contenido graso, sin imitadores.
- Evaluar los atributos de calidad sensorial en el producto, a los 28 días de maduración, a través de un panel constituido por un set de jueces semientrenados.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Características generales de la grasa.

Más del 95 por ciento de los aceites y grasas alimentarias existen en forma de triglicéridos. Estos son ésteres formados por una molécula de glicerol y tres cadenas de ácidos grasos que poseen la propiedad de ser insolubles en agua (GIESE, 1996).

Los ácidos grasos son cadenas de átomos de carbono (C) con un grupo carboxilo localizado al final de la cadena (COO⁻). Los triglicéridos pueden contener todos los ácidos grasos iguales (triglicérido simple), o distintos (triglicérido mixto), siendo estos últimos los más comunes (FIGURA 1).

Las grasas contienen entre 4 y 24 átomos de carbono, cuanto más larga la cadena mayor es su aporte calórico y más alto su punto de fusión, es decir, más sólida es la grasa a temperatura ambiente (GIESE, 1996; RUDAN *et al.*, 1998).

Existen grasas saturadas e insaturadas, las primeras no contienen dobles enlaces en su estructura mientras que las grasas insaturadas sí los poseen. Las grasas líquidas a temperatura ambiente, también denominadas aceites, son más insaturadas que las sólidas.

El aporte calórico de las grasas alcanza las 9 Kilocalorías por gramo, casi el doble que proteínas y carbohidratos (FENNEMA, 1993; HUYGHEBAERT *et al.*, 1996; GIESE, 1996; VOLLMER *et al.*, 1999).

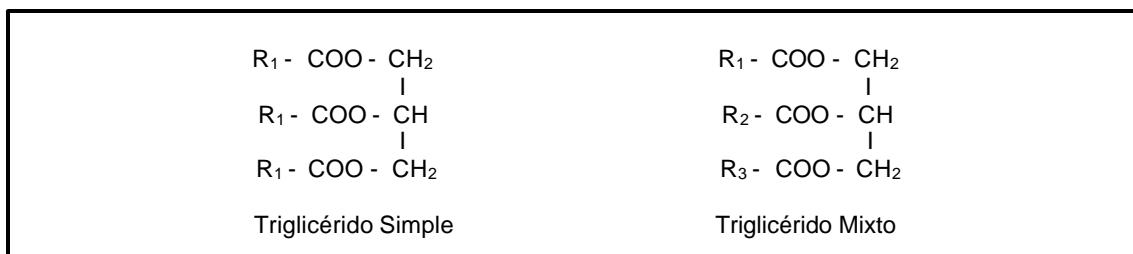


FIGURA 1. Estructura química de los triglicéridos.

FUENTE: GIESE (1996).

Además de los triglicéridos, el grupo de las grasas y aceites, también conocidos como lípidos, incluye otros componentes cuyas propiedades otorgan características especiales a los alimentos. Entre estos se encuentran esteroides, fosfátidos, tocoferoles (de propiedades antioxidantes), mono y diglicéridos (usados como agentes emulsificantes), ácidos grasos libres, entre otros (GIESE, 1996; VOLLMER *et al.*, 1999).

2.1.1 Aspectos nutricionales. Junto a carbohidratos y proteínas, las grasas son los componentes principales de la dieta humana. Los lípidos de la dieta aportan, aproximadamente, entre el 35 y 40 por ciento de las calorías ingeridas por un adulto y son los componentes que se transforman en energía con mayor eficacia; su valor de combustión es de unos 39 kJ (9,3 Kcal) por gramo; además, contienen sustancias activas esenciales que el organismo no puede sintetizar, como determinados ácidos grasos y vitaminas. Actúa como vehículo de las vitaminas liposolubles A, D, E y K, y son vitales para obtener una dieta sabrosa y bien equilibrada. En situaciones de deficiencia calórica, las grasas junto con los hidratos de carbono ahorran proteínas y mejoran los ritmos de crecimiento (VOLLMER *et al.*, 1999).

2.1.2 Aspectos sensoriales. Aparte del rol nutricional que desempeñan las grasas en la dieta, las características sensoriales que éstas le confieren a los alimentos juegan un papel fundamental en la aceptación de los productos grasos. Según GIESE (1996) y LAWSON (1999), las funciones específicas de

los alimentos atribuibles a las grasas y a sus interacciones con otras sustancias alimentarias, son la textura, la sensación en la boca, la palatabilidad, la suavidad, lubricidad, cremosidad, el carácter crujiente, la saciedad y el sabor, definido este último “como la sensación causada por aquellas propiedades de algunas sustancias cuando se tienen en la boca, que estimulan uno o los dos sentidos, gusto y olfato”.

Los lípidos puros de los alimentos son prácticamente inodoros. Sin embargo, aparte de su importante contribución como precursores de compuestos aromáticos, modifican el sabor y aroma global de muchos alimentos (FENNEMA, 1993). Otros autores afirman que la grasa transporta, realza y libera los componentes del sabor de otros ingredientes y le atribuyen además, una función solvente para los componentes liposolubles que forman el sabor de ciertos productos lácteos (JAMESON, 1990; WIJESUNDERA y DRURY, 1999).

Según GIESE (1996), las grasas proveen volumen y una textura deseable a los alimentos horneados por la incorporación de aire durante el batido, proceso que se ve fomentado por la formación de cristales grasos. Este hecho permite la distribución uniforme del vapor de agua y de los gases liberados en la fermentación de los azúcares durante el horneado. El punto de fusión de las grasas también es importante, ya que determina la suavidad y cremosidad de muchos alimentos.

2.1.3 Lípidos de la leche. Los lípidos figuran entre los constituyentes más importantes de la leche, por razones económicas, nutritivas y por las características físicas y organolépticas que imparten a los productos lácteos.

Los triglicéridos representan entre el 97 y 98% del total de lípidos de la grasa láctea y están presentes en forma de glóbulos de 2 a 3 micras de diámetro, rodeados por una membrana plasmática apical celular. Las moléculas de estos lípidos se asocian formando grandes glóbulos esféricos que varían en

diámetro desde 2 a 10 micras, de modo que los glóbulos grasos mayores son 30 veces más grande que las micelas de caseína de mayor tamaño (FENNEMA, 1993).

Los fosfolípidos constituyen menos del 1% del total de lípidos de la leche y se encuentran presente, principalmente, en la membrana del glóbulo graso. Estos representan una considerable proporción del total de lípidos en productos como mantequilla y leche descremada (FOX y McSWEENEY, 1998).

El colesterol es el principal esteroide de la leche y representa, aproximadamente, un 0,3% m/m del total de los lípidos lácteos, esta cifra sin embargo, es inferior a la de otros alimentos de gran consumo. Por ejemplo un vaso de leche de 227 gramos contiene 27 miligramos de colesterol, mientras que un huevo grande tiene 275 miligramos. Los datos recogidos en la bibliografía indican que aproximadamente el 20% del colesterol está en la leche desnatada y el resto asociado a los glóbulos de grasa; esto indica que su concentración estará determinada, preferentemente, por el contenido graso presente en el alimento (FENNEMA, 1993; FOX y McSWEENEY, 1998; De la FUENTE y JUAREZ, 1999).

En general, la grasa de leche proveniente de animales rumiantes contiene bajos niveles de ácidos grasos insaturados y la leche bovina no es la excepción. Esta característica es considerada como una desventaja desde el punto de vista nutricional y de la salud.

En comparación con otras grasas, la grasa de la leche contiene muchos ácidos grasos de cadena corta y media expuestos al ataque de enzimas lipolíticas. Cuando esto ocurre, se generan fuertes reacciones que dan origen a sabores y aromas indeseables en productos como leche o mantequilla pero altamente deseables en algunas variedades de queso como Blue, Romano y Parmesano (FOX y McSWEENEY, 1998; VOLLMER *et al.*, 1999).

2.2 Implicancias del consumo de grasas en la salud.

A partir de la segunda mitad del siglo XX se ha dado mayor importancia al incremento de las enfermedades relacionadas con los nutrientes como causa importante de mortalidad, sustituyéndose las enfermedades infecciosas por las crónicas. La atención ha girado hacia la investigación del papel de la dieta en el mantenimiento de la salud y en la reducción del riesgo de contraer dichas enfermedades crónicas tales como cáncer, hipertensión, obesidad, diabetes, etc. (LAWSON, 1999). De esta forma, y a pesar de los vitales beneficios para el organismo e indiscutibles atributos sensoriales que puede generar la presencia de grasas en los alimentos, en los últimos 20 años, diversas organizaciones ligadas a la salud han llamado a los consumidores a reducir su ingesta, de tal forma que el aporte de éstas no supere el 30% de las calorías totales de la dieta. Incluso han recomendado que no más del 10% de estas calorías provengan de grasas saturadas (PSZCZOLA, 1996; LAWSON, 1999).

Es un hecho probado que la alta ingesta de grasa está asociada al riesgo de obesidad, con todas sus implicancias sobre la salud, y a algunos tipos de cáncer. Un sinnúmero de estudios han provisto una fuerte y consistente evidencia de la relación entre consumo de grasas, alto colesterol sanguíneo e incremento del riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares (INGLETT y GRISAMORE, 1991; GIESE, 1996; BULLENS *et al.*, 1994). El exceso de colesterol, específicamente, aumenta las probabilidades de contraer arteriosclerosis y cálculos biliares, siendo la colecistectomía, es decir la retirada quirúrgica de la vesícula biliar, una de las operaciones más comunes en Estados Unidos.

En respuesta a esto y a la cada vez mayor demanda de los consumidores por productos de bajo contenido graso, se ha podido evidenciar en el mercado una clara tendencia a la elaboración de productos reducidos en grasa comúnmente denominados "light".

2.3 Queso de reducido tenor graso

Las demandas de los consumidores han desafiado a los formuladores de alimentos para que, entre otros, desarrollen productos queseros que reduzcan la ingesta calórica y minimicen los riesgos a la salud asociados con altos niveles de grasa en la dieta (BULLENS *et al.*, 1994). Sin embargo, comparado con otros alimentos reducidos en grasa, el consumo de queso bajo en grasa es aún limitado, alcanzando al 8% en el Reino Unido (FENELON y GUINEE, 1997).

Wagner y Nelson, citados por PUNIDADAS *et al.* (2000), definen queso bajo en grasa como aquel que contiene a lo menos un 25% menos de grasa que el queso de tenor graso completo, mientras que el queso reducido en grasa es aquel que contiene al menos un 50% menos de grasa.

JAMESON (1990), en tanto, señala que un queso bajo en grasa debe contener menos de un 15 por ciento de grasa en base seca, mientras que para uno reducido en grasa se requiere un rango de entre 75 y 85 por ciento respecto de la variedad de grasa normal.

ARDÖ (1997), indica que si el contenido de grasa es $\frac{2}{3}$ o menos de un queso de contenido graso normal, entonces éste es un queso reducido en grasa.

Otra clasificación es la que propone VOLLMER *et al.* (1999), según estándares vigentes en la Unión Europea, éste señala que un queso "light" o ligero no puede contener más del 32,5 por ciento de materia grasa en el extracto seco.

La legislación chilena en tanto, por medio del D.S. N°977, permite catalogar un producto con el descriptor "reducido" cuando éste contiene 25% menos de un nutriente particular o 25% menos de las Kcal del alimento normal de referencia (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2001).

2.3.1 Características sensoriales del queso reducido en grasa. El bajo consumo de queso de contenido graso reducido, ha sido atribuido a la percepción del producto por parte del público consumidor, en términos deficientes respecto de los atributos sabor y textura. Esto se explica debido a que el contenido de grasa en el queso juega un rol protagónico en el desarrollo de algunas propiedades físicas tales como firmeza, elasticidad y gomosidad. Según JAMESON (1990), un queso de reducido tenor graso es excesivamente firme y elástico, además de duro, seco y granuloso. Por otro lado, la grasa contribuye a las características de sabor y aroma los cuales son particulares para los diferentes tipos de queso. (DRAKE *et al.*, 1996; FENELON y GUINEE, 1997; PAZ *et al.*, 1998).

2.3.1.1 Influencia de la reducción del contenido graso de la leche sobre el gusto y aroma del queso. Durante la maduración del queso las proteínas y la materia grasa sufren cambios bioquímicos debido a la acción de las enzimas lipolíticas y proteolíticas presentes en la cuajada. Las proteínas se descomponen en aminoácidos y la grasa, en menor medida, en ácidos grasos libres. Ambos son responsables del olor y el gusto del producto final (VOLLMER *et al.*, 1999).

Si bien aún no existe certeza del rol exacto que cumple la grasa en la formación del sabor del queso, existen al menos dos hipótesis bien definidas. La primera de ellas plantea que los componentes del sabor del queso se derivan de la grasa láctea y una reducción de ésta conduciría a una deficiencia en la producción de sabor. La segunda hipótesis establece la idea de que la grasa láctea juega un rol puramente físico en la producción de sabor y que ésta proveería una interfase suero-grasa para que ocurran las reacciones de formación del sabor, además de actuar como un depósito solvente para los componentes del sabor así formados, permitiendo su retención en el queso hasta que son liberados durante el consumo. En este sentido WIJESUNDERA y DRURY (1999), concluyeron tras un acabado estudio realizado en queso

Cheddar, que el rol de la grasa láctea en el desarrollo del sabor del queso no se limitó a una función solvente y que ésta es una fuente de componentes de sabor o de sus precursores.

Según SCOTT (1991), el aroma del queso está determinado principalmente por los componentes volátiles que se liberan en la cuajada durante su maduración. Entre estos compuestos se encuentran ácidos grasos, ésteres, aldehídos, cetonas, alcoholes, aminas, anhídrido sulfuroso, y amoníaco. De ellos, los aldehídos, las cetonas y los alcoholes serían los más importantes.

La metionina constituye la principal fuente de grupos sulfhidrilos; este aminoácido puede transformarse en metanotiol, un compuesto aromático producido durante la maduración. La mayoría de los componentes azufrados que originan el metanotiol son liposolubles por lo tanto, en quesos reducidos en grasa, se verá mermada su producción (BRITO, 1990; SCOTT, 1991).

Los componentes aromáticos se encuentran en el queso a concentración extraordinariamente baja, del orden de partes por millón.

El queso reducido en grasa exhibe sabor diluido, insípido o poco intenso, y a menudo se pueden presentar sabores atípicos desagradables, los cuales no siempre son detectables en el queso tradicional completo en grasa (JOHNSON *et al.*, 1995; SKEIE *et al.*, 1995; DRAKE *et al.*, 1996). Según Ardö y Fox *et al.* citados por BERRINO (1998), al parecer, la grasa láctea ejercería un rol de enmascaramiento de los sabores y aromas indeseables en los quesos madurados, lo cual explicaría la ausencia de éstos en los quesos completos en grasa.

2.3.1.2 Influencia de la reducción del contenido graso de la leche sobre la textura y consistencia del queso. Son varios los parámetros que inciden directamente en la consistencia de los productos queseros, entre ellos destacan

la firmeza, elasticidad, adhesividad y cohesividad de la masa. En este plano, los defectos más comunes en los quesos bajos en grasa se refieren a una excesiva firmeza y elasticidad con respecto a los quesos completos en grasa y pueden llegar a ser duros, secos y granulados (JAMESON, 1990; FENELON y GUINEE, 1997).

BULLENS *et al.* (1994); PAZ *et al.* (1998) y Emmons *et al.* citados por JAMESON (1990), atribuyen estas características adversas a la disminución de la materia grasa, lo que afectaría las propiedades reológicas del queso al incrementarse la matriz proteica por unidad de área. De esta forma la proporción de caseína a agua en el queso es crucial en la determinación de la firmeza y sabor, siendo la relación de humedad sobre sustancias libres de grasa, una buena aproximación a este parámetro.

Por su parte PUNIDADAS *et al.* (2000), señalan que la textura del queso Cheddar bajo en grasa es influenciada principalmente por la cantidad de agua retenida en la cuajada, afirmando que en la elaboración de queso a partir de leche semidescremada el suero es más fácilmente expulsado resultando un producto seco y duro.

2.4 Ingredientes que reemplazan las propiedades de la grasa en alimentos

Diversas modificaciones al proceso de elaboración del queso de bajo o reducido tenor graso han sido propuestas por distintos investigadores con el fin de mejorar la aceptabilidad del producto. Entre ellas se destacan el empleo de la homogeneización de la leche o grasa, adición de cultivos adjuntos no atenuados y atenuados por aplicación de calor o bajas temperaturas, aceleración de la maduración por temperaturas mayores a las aplicadas normalmente, adición de enzimas encapsuladas, lipasas y proteasas exógenas y finalmente, la incorporación de ingredientes que imitan o sustituyen algunas propiedades de la grasa láctea (PHILLIPS y BARBANO, 1997; RUDAN *et al.*, 1998; LO y BASTIAN, 1998; KAILASAPATHY, 1998; MANN, 2000).

Los "Fat Replacers" o reemplazantes grasos, en un amplio sentido, son ingredientes que se ha intentado utilizar como sustitutos de grasas naturales con el objetivo de obtener una reducción en el valor calórico, sin alterar en demasía los atributos sensoriales que la grasa otorga a los alimentos. (DRAKE *et al.*, 1996). El papel de los sustitutos consiste en aportar a los alimentos, en los que son introducidos, una textura rica, cremosa, habitualmente atribuible a la presencia de lípidos.

Según LINDEN y LORIENT (1996), las cualidades esperadas de un reemplazante de la materia grasa pueden resumirse así:

- estar desprovisto de toxicidad y no acarrear efectos secundarios desagradables para el consumidor;
- suministrar menos calorías metabolizables que la grasa tradicional;
- poseer propiedades fisicoquímicas próximas a las de los cuerpos grasos a reemplazar para poder conferir a los alimentos ligeros en calorías, cualidades reológicas parecidas a las del alimento tradicional;
- conferir cualidades organolépticas idénticas a las del cuerpo graso normal.

Durante la década de los 90 se ha sugerido la incorporación de diversos sustitutos de grasa con la finalidad de desarrollar propiedades mecánicas en los productos alimenticios, y en particular en el queso, de tal manera que cumpla con las expectativas sensoriales de los consumidores. Los sustitutos de grasa disponibles en el mercado influyen de distinta manera en la composición química, el arreglo estructural y el comportamiento mecánico del producto, de acuerdo a sus características particulares tales como naturaleza química, capacidad ligante de agua, actividad emulsificante, nivel de microparticulación, distribución e interacción con otros componentes del alimento (LOBATO *et al.*, 1999).

Se puede destacar dos grandes grupos de reemplazantes grasos, según la naturaleza química de éstos: *sustitutos grasos*, propiamente tales, e *imitadores grasos*.

2.4.1 Sustitutos de grasa. Los sustitutos grasos (“fat substitutes”), son sustancias químicas sintéticas que, física y químicamente, se asemejan a los triglicéridos, están basados en ácidos grasos con uniones ésteres modificadas y son resistentes a la hidrólisis catalizada por lipasas (HUYGHEBAERT *et al.*, 1996). El principio que prevalece en la concepción de este tipo de lípido es la reducción de la digestibilidad de las moléculas, gracias a modificaciones en su estructura que disminuyen la accesibilidad a las lipasas responsables de la digestión de los lípidos (LINDEN y LORIENT, 1996). Sus propiedades básicas son:

- una estructura de lípidos con una unión éster modificada resistente a la hidrólisis enzimática durante la digestión;
- moléculas hidrofóbicas;
- el valor calórico es reducido o muy bajo;
- la funcionalidad de sus moléculas es muy cercana a las grasas naturales.

Su aporte calórico es de 5 Kilocalorías por gramo aproximadamente, es decir algo más de la mitad que la grasa natural y comúnmente son estables a las altas temperaturas (AKOH, 1998; GIESE, 1996).

RUDAN *et al.* (1998) y WIJESUNDERA y DRURY (1999), han reportado aplicaciones de estos elementos, con relativo éxito, en queso Cheddar y Mozzarella.

2.4.2 Imitadores de grasa. Los imitadores grasos (“fat mimetics”), poseen una estructura completamente diferente a la de las grasas. Son componentes polares, hidrosolubles, basados en proteínas y carbohidratos y se pueden utilizar para imitar las propiedades físicas u organolépticas de los triglicéridos. Su valor calórico fluctúa entre las 0 y 4 Kilocalorías por gramo

(HUYGHEBAERT *et al.*, 1996; AKOH, 1998; LAWSON, 1999). Según CLARK (1994) y Drake y Swanson citados por BERRINO (1998), la naturaleza polar de estas sustancias permitiría ligar niveles adicionales de suero en la cuajada, incrementando de ese modo el contenido de humedad y mejorando así, tanto la consistencia como el rendimiento de los quesos.

2.4.2.1 Imitadores grasos basados en carbohidratos. Los carbohidratos han sido utilizados por varios años en algunos alimentos para reemplazar total o parcialmente a la grasa. Estos ingredientes incluyen gomas, celulosa, fibra, dextrinas, maltodextrinas, almidones modificados, pectinas, polidextrosas y otros ingredientes de origen glucocídico comúnmente denominados hidrocoloides.

Entre las propiedades de estos biopolímeros se destacan su poder espesante y/o gelificante, su aptitud para estabilizar suspensiones y emulsiones, poder ligante y formación de complejos con las proteínas, y su poder de retención de agua dado los numerosos grupos hidroxilo que poseen y que les confieren un marcado carácter hidrofílico (LINDEN y LORIENT, 1996).

Los almidones modificados, maltodextrinas y dextrinas absorben agua para formar geles que imitan la textura y sensación que la grasa deja en la boca. La polidextrosa, un polímero de glucosa, actúa como agente abultante para reemplazar el volumen perdido cuando la grasa o azúcar son removidas del alimento, ayudando, además, a mantener su humectabilidad. Las gomas proveen una sensación de cremosidad y ayudan a estabilizar emulsiones. El gel de celulosa es una forma purificada de ésta, obtenida como pequeñas partículas en polvo que simulan la palatabilidad y propiedades de fluido que proporciona la grasa a los alimentos tales como postres congelados, salsas y aderezos.¹

(1) Mayo, 2000. IFIC's

El valor calórico de los imitadores grasos basados en carbohidratos fluctúa entre cero y cuatro Kilocalorías por gramo y no son estables a los procesos térmicos severos.

2.4.2.2 Imitadores grasos de origen proteico. Los reemplazantes de materia grasa a base de proteínas tienen en común el estar compuestos por partículas proteicas no agregadas de un tamaño similar al del glóbulo graso. Las proteínas de peso molecular bajo pueden actuar como las grasas modificando la textura de productos queseros que normalmente están compuestos de proteínas de peso molecular más alto.

Estas partículas dispersas en una fase acuosa imitan las propiedades organolépticas de las emulsiones de aceite en agua.

La mayor parte de los alimentos se encuentran en la naturaleza en forma de partículas. Los granos de almidón, los cuerpos proteicos de los granos, las micelas de caseínas y los glóbulos grasos de la leche son ejemplos de ello. Sin embargo, existe un umbral por debajo del cual las partículas no son percibidas en la boca como partículas individuales sino más bien como un fluido continuo, parecido a una emulsión de materia grasa. Este umbral de percepción estaría próximo a 3 μm , un producto que contuviese partículas de talla superior a este umbral sería percibido como pulverulento o granuloso (LINDEN y LORIENT, 1996).

Las proteínas son, en general, menos efectivas para ligar agua que los almidones. Sin embargo se ha demostrado que el menor carácter hidrofílico de las proteínas con respecto a éstos, especialmente las proteínas denaturadas, mejoran su habilidad para imitar grasas emulsificadas y sus interacciones con elementos del sabor de otros ingredientes (CLARK, 1994).

El valor calórico de los imitadores grasos de origen proteico varía entre 1 y 4 kcal/g, dependiendo del grado de hidratación, es decir menos de la mitad de

las calorías de la grasa tradicional (HUYGHEBAERT *et al.*, 1996; GIESE, 1996; AKOH, 1998).

Estas sustancias no son suficientemente estables al calor como para resistir procesos de fritura, debido a que la proteína coagula y pierde su funcionalidad, pero sí son apropiadas para usar como ingredientes en alimentos de preparación fría o en aquellos sometidos a temperaturas moderadas no superiores a 60°C. Los imitadores grasos basados en proteínas son generalmente utilizados en productos lácteos, postres helados y margarinas (AKOH, 1998).

Los sustitutos de materia grasa a base de proteínas, aunque están siempre constituidos por partículas proteicas, difieren en los procedimientos de obtención y/o las materias primas de origen (LINDEN y LORIENT, 1996).

Entre las materias primas más importantes para la fabricación de estos ingredientes se encuentran las proteínas de suero lácteo y huevo, aunque en menor medida también se utilizan otras fuentes como maíz, soya y gluten de trigo.

CUADRO 1. Fuente y aplicación de imitadores y sustitutos grasos en alimentos.

<i>Tipo de reemplazante graso</i>	<i>Alimentos que pueden contenerlo</i>
Basados en carbohidratos: Carragenina, celulosa, gelatina, goma guar, maltodextrina, polidextrosa, almidones, goma xantán, fibra dietética modificada.	Productos horneados, quesos, postres congelados, salsas, mayonesas, budines, aderezos, crema agria, yoghurt.
Basados en proteínas: Concentrado de proteína de suero, micropartículas de proteína de suero y huevo (Simplese)	Productos horneados, mantequilla, quesos, postres de leche congelados, mayonesa, crema agria, aderezos
Basados en grasas: Caprenina, Salatrim (Benefat), mono y diglicéridos, Olestra (Olean)	Productos horneados, quesos, chocolate, margarina, crema agria, bocados

FUENTE : IFIC's (2000)

2.4.2.3 Características más relevantes de las proteínas utilizadas en la producción de imitadores grasos.

Proteínas del lactosuero. Las proteínas no constituyen la fracción más abundante del suero, pero es la más interesante en los terrenos económico y nutricional. En la leche representan el 20 por ciento del total de las proteínas (el 80 por ciento restante corresponde a la caseína), y no intervienen en el proceso de coagulación enzimática durante la elaboración del queso; sin embargo la presencia de aminoácidos azufrados y lisina en sus estructuras le confieren un valor nutricional superior al de la caseína. Son proteínas globulares típicas con altos niveles de estructuras secundaria y terciaria, y son, por lo tanto, susceptibles de denaturar por varias vías. Sus coeficientes de utilización digestiva y valor biológico son elevados y próximos a los de las proteínas del huevo (SPREER, 1975; LINDEN y LORIENT, 1996; FOX y McSWEENEY, 1998; VOLLMER *et al.*, 1999).

Las proteínas séricas son frágiles y sus propiedades tecnofuncionales pueden ser modificadas por los tratamientos aplicados al lactosuero.

Las dos proteínas mayoritarias, la β -lactoglobulina (50%) y la α -lactoalbúmina (20%), son moléculas globulares compactas con una secuencia primaria uniformemente repartida en residuos polares (cargados o no) e hidrófobos. Pueden replegarse enmascarando en el centro de la molécula los residuos hidrófobos, de tal manera que las asociaciones intermoleculares son poco probables. Su estructura tridimensional está estabilizada por puentes disulfuro (LINDEN y LORIENT, 1996; FOX y SWEENEY, 1998).

La estructura y la funcionalidad de estas dos proteínas está fuertemente influenciada por la presencia simultánea de grupos tiol y disulfuro. Los tratamientos térmicos provocan intercambios de puentes disulfuro y modifican la mayor parte de las propiedades, entre ellas la solubilidad. La desnaturalización

térmica se produce entre 50 y 75°C y provoca una exposición de los grupos S-H al calor y un desplegamiento de las moléculas. La α -lactoalbúmina posee una estabilidad mayor a los tratamientos térmicos que la β -lactoglobulina (FENNEMA, 1993; LINDEN y LORIENT, 1996; FOX y McSWEENEY, 1998).

Las proteínas del lactosuero, según las formas en las que se encuentren, pueden manifestar una diversidad muy grande de propiedades tecnofuncionales: propiedades de hidratación, propiedades de textura y de superficie (LINDEN y LORIENT, 1996).

La solubilidad de las proteínas séricas depende de numerosos factores, entre ellos, el pretratamiento de separación, métodos de concentración y secado, el pH, la fuerza iónica, la temperatura en presencia o no de iones Ca^{++} , de sales secuestradoras, etc. La solubilidad resulta sobre todo fuertemente disminuida en el punto isoelectrico (4,9 a 5,2) tras desnaturalización (LINDEN y LORIENT, 1996).

Las proteínas séricas absorben poca agua, pero una termodesnaturalización (80°C por 45 segundos) mejora la capacidad de fijación (LINDEN y LORIENT, 1996).

Proteínas del huevo. Los ingredientes que reemplazan a la grasa, fabricados a partir de proteínas de huevo, provienen principalmente de la clara, la cual contiene cerca de un 10% de proteínas. Entre las más importantes por la cantidad en que se encuentran destacan la ovoalbúmina, ovotransferrina y ovomucoide, estas representan cerca del 77% del total de proteínas de la clara (FENNEMA, 1993).

La termocoagulación de las proteínas del huevo se produce a partir de los 62°C. Las principales proteínas de la clara poseen buenas propiedades gelificantes y poder espumante, por lo tanto se pueden utilizar como productos de sustitución para las proteínas de la leche, también poseen marcadas

propiedades cristalizantes, de adhesión y ligantes, y por ende una buena capacidad de retención de agua. La ultrafiltración es la técnica más utilizada para concentrar los ovoproductos hasta el 11-33% de extracto seco para la clara y 24-48% para el huevo entero, el interés de este procedimiento reside en que no emplea calor y por tanto es prácticamente no desnaturalizante para los ovoproductos, salvo en el caso de la clara cuyo poder espumante disminuye ligeramente (LINDENT y LORIENT, 1996).

2.4.2.4 Obtención de imitadores grasos de origen proteico por Microparticulación. Un proceso llamado “microparticulación”, consistente en un tratamiento térmico moderado asociado a una agitación intensa, facilita una controlada denaturación y coagulación de las proteínas permitiendo percibir en la boca, gracias a la obtención de estas pequeñas partículas, la impresión de cremosidad y untuosidad, normalmente asociada a la materia grasa (HUYGHEBAERT *et al.*, 1996; LINDEN y LORIENT, 1996).

La asociación de las proteínas de la leche descremada con las de la clara de huevo, de las cuales una parte se encuentra en forma microparticulada, permite obtener un producto utilizado como sustituto de la materia grasa. El procedimiento de fabricación comienza con la mezcla de la clara de huevo líquida, leche desnatada, lecitina, gomas vegetales, así como algunos ácidos orgánicos (cítrico, láctico, málico, etc.). Tras hidratación y ajuste del pH entre 6,0 y 7,0, la mezcla se lleva a 60°C aproximadamente. A continuación se utiliza un aparato con gran poder de cizallamiento a una temperatura de 85°C para provocar la coagulación de las proteínas en forma de micropartículas. El producto obtenido se enfría a continuación y se almacena entre 2 y 4°C, el diámetro de las micropartículas obtenido por este método fluctúa entre 0,1 y 3,0 micras. (LINDEN y LORIENT, 1996).

2.4.2.5 Obtención de imitadores grasos de origen proteico por Ultrafiltración (UF). Otro de los métodos empleados en la producción de

imitadores grasos de origen proteico es la ultrafiltración (UF). El principio de esta tecnología es hacer pasar a través de una membrana semipermeable el solvente y los solutos de bajo peso molecular quedando retenidos sólo aquellos componentes de alto peso molecular. De este modo, el uso de la UF en la producción de suero, por ejemplo, resulta en un incremento de la concentración de proteínas y en una disminución de los niveles de agua, lactosa y sales inorgánicas, las cuales salen en los permeados por su bajo peso molecular (SILVA, 1998; VOLLMER *et al.*, 1999).

Los tratamientos de UF aplicados al lactosuero pueden ser asociados a tratamientos térmicos para conferir mejores propiedades funcionales a las proteínas, así los concentrados obtenidos de esta forma son excelentes gelificantes a una concentración proteica superior al 5%, a pH neutro y una temperatura de 70-85°C. La industria expide concentrados con contenido variable en proteínas (30 al 80%) (LINDEN y LORIENT, 1996; FOX y McSWEENEY, 1998).

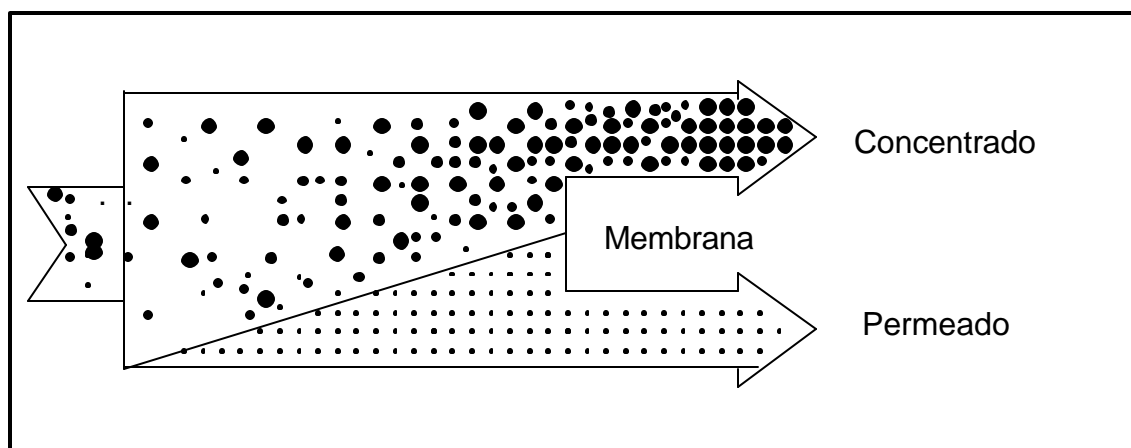


FIGURA 2. Esquema del principio de separación por ultrafiltración.

FUENTE: LINDENT y LORIENT (1996).

2.4.2.6 Simplese®D100. A diferencia de otros reemplazantes grasos, Simplese® (Kelco Co.), es un producto totalmente natural que puede sustituir

parte o la totalidad de la grasa en una amplia gama de atributos que ésta le otorga a los alimentos. Consiste en un concentrado a base de proteínas de origen lácteo obtenidas a partir de un proceso de microparticulación (ver 2.4.2.4). El tamaño de la partícula de Simplese[®] varía entre 0,1 y 3,0 micras, es de conformación esférica y al rodar unas sobre otras son percibidas en la boca como un fluido cremoso y no como partículas individuales, evitándose de esta forma, la sensación de granulosidad dejada por algunos imitadores grasos de origen glucocídico. Dado su pequeño tamaño se estima que unos 50 billones de micropartículas de Simplese[®] pueden estar contenidas en una cucharadita de té (BRUHN *et al.*, 1992; GIESE, 1996).

Una vez ingerido, Simplese[®] es digerido y absorbido por el organismo como una proteína, sin embargo, debido a su alto contenido acuoso, cada gramo de Simplese[®] posee solamente entre 1 y 2 Kilocalorías, lo que es sustancialmente menor a las 9 Kilocalorías/gramo que posee la grasa.

En 1990, la “Food and Drug Administration” (FDA) norteamericana, aprobó la petición de los fabricantes para catalogar al producto como GRAS (Generalmente Reconocido como Seguro) permitiendo su uso en postres helados. En 1994 se autorizó su utilización en yoghurt y queso (AKOH, 1998).

CUADRO 2. Funcionalidad y aplicación de Simplese[®]

PRODUCTO	INGREDIENTE	FUNCIONALIDAD	APLICACIÓN
Simplese 100 Simplese 500	Concentrado de proteína de suero microparticulada	Estable al calor (UHT) Acción emulsificante Mejoramiento de la palatabilidad y textura Retiene humedad Interrupción de redes Opacidad Reducción en tiempos de proceso Incremento del rendimiento Control en el desarrollo de cristales de hielo Control de la sinéresis	Queso: queso natural y procesado, salsa de queso. Postres Congelados: Helados Lácteos: crema ácida, yoghurt, queso Cottage, salsas, leche saborizada, mantequilla Salsas: mayonesa. Prodts. de panadería

FUENTE : Kelco Co. (2000)

Existen otras variantes de este producto que incluyen en su composición proteínas provenientes de la clara del huevo las que poseen marcadas propiedades ligantes, entre ellas propiedades de adhesión y retención de agua, similares a las que tienen las proteínas séricas. La concentración proteica de Simplese[®] D100 es del 54%.

Autores como LUCEY y GORRY (1993), McMAHON *et al.* (1996), y Badawi citado por MANN (2000), investigaron la influencia de este producto en la elaboración de queso Cheddar, Mozzarella y Talloga respectivamente, logrando mejoras importantes en el rendimiento, consistencia y atributos sensoriales de los quesos. BERRINO (1998) contrariamente, al elaborar queso tipo Edam utilizando estas micropartículas proteicas, no encontró diferencias significativas entre los quesos experimentales y el control bajo en grasa, señalando además que el queso obtenido “no corresponde a las especificaciones señaladas por la literatura para la variedad Edam”.

2.4.2.7 Dairy Lo[™]. Este es un concentrado proteico de suero (CPS), obtenido a partir de ultrafiltración de suero dulce de queso sometido a un proceso controlado de desnaturalización térmica. Su aspecto es de polvo fino de color blanco y débilmente amarillento. Su propiedades son similares a las de Simplese[®] pero con una concentración de proteínas inferior (CUADRO 3) (DRAKE *et al.*, 1996; LOBATO *et al.*, 1999).

Para la elaboración de CPS el tratamiento térmico debe ser aplicado suavemente y de manera controlada, de lo contrario, puede resultar en la formación de partículas duras, dando un producto final áspero y arenoso afectando sus propiedades funcionales y de solubilidad (SILVA, 1998)

Dada su naturaleza proteica y su capacidad de ligar agua, Dairy Lo[™] puede mejorar las características funcionales y sensoriales de quesos bajos o reducidos en grasa, especialmente en cuanto a textura y rendimiento (DRAKE *et al.*, 1996).

Sobre el tamaño de las partículas de Dairy Lo™, McMAHON *et al.* (1996), indican que estas serían menores a 0,2 micras, es decir cerca del límite inferior de lo declarado por los fabricantes para Simplese®.

SILVA (1998) y Kebary citado por MANN (2000), concluyen que es factible reemplazar la grasa láctea con Dairy Lo™ en queso procesado cortable y untable respectivamente, sin alterar significativamente sus características físicas y sensoriales.

Sin embargo en quesos no procesados los resultados son diversos. DRAKE *et al.* (1996), al realizar trabajos en queso Cheddar manifiesta que los quesos elaborados con Dairy Lo™ al 0,5 %(m/m), se vieron afectados en sus características sensoriales de sabor, textura y firmeza, no obstante su mayor contenido de humedad. Por el contrario FENELON y GUINEE (1997), obtuvieron quesos más suaves, de esta misma variedad, utilizando Dairy Lo™ al 1% (m/m).

CUADRO 3. Características fisicoquímicas de Dairy Lo™

Proteínas (N x 6,38):	Mínimo 35,0%
Humedad:	Máximo 4,5%
Materia Grasa:	Máximo 4,0%
Lactosa:	Entre 45-55%
pH (sol. 10%):	Entre 6,0 – 6,6

FUENTE : ARAMIQ (2001)

2.4.2.8 Influencia de los imitadores de grasa sobre el proceso de elaboración del queso reducido en grasa. Según TORNADIJO *et al.* (1998), las leches pueden presentar, por acción del cuajo, aptitudes distintas para formar un gel de características reológicas tales que, sin pérdidas importantes, pueda resistir las acciones mecánicas necesarias para el desuerado. Este

mismo autor señala que una leche presenta una buena aptitud para la coagulación cuando coagula rápidamente en presencia del cuajo y forma un gel firme que desuera con facilidad.

FENELON y GUINEE (1997), al utilizar un concentrado proteico de suero como imitador de la grasa láctea para la elaboración de queso Cheddar, descubrieron que las propiedades de coagulación de la leche se vieron perjudicadas al obtener una cuajada poco firme luego de un tiempo dado de proceso, y una alta humedad que refleja una sinéresis insuficiente. Ambas situaciones, explican estos autores, se deben al nivel más bajo de agregación de las micelas en los quesos elaborados con el imitador graso, y/o por el incremento en la unión de agua, lo que ocasiona la dilución de las caseínas, el componente activo en la formación del coágulo.

McMAHON *et al.* (1996), concluyen que el incremento de humedad de un queso Mozzarella de bajo tenor graso que contiene imitadores, indica que la sinéresis de la cuajada durante el proceso de elaboración fue retardada debido a la incorporación de estas sustancias. Esto concuerda con lo establecido por HUYGHEBAERT *et al.* (1996), quienes señalan que uno de los resultados del uso de hidrocoloides como imitadores grasos en alimentos es, precisamente, el retardo de la sinéresis.

Además de la humedad existen otros parámetros físicos y químicos importantes que se deben controlar en la elaboración de queso Chanco, así por ejemplo, un descenso en el pH de la leche de 6,7 a 6,0, disminuye el tiempo de coagulación y conlleva la formación de un gel que se endurece más rápidamente. Este fenómeno, a la vez, es consecuencia de la influencia del pH sobre la actividad del cuajo (máxima a pH 5,5), y sobre la estabilidad de las micelas, que decrece con el pH por neutralización de las cargas negativas y liberación de iones Ca^{+2} (TORNADIJO *et al.*, 1998). De este modo cualquier

circunstancia que haga variar el pH de la leche lo hará también sobre la velocidad de coagulación y la firmeza del coágulo.

Emmons citado por MENDEZ (2000), señala que en la elaboración de quesos de bajo contenido graso se produce una aglutinación de los cultivos lácticos, esto conllevaría a una precipitación de las caseínas alrededor de las bacterias lácticas aglutinadas originando un aumento de la acidez, lo que, a su vez, resulta en una cuajada quebradiza y un producto con sabores ácidos y/o amargos no típicos. Por otro lado, el incremento de humedad, registrado en quesos con imitadores grasos, proporciona un ambiente ideal para el desarrollo de las bacterias lácticas acelerando el incremento de acidez.

2.4.2.9 Influencia de los imitadores de grasa sobre la composición química del queso reducido en grasa. Los imitadores de grasa disponibles en el mercado influyen de distinta manera, según su naturaleza química, en la composición de los quesos reducidos en grasa.

Diversos estudios indican que el componente más afectado es el agua, dada la capacidad de la mayoría de estos ingredientes por retener humedad. FENELON y GUINNE (1997), declaran aumentos de hasta dos puntos porcentuales (en base total) en queso Cheddar elaborado con Dairy Lo™, con respecto al control bajo en grasa; BERRINO (1998), por su parte constató aumentos de hasta 3,8 puntos en queso Edam utilizando micropartículas proteicas. Otros autores como BULLENS *et al.* (1994), DRAKE *et al.* (1996), McMAHON *et al.* (1996), KAILASAPATHY (1998) y LO y BASTIAN (1998), declaran aumentos incluso superiores a los encontrados por FENELON y GUINNE (1997) y BERRINO (1998), aplicando imitadores grasos de origen proteico y glucocídico en diversas variedades de queso.

Respecto del contenido de proteínas, las investigaciones que se han realizado utilizando imitadores grasos de origen proteico arrojan resultados

contradictorios, mientras DRAKE *et al.* (1996) y LO y BASTIAN (1998), señalan que el uso de estos productos, dada su naturaleza química, debieran aumentar el contenido proteico en el producto final, FENELON y GUINNE (1997) no encontraron diferencias significativas con respecto al control bajo en grasa, registrándose incluso una leve disminución del contenido proteico en el producto madurado.

En todos los quesos elaborados con reemplazantes grasos y según diversas publicaciones consultadas, se logró el objetivo de reducir el contenido graso del producto sin registrarse diferencias significativas entre los tratamientos experimentales y los controles de reducido tenor graso, luego del período de maduración. De este modo, DRAKE *et al.* (1996), reportan que un queso tipo Cheddar elaborado con tres imitadores diferentes, lograron el mismo nivel de reducción en comparación con el control reducido en grasa sin la incorporación de imitadores. Los mismos resultados declara BERRINO (1998), en la elaboración de queso Edam, utilizando micropartículas proteicas y celulosa microcristalina. FENELON y GUINEE (1997), en tanto, tampoco declaran diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos y el control, en la elaboración de queso Cheddar.

2.4.2.10 Influencia de los imitadores de grasa sobre los atributos sensoriales del queso reducido en grasa. No son pocos los estudios realizados en productos lácteos y específicamente en productos queseros en los cuales se han empleado los imitadores grasos con satisfactorios resultados. BERRINO (1998), empleó estos ingredientes para elaborar queso Edam de reducido tenor graso mejorando su calidad sensorial con respecto al control que no poseía imitadores grasos. BULLENS *et al.* (1994); DRAKE *et al.* (1996); FENELON y GUINEE (1997), y PUNIDADAS *et al.* (2000), informan haber desarrollado una variedad de queso tipo Cheddar con mejores propiedades reológicas que el control bajo en grasa pero no lograron simular completamente las cualidades organolépticas del queso de contenido graso completo. PAZ *et*

al. (1998) concluyeron que era factible elaborar un queso Panela tipo fresco a partir de leche con un 2,0% de materia grasa de similar aceptación al elaborado con leche de 3,0% de materia grasa, utilizando una mezcla de carragenina y carboximetilcelulosa.

2.4.2.11 Influencia de los imitadores de grasa sobre el rendimiento del queso reducido en grasa. ECK (1990), define rendimiento quesero como “la expresión matemática de la cantidad de queso obtenida a partir de una determinada cantidad de leche (generalmente 100 litros o 100 kilos)”. De esta definición pueden derivarse otras ampliamente utilizadas:

- Kilos de queso obtenidos a partir de 100 kilos de leche (EMMONS, 1991; IDF-FIL, 1993)
- Litros de leche por tonelada de queso (EMMONS, 1991)
- Proporción de un determinado componente de la leche o grupo de componentes que permanecen en el queso (extracto seco desgrasado, proteínas y caseínas) (ECK, 1990).

Otras definiciones mencionadas por WALSTRA (2000), menos empleadas pero efectivas en casos determinados, son las siguientes:

- Kilos de materia seca no grasa en queso, por 100 kilos de leche. Esta permite evaluar la variación del contenido de sal, el cual puede ajustarse según necesidades particulares del fabricante.
- Kilos de materia seca o proteína libre de grasa y sal en el queso, por kilo de proteína o caseína en la leche. Según el autor citado, esta puede ser la mejor forma de evaluar la eficiencia de la transferencia de proteína al queso.

En algunos países, específicamente en Nueva Zelanda, el rendimiento es expresado como kilos de queso por kilo de grasa presente en la leche, esto

tiene sentido, en términos económicos, cuando la leche es pagada según su contenido graso. Sin embargo, el efecto de la grasa sobre el rendimiento de todas las variedades de queso es el mismo y depende solamente de las pérdidas de grasa durante la fabricación. En contraste, el efecto de la caseína sobre el rendimiento quesero varía ya que la proporción óptima de humedad a caseína (humedad en la parte no grasa) es diferente para cada variedad de queso. Esto demuestra lo inadecuado de expresar el rendimiento sobre el contenido de grasa (GILLES y LAWRENCE, 1985).

EMMONS (1991), destaca la importancia de la definición de rendimiento quesero, principalmente como control económico de la producción y como expresión del nivel de control durante el procesamiento.

Durante el proceso de elaboración de queso ocurre una concentración de los componentes grasos y proteicos de la leche, mientras otros componentes como el agua y sustancias hidrosolubles, son removidos en el suero. Sin embargo, ninguno de los componentes de la leche son enteramente retenidos en la cuajada, en tanto otros, como la sal, son añadidos durante el proceso de elaboración.

Según SPREER (1975), KOSIKOWSKI (1977), GILLES y LAWRENCE (1985) y WALSTRA (2000), el rendimiento y la composición del queso están determinados por las propiedades de la leche, especialmente la composición, y por las operaciones y cuidados aplicados durante su procesamiento y maduración. De esta forma, factores como el contenido de caseína y grasa de la materia prima, grado de recuperación de proteínas y materia grasa en la cuajada, adición de sal y condimentos y humedad final del queso, incidirán directamente en el rendimiento quesero.

Entre las condiciones y operaciones de proceso que afectan indirectamente el rendimiento, a través de la influencia que éstas ejercen sobre la consistencia de la cuajada, AMIOT (1991), LAWRENCE (1991) y FENELON

et al. (1999), mencionan las siguientes: tipo de tina utilizada en la preparación, momento de corte de la cuajada, tamaño del corte del grano, acidez, cantidad y temperatura del agua de cocción, condiciones de agitación y de prensado del queso.

LAWRENCE (1991), destaca la importancia de cortar la cuajada en el momento adecuado, ni antes ni después del tiempo requerido, ya que realizar el corte anticipadamente cuando el coágulo es débil, causará ruptura del grano durante el corte y posteriormente durante la agitación, lo que a su vez influirá negativamente en la retención de la materia grasa que es liberada en el suero. Cortar tarde, cuando el coágulo es demasiado firme, resultará en grandes partículas las cuales tenderán a romperse durante la posterior agitación o el bombeo, lo cual también resultará en pérdidas de materia grasa. En ambos casos se producirá un rendimiento inferior.

La cantidad de agua utilizada para el cocimiento afecta el contenido de sólidos no grasos en la fase húmeda del queso. Según estudios realizados en queso Gouda, un incremento en la cantidad de agua añadida, desde un 30 a un 40% disminuye el rendimiento entre un 0,5 y un 1,0% existiendo una relación casi lineal entre la caída del rendimiento y la cantidad de agua añadida a la cuajada (LAWRENCE, 1991).

En general, tiempos de elaboración más cortos, temperaturas más bajas de cocimiento, así como el tratamiento mecánico de la cuajada, corto tiempo de prensado y baja presión de prensa, también tienen su efecto sobre el rendimiento queso al producir una débil expulsión del suero del grano y por consiguiente una mayor retención de agua en la cuajada (STEFFEN, 1983; PUNIDADAS *et al.*, 2000).

La concentración selectiva de los constituyentes de la leche en la fabricación de queso usando métodos tradicionales, depende de la capacidad de la caseína (que representa aproximadamente el 78% del total de las

proteínas lácteas) para insolubilizarse y formar un gel por precipitación a pH 4,6 o por la acción del cuajo a pH 6,4. El resto de las proteínas, entre ellas β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, albúmina bovina del suero, inmunoglobulinas y proteosa peptona, no exhiben estas propiedades y consecuentemente no son retenidas en la cuajada durante la elaboración del queso, perdiéndose en el suero en cantidades que superan el 20% del total de las proteínas de la leche. Se podría esperar entonces que el rendimiento quesero se vea incrementado si se reincorporan al proceso de fabricación proteínas perdidas en el lactosuero, particularmente si se logra que éstas permanezcan en la cuajada sin liberarse durante el proceso de elaboración (IDF-FIL, 1993; IDF-FIL, 1998).

DRAKE *et al.* (1996) comprobaron en una investigación llevada a cabo en queso Cheddar, al cual se le añadieron imitadores grasos basados en proteínas séricas denaturadas, que tanto la leche utilizada como materia prima, como el mismo queso, contuvieron niveles significativamente más altos de proteína que aquellos a los cuales no se les incorporó el imitador. En este caso las proteínas añadidas quedaron atrapadas en la matriz de proteínas del queso influyendo positivamente en el rendimiento. Sin embargo, otros autores como FENELON y GUINEE (1997), no encontraron diferencias significativas en la cantidad de proteína en queso Cheddar al utilizar estos imitadores, pero sí en la leche para su elaboración.

Entre los atributos más importantes de los imitadores grasos se encuentra su marcado carácter hidrofílico, y aunque esta propiedad es más acentuada en los de origen glucocídico aquellos de naturaleza proteica también presentan esta característica.

La mayoría de los autores que han investigado la utilización de estos ingredientes coinciden en atribuir el mayor rendimiento de los quesos bajos en grasa que incorporan imitadores de origen sérico, precisamente a la capacidad de ligar agua de las proteínas del suero.

BULLENS *et al.* (1994), DRAKE *et al.* (1996) y PUNIDADAS *et al.* (2000), declaran aumentos de entre un 7 y un 10% en el rendimiento de un queso tipo Cheddar elaborado con imitadores grasos basados en proteínas de suero, principalmente como resultado de la mayor humedad retenida en estos quesos.

2.5 Características y atributos del queso Chanco. Según Norma Chilena el queso Chanco es “un producto de origen nacional, que se elabora con leche pasteurizada de vaca, obtenido por coagulación enzimática coadyuvado por la acidez desarrollada por cultivos lácticos puros, con las propiedades físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales especificadas en la norma” (CHILE-INN, 1999).

BRITO (1991), además lo define como “un queso semiduro, mantecoso, con cáscara fina, color amarillo suave y homogéneo, ojos irregulares y distribuidos abundantemente en la masa, con un peso de 8 a 10 kilogramos, forma rectangular, elaborado con leche entera y de relativa corta maduración (12 a 30 días)”.

Sus orígenes se remontan a la Colonia, época en que era elaborado en forma artesanal, a partir de leche bovina cruda, y con toda su grasa. Esta práctica se mantiene incluso hoy, existiendo queserías prediales que aún lo elaboran a partir de leche sin pasteurizar, con los consiguientes riesgos microbiológicos que esto implica (BRITO *et al.*, 1995; MOLINA *et al.*, 1996).

2.5.1 Clasificación. Según Norma Oficial (CHILE-INN, 1999), existen 3 tipos de queso Chanco, de acuerdo a su proceso de elaboración y período de maduración:

- Chanco de campo o de fundo de corta maduración, o queso Chanco de corta maduración. Corresponde a un queso que ha sido madurado por un periodo de entre 8 y 12 días;

- Chanco de campo o de fundo madurado, o queso Chanco madurado, por al menos 21 días;
- Queso Chanco, elaborado en forma industrial con leche pasteurizada, madurado por al menos 21 días.

2.5.2 Características composicionales. BRITO *et al.* (1995), señalan que la aptitud al proceso de maduración que presentan los quesos depende de las características generales de estos a su entrada a bodega, lo cual se manifiesta expresamente en sus características fisicoquímicas.

Es fundamental mantener un estricto control sobre las condiciones de proceso y de maduración de los quesos, ya que de estas depende la composición del producto y por consiguiente su calidad final. Al respecto BRITO (2000), recomienda que la maduración se realice en una bodega bajo condiciones de humedad ajustada al 85 - 90%, y a una temperatura de 14°C.

La Federación Internacional de la Leche, en el catálogo de variedades de queso publicado en 1981, declara la siguiente composición para el queso Chanco:

Humedad (máxima): 48%

Materia grasa en masa seca (mínimo): 45%

Humedad en queso libre de grasa (promedio): 59,5%. (IDF, 1981)

Estudios más acabados y recientes, además de lo estipulado por la Norma Chilena Oficial N°2090 para queso Chanco, se presentan en el CUADRO 4.

CUADRO 4. Requisitos composicionales del queso Chanco.

Parámetro	Referencia		
	Estudio CORFO 1977 (*)	Estudio ODEPA-CTL 1991(*)	CHILE, INN 1999
Humedad (%) m/m	44,90	46,7 +/- 2,8	44 – 48
Materia seca (%) m/m	55,90	53,3 +/- 2,8	52 – 56
Materia grasa (%) m/m	30,00	27,2 +/- 3,1	25 min.
Materia grasa en extracto seco (%) m/m	53,67	51,1 +/- 3,3	45 min.
Humedad en queso sin grasas (%) m/m	63,00	64,1 +/- 1,1	58 – 66
Proteína	24,50	-	-
pH	-	5,42 +/- 0,21	5,2 – 5,4
Sal	1,40	1,28 +/- 0,47	-

(*) Citados por BRITO (2000).

2.5.3 Características sensoriales. La Norma Chilena Oficial N°2090, establece los siguientes requisitos organolépticos para queso Chanco: Consistencia semiblanda y mantecosa, debe presentar cáscara fina, seca y lisa, de color exterior amarillo a amarillo pálido. Su masa interna debe ser blanca cremosa o amarillo muy suave y homogénea. La textura debe ser abierta, con abundantes ojos mecánicos o irregulares, distribuidos uniformemente en la masa del queso.

Otros atributos sensoriales se encuentran ampliamente detallados en el ANEXO 43.

3. MATERIAL Y METODO

3.1 Ubicación y duración de la etapa experimental. El proceso de elaboración de queso Chanco se llevó a cabo en la Planta Piloto del Centro Tecnológico de la Leche (CTL), dependiente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile, entre los meses de octubre y noviembre de 2001.

La parte analítica se efectuó en los laboratorios de Química y de Evaluación Sensorial del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTAL), perteneciente a la misma Facultad.

3.2 Materias Primas

- Leche bovina proveniente del Fundo Santa Rosa de la Universidad Austral de Chile.
- Cultivo mesófilo liofilizado, LD-Culture CH-N-22 directo a tina, compuesto de las siguientes cepas: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis* y *Leuconostoc cremoris*, producido por Laboratorio CHR. Hansen's.
- Micropartículas proteicas, de nombre comercial Simplese[®]D100 (Kelco Co.).
- Concentrado proteico de suero, CPS, de nombre comercial Dairy Lo[™] (Cultor Food Science Inc.)
- Cuajo líquido , cloruro de calcio, sal común.

3.3 Materiales y equipos

3.3.1 Sala de quesería

- Tina rectangular de acero inoxidable, de 250 litros de capacidad, provista de doble pared con incorporación de agua y vapor.
- Implementos: Liras, agitadores, moldes metálicos, prensa, etc.
- Baldes graduados de acero inoxidable
- Tarros de 50 litros de capacidad
- Detergente e higienizante
- Material de laboratorio

3.3.2 Sala de fermentadores

- Baños de agua con doble pared
- Tarros de 50 litros de capacidad
- Termómetros industriales (recubiertos) y de laboratorio

3.3.3 Sala de saladero

- Tinas para salmuera
- Estanterías

3.3.4 Cámara de maduración

- Estanterías
- Higrómetro y termómetro
- Sistema de aireación

3.4 Metodología de trabajo

3.4.1 Proceso de elaboración del queso Chanco. A continuación se esquematiza la secuencia del protocolo de producción del queso Chanco.

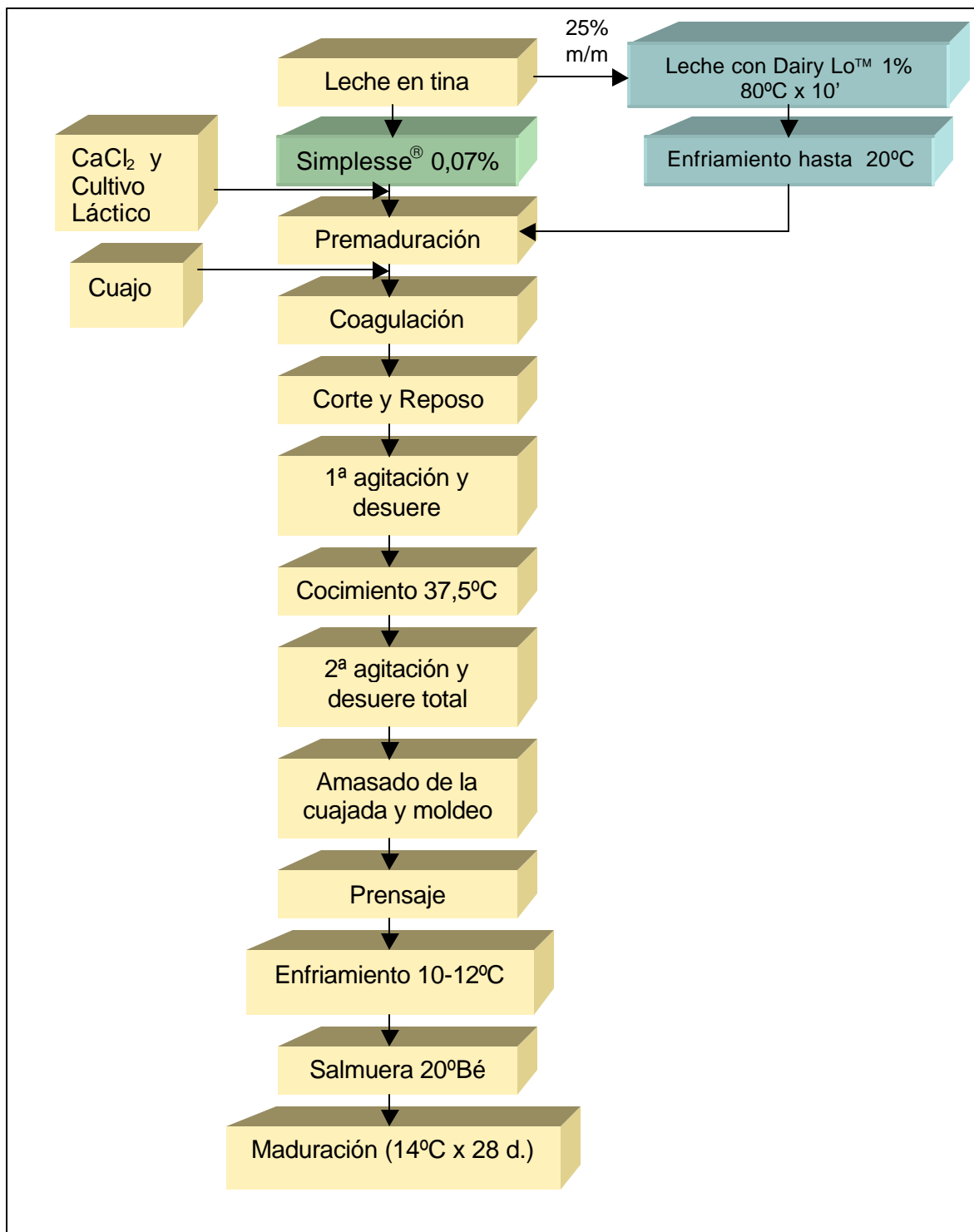


FIGURA 3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de queso Chanco.

FUENTE : BRITO (2000)

La metodología de procesamiento del queso Chanco aplicada durante la elaboración, corresponde a la propuesta por BRITO (2000), con las debidas modificaciones para aquellos tratamientos que incorporan el ingrediente en estudio (FIGURA 3 y ANEXO 1).

Se efectuaron análisis fisicoquímicos a la leche fluida pasteurizada y al queso a 48 horas de proceso y 28 días de maduración. Además se realizó la evaluación sensorial del producto final.

3.4.2 Diseño experimental. Se realizó, para este ensayo, un diseño de bloques al azar con tres repeticiones para cada tratamiento, estudiando las variables de respuesta en dos tiempos diferentes: 0 y 28 días de maduración. La unidad experimental fue la tina de proceso, de la cual se obtuvieron tres quesos de 9 kilos cada uno, aproximadamente.

3.4.3 Tratamientos. Se realizaron 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno.

- Tratamiento 1: Control completo en grasa, elaborado con leche estandarizada al 3,2% materia grasa.
- Tratamiento 2: Control reducido en grasa, elaborado con leche estandarizada al 1,6% materia grasa.
- Tratamiento 3: Leche estandarizada al 1,6% materia grasa más la adición de Simplese[®] D100 (Kelco Co.), imitador graso basado en micropartículas proteicas.
- Tratamiento 4: Leche estandarizada al 1,6% materia grasa más la adición de Dairy Lo[™] (Cultor Food Science Inc.), concentrado proteico de suero (CPS), como imitador graso.

Los dos imitadores de grasa usados, han sido probados en algunas variedades de queso, sin embargo no se reportan estudios relacionados con su utilización en queso Chanco.

Los parámetros propios de cada una de las etapas de proceso del queso Chanco se mantuvieron constantes para los cuatro tratamientos, sólo varió la dosis y la forma de añadir el ingrediente adicional.

3.4.4 Protocolo de producción para los tratamientos que incorporaron imitadores grasos.

Para el tratamiento 4, Dairy Lo™ fue añadido a una concentración final del 1% p/p en la leche, es decir 2,47 kilos de Dairy Lo™ para 247 kilos de leche aproximadamente (el peso de la leche se determinó cuantificando su volumen y densidad). Previamente este ingrediente fue mezclado en una porción igual al 25% de la leche total y posteriormente calentada a 80°C por 10 minutos. Rápidamente la mezcla se llevó a 20°C y se añadió al resto de la leche en tina, siguiendo con el método de elaboración indicado en el ANEXO 1.

El tratamiento 3 no requirió mayores actividades previas, puesto que Simplese®D100 se añade directo a tina (en la leche fría), en una proporción del 0,07% p/p, agitando por 2 minutos antes de continuar con el proceso.

Las proporciones y el procedimiento para añadir cada uno de los imitadores grasos, se determinó de acuerdo a las recomendaciones de los respectivos fabricantes y a la literatura encontrada.

3.5 Métodos de análisis

3.5.1 Leche.

1. Determinación de acidez titulable. NCh 1738. Of 80 (CHILE, INN, 1979a)

2. Determinación de pH. Método potenciométrico. NCh 1671. Of 79 (CHILE, INN, 1979b)
3. Determinación de materia grasa. Método Gerber. NCh 1016/1. Of 79 (CHILE, INN, 1979c)
4. Determinación de densidad. NCh 1672.Of 79 (CHILE, INN, 1979d)
5. Determinación de nitrógeno total en suero y leche fluida. Método del bloque de digestión (Método Rápido de Rutina MicroKjeldahl), según norma IDF-FIL 20B: 1993.

3.5.2 Proceso de elaboración.

1. Determinación de acidez titulable y pH de la leche antes de añadir el cultivo láctico y luego del período de premaduración, por la metodología señalada en NCh 1738. Of 80 y Método potenciométrico. NCh 1671. Of 79, respectivamente.
2. Determinación del tiempo de corte. Método prueba de la mano y prueba del corte con cuchillo, descrito por FAO (1986).
3. Determinación de acidez titulable al suero. NCh 1738. Of 80.

3.5.3 Producto terminado.

1. Determinación de pH. Método Potenciométrico. NCh 1671. Of 79.
2. Determinación de Materia Grasa. Método Van Gulik. ISO N° 3433: 1975
3. Determinación de humedad. Método Gravimétrico IDF-FIL 4A:1982, descrito por PINTO *et al.* (1998a).
4. Determinación del rendimiento práctico. Mediante el peso de la leche y del queso.
5. Determinación del rendimiento teórico mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{[(0,93 \times MG) + (C - 0,1)] \times 1,09}{1 - \left(\frac{Hm}{100}\right)} \quad (\text{ec.1}) \text{ (Van Slyke, citado por COGGINS, 1991)}$$

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

MG : Materia grasa de la leche (%)

Hm : Humedad del queso (%)

C : Caseína en leche (%)

Esta fórmula fue utilizada en queso Gouda por NIKLITSCHK (1997) y BRITO *et al.* (2002), debido a su alta correlación con el rendimiento práctico.

3.5.4 Análisis organoléptico del producto terminado.

A 28 días de maduración, se llevó a cabo la evaluación organoléptica del producto. Con este fin se implementó un análisis sensorial con un set de 7 panelistas semientrenados que tuvieron como misión calificar los cuatro tratamientos en estudio.

Se aplicó un test descriptivo global, con el objetivo de elaborar un perfil general de cada tratamiento, utilizando para ello una pauta con una escala de valoración de 9 puntos que evalúa diversos atributos que pudieran verse afectados con la reducción del tenor graso y/o por la incorporación de reemplazantes grasos en el queso (ANEXO 42).

El muestreo se llevó a cabo según norma IDF-FIL 50B:1995, en las dependencias del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, de la Universidad Austral de Chile.

3.5.5 Análisis estadístico.

Los resultados obtenidos del proceso de elaboración, las pruebas fisicoquímicas, del panel organoléptico y rendimiento, fueron analizados utilizando las siguientes herramientas estadísticas:

- Test de Bartlett: Como medio de verificación de la homogeneidad de las desviaciones estándar antes de proceder a realizar el análisis de varianza.
- Análisis de varianza de 1 vía (ANDEVA). Para establecer si existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.
- Test de comparación múltiple, método Tukey (HSD). Para identificar los tratamientos estadísticamente distintos si la ANDEVA arroja valores $p < 0,05$.

Además se aplicó un test de correlación entre las características fisicoquímicas y sensoriales mediante la determinación del Coeficiente de Correlación de Spearman.

Previamente a realizar estos análisis, los resultados de las pruebas sensoriales fueron sometidas al Test de Concordancia de Kendall, para corroborar la uniformidad de criterios aplicados en la evaluación de cada uno de los atributos del queso Chanco, por parte de los jueces que integraron el panel organoléptico (BERNARD, 1973).

Finalmente, los resultados del rendimiento quesero se analizaron vía Prueba de Comparación de Muestras Pareadas, para establecer el grado de semejanza entre el rendimiento práctico y el teórico.

Para el análisis de datos se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS plus 5.0 para Windows. El Test de Correlación, en tanto, se desarrolló mediante el uso del programa SPSS 10.1 para Windows.

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Caracterización fisicoquímica de la leche utilizada en la elaboración del queso Chanco.

En el CUADRO 5 se exponen los resultados de las pruebas analíticas realizadas a la materia prima pasteurizada, empleada en el presente estudio para la elaboración del queso Chanco. Los resultados de cada una de las repeticiones se pueden observar detalladamente en el ANEXO 2.

CUADRO 5. Características fisicoquímicas de la leche utilizada en el proceso.

Tratamiento	Materia Grasa * (%)	Proteína Total * (%)	Caseína * (%)	Densidad a 20°C * (g/ml)	pH *	Acidez * (°Th)
1	3,18 ^a	3,33 ^a	2,43 ^a	1,029 ^a	6,64 ^a	15,33 ^a
2	1,62 ^b	3,51 ^b	2,81 ^b	1,030 ^a	6,69 ^a	16,00 ^a
3	1,65 ^b	3,49 ^b	2,77 ^b	1,031 ^a	6,63 ^a	16,00 ^a
4	1,68 ^b	3,54 ^b	2,79 ^b	1,030 ^a	6,63 ^a	15,67 ^a

* Promedio de tres repeticiones.

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

Según Cersovsky *et al.* citados por TORNADIJO *et al.* (1998), se entiende por calidad de la leche "un conjunto de características que determinan su idoneidad para los fines previstos de tratamiento y empleo" y entre estas características mencionadas se destaca el que posea una composición química normal, indicativa de una buena aptitud para la transformación, especialmente si se ha de utilizar como materia prima para la elaboración de quesos.

ALAIS (1985) y FOX y McSWEENEY (1998), señalan que los niveles normales de grasa en leche de origen bovino sin estandarizar, varían entre 35 y 37 gramos por litro, dependiendo de factores genéticos y/o ambientales, como raza del animal, alimentación, época del año, etapa de lactación, etc. Por otro lado MADRID (1990), declara un contenido cercano al 3,4% para una leche normal y SCOTT (1991), un 3,75%. PINTO *et al.* (1998b), según estudios realizados en leche cruda de la VIII, IX y X Regiones, declaran un promedio de 3,53% para este mismo componente.

En los resultados exhibidos en el CUADRO 5, se puede observar un descenso cercano al 50% en el contenido graso de la materia prima utilizada en la elaboración de los tratamientos 2, 3 y 4, respecto del tratamiento control completo en grasa. Este es uno de los requisitos fundamentales de cumplir, previo a la ejecución del proceso de elaboración, para lograr los niveles esperados de materia grasa en el producto final.

La presencia de este componente, luego de la estandarización de la leche, alcanza un 3,18% en T_1 , mientras que en el resto de los tratamientos fluctúa entre 1,62 y 1,68%, encontrándose diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los tres tratamientos reducidos en grasa y el control de grasa normal (ANEXO 3).

Los valores de proteína total encontrados en las leches se encuentran entre 3,33 y 3,54%, en promedio, siendo menor para T_1 y mayor para los tratamientos 2, 3 y 4, con menor contenido graso. A modo de referencia, el

rango de proteína total en leche cruda declarado por los autores consultados fluctúa entre 3,15 y 3,85% (ALAIS, 1985; SCOTT, 1991; 1985; FOX y McSWEENEY, 1998; PINTO *et al.*, 1998b; WALSTRA *et al.*, 1999).

Del análisis estadístico se desprende que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tratamientos para el parámetro proteína total, siendo T₁ estadísticamente inferior al resto de los tratamientos (ANEXO 4).

PASCUAL (1982), STEFFEN (1983), ECK (1990) y TORNADIJO *et al.* (1998), otorgan especial relevancia a la riqueza composicional de la materia prima a ser utilizada en la elaboración de quesos, especialmente a su contenido en caseína, por ser éste el soporte básico de la estructura de la cuajada y, por lo tanto, por su gran incidencia sobre el rendimiento.

En esta investigación la caseína presente en la leche alcanzó un 2,43% para T₁, constituyendo cerca del 73% de la proteína total, mientras que en los tratamientos reducidos en grasa, T₂, T₃ y T₄ respectivamente, llegó a 2,81; 2,77 y 2,79%, representando en promedio un 79% del total de proteína. Estos valores son menores a los reportados por MENDEZ (2000) pero están conforme a lo señalado por PASCUAL (1982), quien otorga un rango de 2,3 a 2,8% y por PINTO *et al.* (1998b), quién en leche cruda declara un rango de 2,03 a 3,33% para caseína. Para este parámetro, el análisis estadístico arroja diferencia significativa ($p < 0,05$) entre T₁ y el resto de los tratamientos (ANEXO 5).

Según ALAIS (1985), la densidad de la leche está determinada por dos factores opuestos y variables: la concentración de sólidos no grasos, donde la densidad varía proporcionalmente a esta concentración; y la magnitud del contenido de materia grasa.

Teniendo la grasa una densidad inferior a la unidad (0,949 g/ml) la densidad global de la leche varía de manera inversa a su contenido graso. Como consecuencia una leche descremada es más densa que la leche entera,

lo que se corrobora al observar los resultados expuestos en el CUADRO 5, donde los tratamientos reducidos en grasa, en general, presentaron valores más altos de densidad, aunque no se apreció diferencia significativa con el control de grasa completa ($p \geq 0,05$), según ANEXO 6.

Disposiciones reglamentarias chilenas sobre los requisitos que debe cumplir una leche fluida apta para el consumo humano indican que el pH de ésta debe encontrarse entre 6,6 y 6,8 y la acidez entre 12 a 21 ml de NaOH 0,1N/100 ml de leche (CHILE, MINISTERIO DE SALUD; 2001).

Niveles cercanos a los mencionados anteriormente consideran otros autores, ALAIS (1985), señala cifras de tolerancia de +/- 0,1 puntos sobre y bajo los límites de pH declarados en el párrafo anterior, mientras que para la acidez señala como normales valores que se encuentren entre 17,5 y 21,25 °Th.

En este estudio, las cifras arrojadas por los análisis fisicoquímicos para el pH y la acidez de la materia prima se encuentran dentro de los rangos establecidos por CHILE, MINISTERIO DE SALUD (2001), y no acusan diferencias significativas entre tratamientos ($p \geq 0,05$) (ANEXO 7 y 8).

En general, las características organolépticas de la leche utilizada en el proceso se advirtieron normales, sin defectos apreciables, lo que en conjunto con los resultados de los análisis fisicoquímicos, permiten concluir que la leche empleada se encontraba en condiciones aceptables para ser procesada y transformada en queso y acorde con las disposiciones sanitarias chilenas.

4.2 Elaboración del queso Chanco.

Las etapas y condiciones más relevantes del proceso de elaboración de queso Chanco para cada uno de los tratamientos, se encuentran resumidas en el CUADRO 6. El detalle de las repeticiones efectuadas en el estudio se encuentra contenido en el ANEXO 9.

CUADRO 6. Control de proceso en los tratamientos de la investigación.

Etapas	TRATAMIENTOS *			
	T1 Completo en Grasa	T2 Reducido en grasa	T3 Simplese®	T4 Dairy Lo™
Premaduración de la leche				
▪ Temperatura (°C)	31,7	32,3	32,3	32,3
▪ Dosis de cultivo láctico (unidades)	8,86 (3,63 g)	8,86 (3,63 g)	8,86 (3,63 g)	8,86 (3,63 g)
▪ Acidez inicio premaduración (°Th)	15,3 ^a	16,0 ^a	16,0 ^a	15,7 ^a
▪ Acidez final premaduración (°Th)	15,7 ^a	16,0 ^a	16,7 ^a	16,3 ^a
▪ Tiempo de premaduración (min)	25,0	25,0	25,3	25,0
Coagulación de la leche				
▪ Cuajo (ml / 100 l)	16,6	16,6	16,6	16,6
▪ T° inicio coagulación (°C)	32,2	31,8	32,2	32,2
▪ Tiempo de coagulación (min)	40,7 ^a	41,3 ^{ab}	51,3 ^b	44,3 ^{ab}
Tratamiento de la cuajada				
▪ Tiempo de reposo del grano (min)	6,7 ^a	7,0 ^a	7,0 ^a	10,0 ^a
▪ Acidez inicio 1° agitación (°Th)	10,0 ^{ab}	9,0 ^b	10,3 ^a	10,3 ^a
▪ Tiempo 1° agitación (min)	15,0	15,3	15,7	15,7
▪ Cocimiento (litros agua/T°C agua)	15/65,3	15/67,0	15/66,0	15/66,3
▪ Tiempo de cocimiento (min)	20,3	19,7	20,3	19,0
▪ Acidez inicio del cocimiento (°Th)	9,3 ^a	9,0 ^a	9,5 ^a	10,2 ^a
▪ Acidez fin del cocimiento (°Th)	8,0 ^a	8,0 ^a	8,3 ^a	9,0 ^a
▪ T° final de cocimiento (°C)	37,5	37,7	37,8	37,7
▪ Tiempo 2° agitación (min)	20,0	20,0	20,3	20,0
▪ Acidez al desuere total (°Th)	8,0 ^a	7,7 ^a	8,3 ^a	9,0 ^a

* Promedio de tres repeticiones.

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

En el CUADRO 6 se observan tres etapas fundamentales en el proceso de elaboración del queso Chanco. La primera de ellas es la *premaduración de la leche*, que contempla la ambientación del cultivo láctico a la materia prima en la tina de proceso; la *coagulación*, etapa de precipitación de la caseína por acción del cuajo y, finalmente, el *tratamiento de la cuajada*, que es el conjunto de pasos realizados para lograr una adecuada sinéresis del grano. Cada una de estas etapas involucra parámetros propios y consideraciones bien definidas.

4.2.1 Etapa de premaduración de la leche. Constituye la primera etapa del proceso de elaboración y consiste primero en conseguir la adaptación del cultivo láctico al sustrato y condiciones del medio circundante, para posteriormente lograr un desarrollo tal que permita alcanzar una actividad apropiada para obtener el nivel de acidificación buscado, ALAIS (1985), denomina esta etapa como de “preparación del terreno” para las fases posteriores del proceso.

Se aprecia en el CUADRO 6 (y en detalle en el ANEXO 9a), que factores tales como dosis de cultivo, temperatura y tiempo de premaduración, se mantuvieron prácticamente invariables durante el proceso de elaboración. Este último parámetro se fijó en 25 minutos, tiempo considerado suficiente, según ensayos preliminares, para lograr un desarrollo adecuado y por lo tanto una plena capacidad de acidificación del cultivo láctico. Este tiempo es inferior al establecido por BRITO (2000), en pauta de elaboración de queso Chanco, puesto que en ésta se utiliza cultivos propagados, sin embargo es coincidente al promedio señalado por MUÑOZ (1999) y MENDEZ (2000), autores que utilizaron el mismo cultivo mesófilo empleado en el presente estudio (LD-Culture CH-N-22 directo a tina).

Del CUADRO 6 y ANEXO 10, se aprecia que la acidez inicial, al momento de añadir el cultivo, fue similar en todos los tratamientos, no registrándose diferencias significativas entre ellos a un nivel del 95% de

confianza. La cantidad de cultivo añadido se fijó en 8,86 unidades, con la cual los resultados de pH a salida de prensa, en los cuatro tratamientos, fueron los esperados para la variedad de queso en estudio. De igual forma, la acidez alcanzada al final del periodo de premaduración fue ligeramente superior a la inicial y similar en los cuatro tratamientos, no registrándose diferencias estadísticas entre ellos ($p \geq 0,05$) (ANEXO 11). Estos antecedentes indicarían que la etapa de premaduración se desarrolló adecuadamente, no incidiendo la reducción de la materia grasa ni la aplicación de imitadores grasos, sobre la actividad del cultivo.

4.2.2 Etapa de coagulación de la leche. En términos simples, la coagulación de la leche se traduce en la formación de un gel, como resultado de las modificaciones fisicoquímicas que intervienen a nivel de las micelas de caseína luego de la adición del cuajo y en presencia de iones de calcio, favoreciendo la eliminación de agua y, por lo tanto, la concentración de sólidos (FAO, 1986; ECK, 1990).

Durante la coagulación de la leche, las micelas de caseína forman cadenas, luego pequeños grupos y finalmente grandes agregados. Los espacios o poros formados entre estos grupos de caseínas, son llenados con grasa y suero, y a medida que el proceso de coagulación continúa, los grupos individuales de agregados crecen, el suero es expulsado de los espacios formados entre las caseínas y el coágulo llega a ser más firme (JOHNSON *et al.*, 2001).

Los criterios de control habitualmente utilizados para seguir este fenómeno y definir la aptitud de una leche para la coagulación, son el tiempo de coagulación, la velocidad de endurecimiento del gel, su dureza máxima y, eventualmente, la velocidad e importancia de la sinéresis (TORNADIJO *et al.*, 1998).

En el CUADRO 6 se pueden apreciar los parámetros más importantes medidos en esta etapa del proceso, con sus respectivos resultados expresados como promedio de tres repeticiones. El detalle de las repeticiones se presenta en el ANEXO 9b.

De acuerdo a PASCUAL (1982), entre las consideraciones importantes a tener en cuenta durante la coagulación, está la de mantener un estricto control sobre la temperatura, pues bajo 30°C (26-29°C) pueden producirse cuajadas blandas y gelatinosas de fácil desuerado, mientras que temperaturas superiores a 33°C provocarán, seguramente, cuajadas ásperas, gomosas y de difícil desuerado. Por encima de los 40°C los cuajos animales comienzan a perder actividad y la acción del cultivo se inhibe. En esta investigación la temperatura se mantuvo constante y muy próxima a los 32°C en todos los tratamientos.

La cantidad de cuajo añadida correspondió a 16,6 ml por cada 100 litros de leche. Esta medida se estableció previa determinación del poder coagulante del cuajo, según procedimiento descrito por ALAIS (1985).

El análisis estadístico (Prueba de Tukey) destaca dos grupos homogéneos respecto del tiempo de coagulación. Se aprecian sin diferencias significativas entre sí los tratamientos 1, 2 y 4, con tiempos de coagulación que van desde 40,7 a 44,3 minutos. El segundo grupo homogéneo lo conforman los tratamientos 2, 3 y 4, con un tiempo máximo de corte de 51,3 minutos para T₃. Se concluye, en tanto, que existe diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$), sólo entre T₁ y T₃ (ANEXO 12).

SCOTT (1991), señala tiempos normales de coagulación que fluctúan entre 25 minutos y dos horas luego de la adición del cuajo, dependiendo del tipo de queso a elaborar. FAO (1986), en tanto menciona un rango de entre 25 y 45 minutos para quesos semiduros. Otros autores como BRITO (2000), declara un tiempo de 40 minutos para Chanco de grasa normal, mientras que MUÑOZ

(1999) y MENDEZ (2000), reportan tiempos experimentales que oscilan entre los 27 y 39 minutos tanto para queso Chanco de grasa completa como reducido en grasa.

Como se aprecia en el CUADRO 6, los tiempos de coagulación para T_1 y T_2 obtenidos en esta investigación, se encuentran próximos a lo declarado por MUÑOZ (1999), BRITO (2000) y MENDEZ (2000), aunque son levemente superiores; sin embargo, en los tratamientos que incorporaron imitadores grasos el incremento fue sustantivo, llegando a ser un 26% más extenso en T_3 respecto de T_1 .

Aunque el tratamiento 4 no presentó diferencias significativas frente a los dos controles ($p < 0,05$), cabe mencionar que el tiempo promedio de coagulación alcanzado en T_4 pudo haber sido inferior, de no haber ocurrido un inconveniente durante la preparación de la repetición uno. De esta forma, si bien la mezcla leche-Dairy Lo™ correspondiente a esta repetición permaneció a 80°C por el tiempo que estipula el protocolo de preparación del ingrediente, el descenso de la temperatura hasta 20°C, sufrió un retardo más allá de lo deseado, permaneciendo la mezcla a temperaturas superiores a 45°C por espacio de 20 minutos, en circunstancia que las repeticiones dos y tres en menos de 8 minutos ya registraban temperaturas inferiores a 35°C.

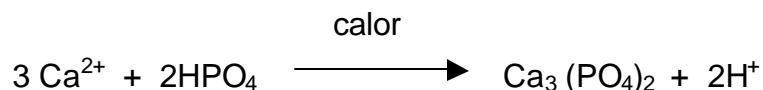
La situación mencionada en el párrafo anterior llevó a una sobre exposición de las proteínas de la leche al calor, denaturando la caseína y, por consiguiente, reduciendo su aptitud como sustrato para la enzima coagulante. Es necesario recordar que, según protocolo de proceso descrito en el punto 3.4.5, un 25% de la leche en tina tomaba parte de la preparación del Dairy Lo™.

Si bien este problema se presentó sólo en la repetición uno, sus efectos influyeron sobre el tiempo de coagulación promedio, elevándolo sobre los 44

minutos, mientras que en los casos con adecuado control de preparación (repeticiones 2 y 3), el promedio fue de sólo 41,5 minutos (ANEXO 9b).

Como se acaba de mencionar, lo sucedido con este tratamiento tiene directa relación con la temperatura mantenida sobre una porción de la leche a la cual se añadió uno de los ingredientes imitadores de grasa. Al respecto, se sabe que entre los factores importantes que pueden influir negativamente sobre el tiempo de coagulación se encuentra precisamente la temperatura a la cual se somete la leche antes de ser utilizada como materia prima en la elaboración de quesos. Al aplicar temperaturas sobre las recomendadas, la coagulación puede sufrir retardos importantes, debido fundamentalmente a dos motivos.

El primero de ellos dice relación con la presencia de iones de calcio en la leche de quesería. La coagulación de la leche por la quimosina depende en gran medida de la presencia de este componente en su fase soluble, de esta forma un cambio en el equilibrio entre fosfato de calcio coloidal y soluble influirá sobre la actividad de esta enzima, y por consiguiente, sobre la coagulación de la leche. El equilibrio al que se hace mención está representado por la siguiente expresión:



Como el fosfato de calcio es menos soluble a altas temperaturas, el calentamiento excesivo de la leche causará un cambio hacia la derecha en este equilibrio, como consecuencia, la concentración de calcio disuelto disminuirá y la concentración de iones hidronio se incrementará, causando una disminución del pH (KJAERGAARD y STAPELFELDT, 1991).

El segundo y más importante factor de retardo de la coagulación en leches sobrecalentadas es la formación de un complejo entre la κ caseína y la β lactoglobulina. Según ALAIS (1985) y RIERA *et al.* (1996), este complejo se forma debido a que los grupos sulfhidrilos libres de la β lactoglobulina

denaturada se enlazan con los de la caseína, lo que modifica las propiedades de la κ caseína. Este complejo asegura una protección a las micelas haciéndolas menos sensibles a la acción del cuajo que la caseína original.

McMAHON *et al.* (1996), declaran que, en un estudio realizado en queso Mozzarella con incorporación de Dairy Lo™, la formación de este complejo redujo la fundibilidad del producto, ya que perjudicó las propiedades de estiramiento de las cadenas de proteínas.

PASCUAL (1982), en tanto, señala la inconveniencia de tener largos periodos de coagulación en el queso ya que se registran mayores pérdidas de nitrógeno proteico en el suero, aunque esto está sujeto al tipo de cuajo utilizado y a su capacidad proteolítica.

En otro aspecto, se apreció en los tratamientos que contenían concentrados proteicos que la consistencia de la cuajada fue más débil que en los tratamientos controles, aunque éste parámetro sólo se evaluó subjetivamente al presionar la cuajada con la palma de la mano.

Algunos autores han esbozado explicaciones sobre las causales que originarían esta situación.

FAO (1983) y TORNADIJO *et al.* (1998), señalan que el fenómeno de coagulación incluye dos etapas: la hidrólisis de la κ -caseína, y la agregación de las micelas modificadas. Si la concentración de caseínas es baja, la velocidad de agregación es lenta comparada con la velocidad de hidrólisis de la κ -caseína; mientras que a elevada concentración, el tiempo de coagulación viene determinado por la velocidad de acción del cuajo.

SCOTT (1991) y KAMESWARAN y SMITH (1999), declaran que la tensión de la cuajada se ve afectada por diversos factores, entre los que se encuentran la concentración del cuajo, temperatura de coagulación, fuerza

iónica, pH de la leche, recubrimiento de la κ -caseína por proteínas denaturadas o ácidos grasos libres, dilución de la leche, concentración de proteínas séricas en la cuajada y finalmente el contenido graso de la leche.

LUCEY y GORRY (1993), al utilizar Simplese[®]D100 en la elaboración de queso Cheddar reducido en grasa, determinaron que las propiedades de coagulación de la cuajada no se vieron mayormente afectadas por la incorporación de este producto, sin embargo, el gel obtenido luego del período de coagulación, fue más débil que el del control bajo en grasa sin Simplese[®], debido posiblemente, según declaran, a que las partículas de este imitador graso interfieren en la firmeza de la matriz de proteínas formada durante la coagulación.

FENELON y GUINEE (1997), en tanto, emplearon Dairy Lo[™] en una concentración del 1%, para elaborar la misma variedad de queso, reducido en grasa, encontrando que la incorporación de este producto resultó en una cuajada débil y con un leve aumento en el tiempo de coagulación. Estos efectos fueron atribuidos al reducido grado de agregación entre las micelas de caseína, al incremento en la unión de agua por el alto grado de denaturación de las proteínas séricas *per se* contenidas en Dairy Lo[™] y/o a un efecto de dilución de la caseína, el componente activo del gel. Finalmente, concluyen que los resultados obtenidos en sus investigaciones sugieren que el Dairy Lo[™] se asocia directamente con la paracaseína, vía enlaces disulfuro con la κ -caseína, de manera análoga a que lo hacen las proteínas séricas en leches tratadas a altas temperaturas interaccionando y formando un tipo de gel complejo. Esto estaría sostenido por las perjudicadas propiedades de formación de la cuajada observadas en los tratamientos que contenían Dairy Lo[™], a pesar de tener niveles similares de proteína en estos tratamientos comparados al control.

STEFFL *et al.* (1999), en tanto, sometieron a prueba dos tipos de concentrados de proteína de suero, uno elaborado por ultrafiltración y otro por

microparticulación, comparando sus efectos con los obtenidos al adicionar crema láctea sobre leche descremada. Estos autores concluyeron que tanto las partículas de proteínas de suero como los glóbulos grasos nativos, actúan como rellenos inertes en los poros de la matriz de caseínas y no están involucrados activamente en la formación del gel. Sin embargo, señalan que el efecto que estos componentes ejercen sobre la consistencia de la cuajada varía según el tamaño de las partículas que los conforman.

De esta manera, si el tamaño de la partícula es mayor que el de los poros formados en la red de caseínas (aproximadamente 10 micras), la fuerza del gel disminuye debido al rompimiento de la estructura regular de la red. Por el contrario, si el tamaño de las partículas es menor al de los poros de la matriz, entonces la disminución en la fuerza del gel se debe sólo al efecto de dilución causado por la menor concentración de caseínas.

Estos mismos autores, al aplicar microscopía electrónica sobre los ingredientes utilizados encontraron que el proceso de microparticulación resultó menos efectivo para obtener tamaños de partículas menores a 10 micras que la ultrafiltración, logrando por lo tanto, cuajadas más débiles al añadir proteínas séricas micropaticuladas que al agregar proteínas ultrafiltradas.

Resultados coincidentes a los de STEFFL *et al.* (1999), declaran McMAHON *et al.*, (1996), en el sentido que el tamaño de la micropartícula de Simplese[®]D100, sería mayor al de la partícula de Dairy Lo[™] obtenida por ultrafiltración, aunque en ninguno de los dos casos serían superiores a 10 micras.

En síntesis, LUCEY y GORRY (1993), FENELON y GUINEE (1997), y STEFFL *et al.* (1999), confluyen en una misma idea y es que la utilización de imitadores grasos basados en proteínas séricas producen un debilitamiento en la fuerza del gel obtenido tras el proceso de coagulación de la leche. Este efecto puede explicarse por dos vías, una, por el excesivo tamaño de las

partículas incorporadas y dos, por un efecto de dilución de las caseínas, lo que influye negativamente sobre el tiempo de coagulación, según TORNADIJO *et al.* (1998).

Finalmente, los resultados obtenidos por los autores citados, más los propios de esta investigación, permiten concluir que la incorporación al proceso de elaboración de ingredientes imitadores de grasa basados en proteínas de suero, afecta negativamente las propiedades de coagulación de la cuajada, lo que se ve reflejado en el tiempo de coagulación obtenido al utilizar Simplese[®]D100 en el tratamiento 3, el cual fue largamente superior y estadísticamente diferente a todos los otros tratamientos.

4.2.3 Tratamiento de la cuajada. Luego del corte del coágulo, se da inicio a una serie de etapas que tienen por objetivo acelerar la sinéresis del grano formado tras la ruptura del gel, con el fin de disminuir su contenido de humedad, además de lograr la acidez adecuada al tipo de queso que se desea elaborar.

Según PAQUET *et al.* (2000), el factor de control más importante sobre la calidad del queso es la producción de ácido en la tina de proceso, resultado de la conversión de la lactosa por el cultivo láctico, debido a que ésta determina ampliamente las características básicas de la estructura del queso, así como el contenido de minerales y de humedad.

En el CUADRO 6 se presentan los valores promedio para cada tratamiento, respecto de cada uno de los parámetros medidos durante la etapa de tratamiento de la cuajada. Los valores de cada repetición se encuentran contenidos en el ANEXO 9c.

En el ANEXO 13, se puede observar que el tiempo de reposo del grano tras el corte no presentó diferencia significativa ($p \geq 0,05$) entre los tratamientos, aunque se aprecia una tendencia al alza en los tratamientos bajos en grasa, especialmente en T₄. Esta situación se explica por la capacidad que tienen las

proteínas séricas denaturadas, contenidas en los imitadores grasos, para retener humedad, lo que retarda el proceso de sinéresis.

Al respecto, CARON *et al.* (2001), evaluaron la capacidad de expulsión del suero desde cuajadas elaboradas a partir de leche bovina y concentrados de proteínas séricas, concluyendo que la tasa de sinéresis de la leche control, sin imitadores, fue más alta que aquellas que sí los contenían. Además observaron que la pérdida de constituyentes de la leche en el suero se incrementó a medida que la concentración de proteínas fue en aumento. Esta situación se dio de manera más acentuada en las leches que contenían imitadores proteicos obtenidos por ultrafiltración.

En este mismo orden LUCEY y GORRY (1993), al utilizar Simplese®D100 en la elaboración de queso Cheddar, observó una reducción de la sinéresis en las cuajadas que contenían este ingrediente.

Según el análisis de varianza y el test de rango múltiple (Tukey), presentado en el ANEXO 14, el desarrollo de acidez al inicio de la primera agitación, fue significativamente superior ($p < 0,05$) en los tratamientos que incorporaron imitadores grasos (T_3 y T_4), respecto del control reducido en grasa (T_2), no encontrándose la misma diferencia entre estos tratamientos y T_1 .

El prolongado tiempo de coagulación de T_3 , y el alto contenido de lactosa presente en los ingredientes basados en suero lácteo (50% en Dairy Lo™), podrían explicar en parte este resultado. Cabe recordar que la lactosa es el sustrato natural de las bacterias que componen el cultivo y cuanto más tiempo actúen sobre ella, mayor es la producción de ácido láctico.

No obstante lo anterior, los valores de acidez registrados en esta fase son similares a los reportados por MORALES (1993), quién declara un promedio de $10,3^{\circ}\text{Th}$ en la primera agitación durante la elaboración de queso Chanco, valor muy próximo al registrado en esta investigación.

MUÑOZ (1999), declara que la acidez registrada al inicio de la primera agitación y al inicio del cocimiento, durante la elaboración de queso Chanco, es inferior a la obtenida por MORALES (1993), atribuyendo este defecto a una diferencia en la actividad de los cultivos directos y propagados, ya que estos últimos se adicionan a la leche ya activados y por lo tanto desarrollarían una fermentación más intensa al inicio del proceso. En la presente investigación se utilizó el mismo cultivo aplicado por MUÑOZ (1999) (LD-Culture CH-N-22, directo a tina), sin embargo, los valores de acidez obtenidos en estas etapas son mayores a los reportados por este autor.

La acidez al inicio del cocimiento no presentó diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre los tratamientos en estudio (ANEXO 15).

El tiempo de las sucesivas agitaciones, así como el tiempo y la temperatura de cocimiento, se fijaron de acuerdo a lo establecido en pauta de elaboración de queso Chanco por BRITO (2000), y fue mantenida y controlada rigurosamente en los cuatro tratamientos.

SCOTT (1991), destaca la importancia de controlar la etapa de cocimiento de la cuajada, pues la elevación de la temperatura favorece la eliminación del suero al provocar la contracción del coágulo.

El comportamiento de la acidez al término del cocimiento y al desuere total fue similar en todos los tratamientos, sin registrarse diferencias significativas entre ellos ($p \geq 0,05$) (ANEXOS 16 y 17), y aunque se aprecia un leve incremento en los valores de acidez de T_3 y T_4 durante todas las etapas de proceso, sólo al inicio de la primera agitación se observó diferencia significativa entre los tratamientos experimentales y el control bajo en grasa (T_2), no ocurriendo lo mismo en las fases restantes.

En la etapa de desuere total se observa un leve descenso en el valor de acidez del tratamiento 2, respecto de la misma al finalizar el cocimiento, esto

debido, posiblemente, a un error de lectura en el valor de acidez de la primera repetición, lo cual finalmente hizo bajar el promedio de 8,0 a 7,7°Th.

Estudios realizados por LUCEY y GORRY (1993), respaldan los resultados expuestos al declarar que, en la elaboración de una variedad de queso Cheddar reducido en grasa, no se detectaron diferencias significativas en el desarrollo de acidez entre el tratamiento con Simplesse® D100 y el control de bajo contenido graso.

4.2.4 Evolución del pH en el proceso de elaboración. Los valores de pH a través del proceso de elaboración del queso Chanco, se encuentran contenidos en el CUADRO 7. Estos mismos valores más los registrados al inicio y fin de la maduración se representan en la FIGURA 4. Los resultados de cada repetición se pueden observar en el ANEXO 18.

CUADRO 7. Valores de pH registrados durante la elaboración del queso Chanco.

Tratamiento	pH inicio premaduración *	pH fin premaduración *	pH salida prensa *	pH a 24 horas *
1	6,64 ^a	6,57 ^a	5,97 ^a	5,18 ^a
2	6,69 ^a	6,63 ^a	5,93 ^a	5,18 ^a
3	6,63 ^a	6,53 ^a	5,82 ^a	5,23 ^a
4	6,63 ^a	6,57 ^a	5,95 ^a	5,24 ^a

* Promedio de tres repeticiones.

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

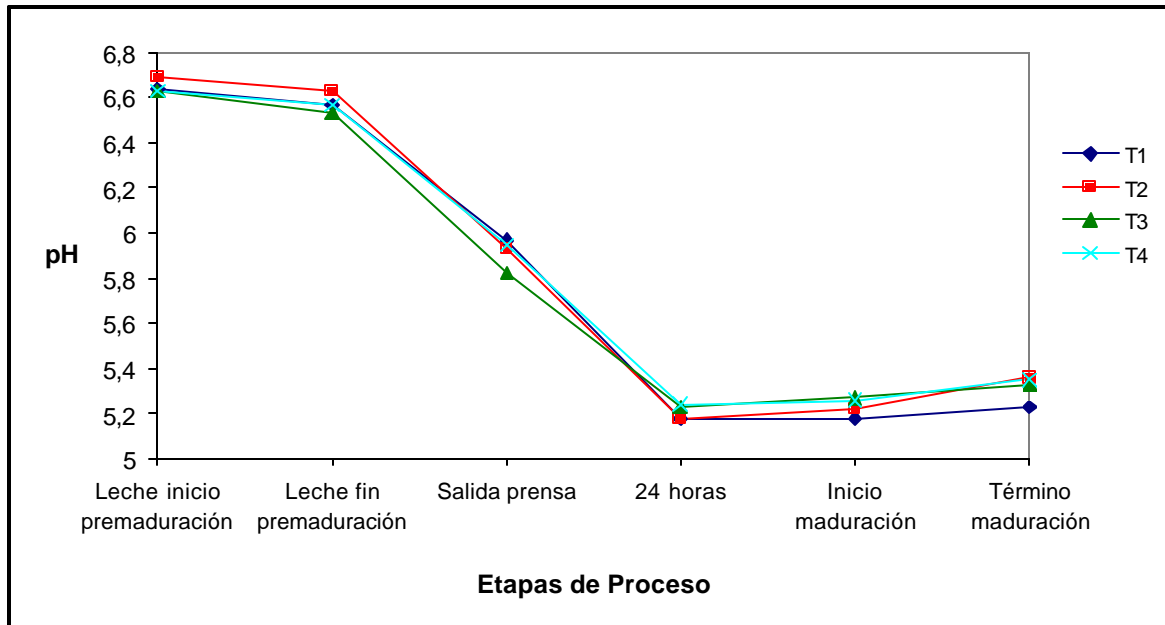


FIGURA 4. Evolución del pH durante el proceso de elaboración y maduración del queso Chanco.

En general, del CUADRO 7 se desprende que la evolución del pH, en los cuatro tratamientos, presentó un comportamiento normal y adecuado para la variedad de queso en estudio, no encontrándose diferencias significativas ($p \geq 0,05$), en ninguna de las etapas relevantes del proceso (ANEXOS 19, 20, 21 y 22), esto permite deducir, que la incorporación de imitadores grasos basados en proteínas séricas denaturadas, no afecta el proceso de acidificación normalmente desarrollado durante la elaboración del queso Chanco.

La baja de pH más pronunciada se localiza entre el fin de la premaduración y las 24 horas de iniciado el proceso de elaboración (FIGURA 4), punto en el cual la pendiente se hace positiva tomando una trayectoria ascendente. Esta última tendencia se mantiene durante el período de maduración del queso.

Según SCOTT (1991), el pH de la leche o de la cuajada desciende progresivamente a una velocidad uniforme siempre que no se produzcan

cambios de temperatura o se añada sal, pero la acidez de valoración no aumenta de una manera continua. Entre el último valor de acidez de la leche y el primero del suero, se produce de hecho una caída que se debe a la pérdida de proteína que ello supone.

Por otro lado, es fundamental obtener un pH adecuado cuando el queso sale de prensa, ya que esto es señal de que el proceso fermentativo ha sido llevado a cabo en condiciones apropiadas en el proceso de elaboración y por lo tanto, la aptitud a los procesos degradativos de la masa de queso durante la maduración será óptima.

En este estudio el pH a salida de prensa fluctuó entre 5,82 (T_3) y 5,97 (T_1), encontrándose dentro del rango establecido por BRITO *et al.* (1996). Estos autores señalan valores normales entre 5,8 y 6,0 para queso Chanco de grasa normal.

MORALES (1993), declara un rango entre 5,8 y 5,95, muy similares a los encontrados en este estudio. MUÑOZ (1999) y MENDEZ (2000), en tanto, declaran cifras que fluctúan entre 6,0 y 6,2.

Llama la atención el hecho de que T_3 y T_4 , a pesar de ser los tratamientos que presentaron valores de acidez ligeramente mayores durante el proceso de elaboración, no continuaran con esta tendencia después del prensado, siendo sus valores de pH superiores respecto de los tratamientos controles, aunque muy levemente.

4.3 Características composicionales del queso Chanco al inicio y término de la maduración.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a los quesos a 48 horas de procesamiento y 28 días maduración (inicio y término de maduración, respectivamente) se presentan en el CUADRO 8 y en forma gráfica, en las

FIGURAS 5, 6, 7, 8, 9, y 10. Los valores de repetición se exponen en los ANEXOS 23 y 24.

Los parámetros controlados durante el período de maduración fueron humedad y materia grasa, a partir de los cuales se procedió a determinar el contenido de humedad en queso desgrasado (Hum/QDG) y materia grasa en base seca (MG/BS). Adicionalmente se llevó un control del pH en los tiempos especificados en el párrafo anterior.

CUADRO 8. Características fisicoquímicas del queso Chanco a 48 horas de proceso y 28 días de maduración.

PARÁMETRO	TRATAMIENTO *			
	T1 Completo en grasa	T2 Reducido en grasa	T3 Simplese®	T4 Dairy Lo™
	48 HORAS **			
Humedad (%)	50,04 ^a	52,12 ^a	52,82 ^a	54,38 ^a
Materia Grasa (%)	25,59 ^a	16,07 ^b	17,34 ^b	17,09 ^b
Hum/QDG (%)	67,25 ^a	62,12 ^b	63,89 ^{ab}	65,57 ^{ab}
MG/BS (%)	51,22 ^a	33,58 ^b	36,72 ^b	37,36 ^b
pH	5,19 ^a	5,22 ^a	5,26 ^a	5,25 ^a
	DIA 28 ***			
Humedad (%)	48,18 ^a	49,48 ^{ab}	49,41 ^{ab}	50,97 ^b
Materia Grasa (%)	26,29 ^a	16,79 ^b	18,46 ^b	17,79 ^b
Hum/QDG (%)	65,37 ^a	59,50 ^b	60,60 ^b	62,03 ^{ab}
MG/BS (%)	50,75 ^a	33,26 ^b	36,48 ^b	36,31 ^b
pH	5,23 ^a	5,36 ^b	5,33 ^{ab}	5,35 ^b

* Promedio de tres repeticiones.

** Inicio de maduración.

*** Fin de maduración.

Hum/QDG : Humedad en queso desgrasado.

MG/BS : Materia grasa sobre base seca.

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

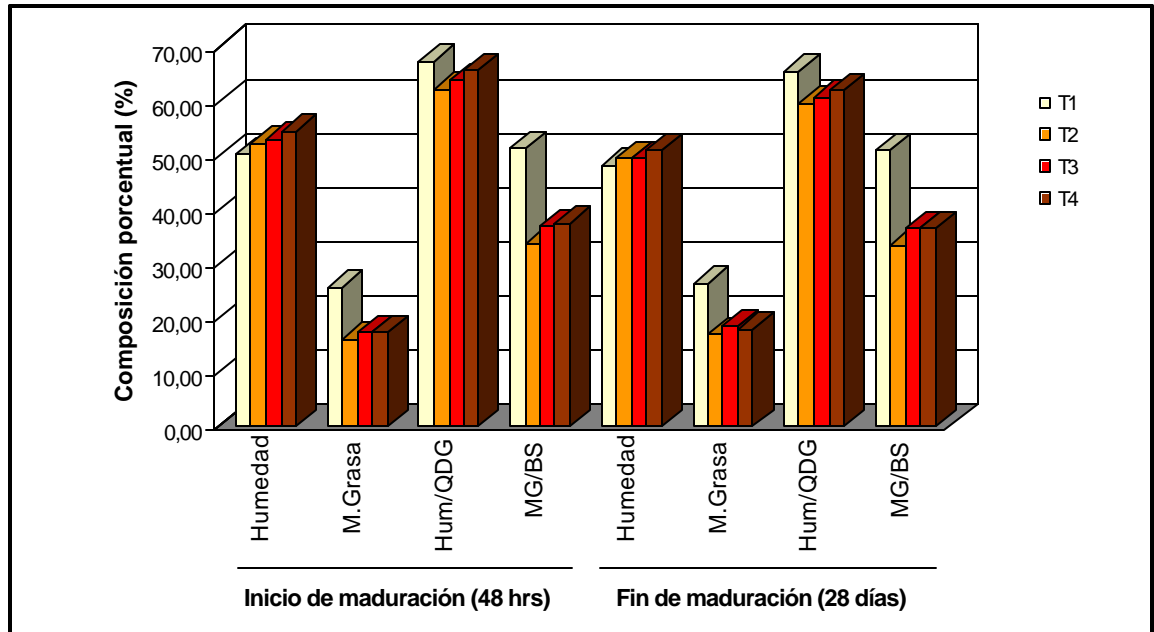


FIGURA 5. Parámetros fisicoquímicos del queso Chanco a 48 horas de proceso y 28 días de maduración.

4.3.1 Humedad. En el CUADRO 8 y FIGURA 6, se expone el contenido de humedad de los quesos. Si bien se aprecia un mayor contenido de humedad en los tratamientos reducidos en grasa, el análisis estadístico no advierte diferencias significativas entre éstos y el control completo en grasa ($p \geq 0,05$), a 48 horas de concluido el proceso de elaboración (ANEXO 25). Esta situación puede explicarse por la variabilidad registrada en el contenido de humedad entre las repeticiones de un mismo tratamiento, especialmente en T₃ y T₄.

La tendencia registrada en los resultados expuestos en el CUADRO 8 es coherente con la declarada por otros autores. Así, los valores de humedad para queso Chanco tradicional cuya maduración recién se inicia, fluctúan entre 48,65%, según MUÑOZ (1999) y 51,07%, según MORALES (1993). Otros autores tales como BRITO *et al.* (1995) y MENDEZ (2000), declaran valores de 51,06% y 50,42% respectivamente (promedio de tres repeticiones); por lo tanto,

el tratamiento control completo en grasa obtenido en esta investigación, se ajusta a estos valores.

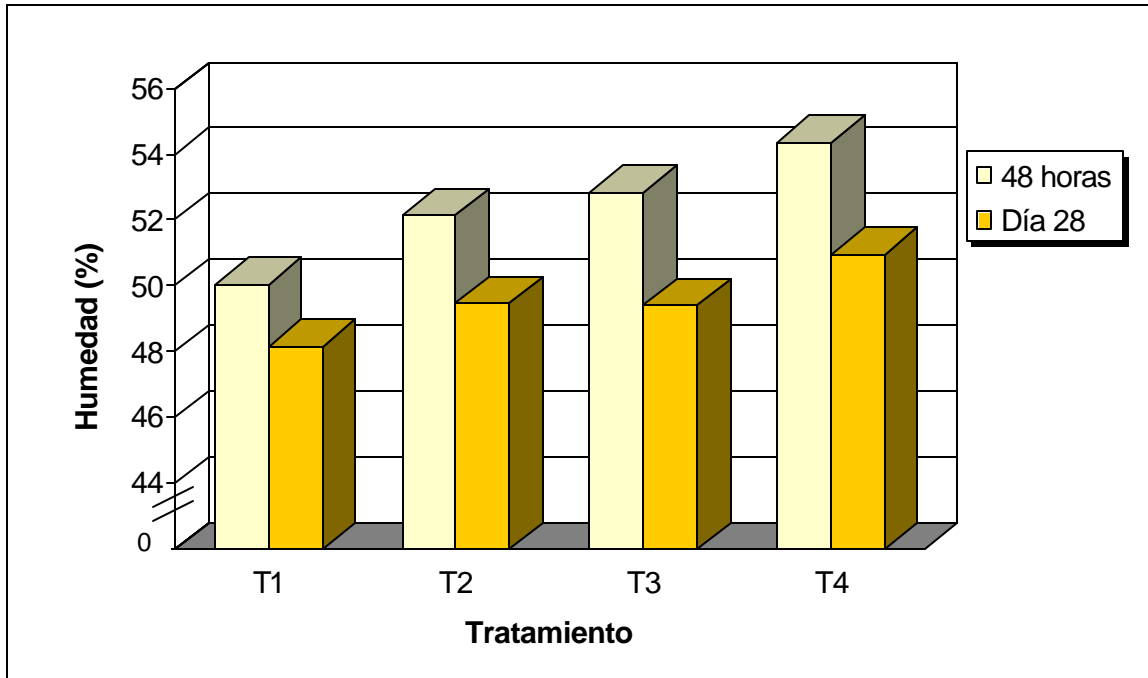


FIGURA 6. Contenido de humedad del queso Chanco a 48 horas de proceso y 28 días de maduración.

Por otro lado, los controles reducidos en grasa elaborados por MUÑOZ (1999) y MENDEZ (2000), presentaron valores de humedad que oscilan entre 46,06 y 53,16%, siendo éste último valor cercano al 52,12% obtenido en el actual trabajo.

En relación a los valores presentados en los párrafos anteriores, se aprecia un alza en el contenido de humedad de los tratamientos que incorporaron imitadores grasos, sin embargo, este aumento no resultó ser significativo al inicio de la maduración, e incluso el 53,16% informado por MENDEZ (2000) para el control reducido en grasa en una de sus repeticiones, resulta ser superior al promedio encontrado en el tratamiento 3 de esta investigación.

Respecto de la humedad que presentaron los quesos al finalizar el periodo de maduración, el análisis de varianza acusa la presencia de diferencias significativas entre tratamientos al 5% de significancia. De la aplicación del Test de Tukey se obtienen dos grupos homogéneos, el primero conformado por T_1 , T_2 y T_3 y el segundo compuesto de T_2 , T_3 y T_4 , siendo diferentes entre sí los tratamientos 1 y 4 ($p < 0,05$) (ANEXO 26).

Autores como BARRIA (1995), MUÑOZ (1999), MENDEZ (2000) y MANRIQUEZ (2000), reportan cifras cercanas al 44,70% como límite inferior y 47,35% en el límite máximo, al finalizar el periodo de maduración para queso Chanco tradicional. El contenido promedio de humedad obtenido en este trabajo asciende a un 48,18% para T_1 , es decir, algo superior a lo encontrado por los autores mencionados, pero bastante cercano a la especificación señalada en la Norma Chilena N°2090.

La Norma Chilena Oficial para Queso Chanco (NCh2090), aprobada en 1999, en el punto 6.3 "Requisitos físicos y químicos", establece un rango de humedad que fluctúa entre 44 y 48 por ciento para esta variedad de queso, siendo el promedio obtenido en esta investigación para T_1 , levemente superior a lo estipulado en ésta.

Por otra parte, un estudio de 1991 citado por BRITO (2000) en Guía de práctico de queso Chanco señala un contenido de humedad de 46,7 +/- 2,8 para esta variedad de queso, lo que se ajusta a los resultados obtenidos para este tratamiento.

Si bien es cierto no existe normativa respecto del queso Chanco reducido en grasa, existen valores referidos a su composición, declarados por algunos autores, que se pueden citar como referencia.

MUÑOZ (1999), al elaborar queso Chanco a partir de leche estandarizada al 1,6%, declara valores cercanos a 47,8% de humedad al

finalizar el periodo de maduración, mientras que MENDEZ (2000), obtuvo como promedio un 49,02% en el queso control reducido en grasa.

En esta investigación el contenido de humedad alcanzó un 49,48% para T_2 , cifra superior a lo reportado por MUÑOZ (1999) y MENDEZ (2000) y mayor en 1,48 puntos porcentuales a lo establecido en la Norma Chilena para queso Chanco de grasa normal.

ARDÖ *et al.* (1989), y Ardö citado por BERRINO (1998), señalan que la humedad es retenida en la matriz de caseínas en competencia con la materia grasa, sosteniendo además que al reducir el contenido graso de un queso una parte de ésta es reemplazada por una mayor cantidad de agua, lo que explicaría el alza en el contenido de humedad del tratamiento control reducido en grasa respecto del tradicional.

RUDAN *et al.* (1999), en tanto, declaran que la disminución de la materia grasa incrementa significativamente el contenido de humedad y el de proteínas en queso Mozzarella.

Otro factor a considerar respecto de la humedad lo aportan GILLES y LAWRENCE (1985). Estos autores otorgan una alta importancia al desarrollo de acidez durante el proceso de elaboración, manifestando que la tasa de producción de ácido influirá fuertemente sobre la expulsión de agua desde la cuajada.

ALAIS (1985), por su parte, señala que la coagulación y el desuerado durante el proceso de elaboración, determinan el contenido de agua del queso.

Respecto del rol que desempeñan las proteínas en la retención de humedad, este mismo autor resalta la importancia de la composición de la leche utilizada como materia prima en la fabricación de queso, señalando que una mayor cantidad de proteínas influirá positivamente en la retención de agua.

Por su parte ECK (1990), señala que el calentamiento de la leche determina la desnaturalización de las proteínas termolábiles, lo que se traduciría en una precipitación que permite su recuperación en la cuajada desuerada. Estas proteínas insolubilizadas poseen un poder de ligazón de agua más elevado que la paracaseína lo que en definitiva determina un aumento de la cantidad de agua ligada en el queso.

Al observar el CUADRO 6, se aprecia un aumento en el tiempo de reposo del grano de los tratamientos reducidos en grasa y si bien este aumento no resultó ser estadísticamente significativo ($p \geq 0,05$), se nota una clara tendencia, en estos tratamientos, a demorar la expulsión del suero desde el interior de la cuajada, conforme aumenta la concentración de proteínas séricas incorporadas a la leche, elevando el contenido de humedad del queso al inicio de la maduración y confirmando de paso lo señalado por ECK (1990).

En esta investigación, el incremento de humedad en T_4 , al cual se le adicionó Dairy Lo™, alcanzó al 5,8% a los 28 días de maduración, respecto del tratamiento control completo en grasa (T_1), mientras que T_3 fue sólo un 2,5% superior a T_1 y muy similar a T_2 , no apreciándose una influencia clara del Simplese® D100 sobre el contenido de humedad al final de la maduración.

Cabe recordar que la concentración de Dairy Lo™ adicionado a T_4 alcanzó al 1%, mientras que Simplese® D100 se añadió en una cantidad de 0,07% a T_3 , lo que significa que la cantidad de proteínas séricas agregadas a este tratamiento es bastante inferior a la agregada a T_4 , esto podría explicar en parte la escasa incidencia que ejerció Simplese® D100 sobre el contenido de humedad tanto al inicio como al término de la maduración.

BERRINO (1998), elaboró una variedad de queso tipo Edam a partir de leche estandarizada al 0,5% de materia grasa con la incorporación de micropartículas proteicas en una concentración del 0,06% (m/m). Los resultados

obtenidos reportan un contenido de humedad del 47,99% después de 5 semanas de maduración frente al 44,14% del testigo de grasa reducida. El autor atribuye estos resultados a la naturaleza polar de estos ingredientes, la cual le permite ligar grandes cantidades de agua en los quesos, incrementando de este modo el contenido de humedad en los mismos.

FENELON y GUINEE (1997), al elaborar queso Cheddar a partir de leche semidescremada (1,4% de materia grasa) y Dairy Lo™ al 1%, señalan que la adición de este producto resultó en quesos con niveles más altos de humedad respecto del control bajo en grasa lo que, a su juicio, reflejaría una sinéresis defectuosa durante la elaboración del queso. El contenido porcentual de este componente alcanzó un 45,3% en el queso madurado, casi 2 puntos porcentuales más que el control bajo en grasa.

DRAKE *et al.* (1996), en tanto, utilizaron tres reemplazantes grasos en la elaboración de queso Cheddar reducido en grasa, dos de origen proteico, entre ellos Dairy Lo™, y uno basado en carbohidratos. Los resultados exhibidos demuestran que el producto de origen glucocídico logró los mayores niveles de humedad, cercanos al 51%, mientras que Dairy Lo™ se ubicó en tercer lugar con un 49%. El queso control reducido en grasa alcanzó un 46,7% de humedad, siendo significativamente inferior a lo obtenido por los tratamientos que contenían imitadores.

Otro estudio realizado por McMAHON *et al.* (1996), comparó el efecto de Simplese®D100 y Dairy Lo™ sobre varios aspectos fisicoquímicos del queso Mozzarella elaborado a partir de leche estandarizada al 2% de materia grasa. Respecto de la humedad, constató que ambos productos lograron los mismos niveles porcentuales al finalizar el periodo de maduración, alrededor de un 55%, a pesar de que las concentraciones utilizadas en la elaboración de estos quesos fueron muy similares a las utilizadas en este estudio: 0,06% para Simplese®D100 y 1% para Dairy Lo™. Esta misma publicación reporta un

contenido de humedad del 53% para el control bajo en grasa que no incorporó reemplazantes grasos, confirmando el carácter hidrofílico de estos ingredientes.

El mismo autor citado en el párrafo anterior, declara que una de las funciones de la grasa en el queso Mozzarella es dar forma a canales de suero, y que cuando estos canales se distribuyen uniformemente a través de la matriz de proteínas, el queso se hace más suave debido a la humedad que se introduce en ellos y al impedimento de la coalescencia de las cadenas de proteínas. Al respecto, este autor señala que, debido a su reducido tamaño de partícula, tanto Simplese[®] D100 como Dairy Lo[™] no aumentan el volumen ni el número de los canales de suero formados en queso Mozzarella, por lo tanto el incremento de humedad sería resultado casi exclusivo de la capacidad natural de ligar agua de las partículas individuales de estos imitadores grasos.

Otro factor de interés respecto de la humedad, es la evolución que ésta manifiesta durante la maduración. Si se compara este parámetro al inicio y término de esta etapa, se puede apreciar que los tratamientos que presentaron los niveles más altos de humedad a 48 horas de finalizado el proceso de elaboración, fueron también los que presentaron las pérdidas más pronunciadas, llegando a un 6,46% para T₃ y a un 6,27% para T₄. T₂, en tanto alcanzó un 5,07% y T₁ un 3,72%.

Esta situación, sin embargo, no alcanzó a influir de manera importante en la composición final de los tratamientos experimentales, los cuales fueron en definitiva los que presentaron los índices más elevados de humedad al finalizar la maduración.

Según FAO (1986), la humedad de los quesos semiduros disminuye lentamente conforme progresa la maduración, situando este descenso en un rango de 2 a 4%, en un periodo de 6 semanas y en condiciones específicas de almacenamiento.

Al analizar los resultados obtenidos en este estudio, se puede apreciar que T_1 es el único tratamiento que se encuentra dentro de este rango, presentando un porcentaje de pérdida de humedad muy cercano a lo informado por ASTETE (1989), que en queso Maribo completo en grasa reporta un 3,74% de disminución contra un 3,72% obtenido en este estudio. Los demás tratamientos presentan pérdidas superiores al 5%.

MENDEZ (2000), en una investigación realizada en queso Chanco, declara que los quesos que presentaron los mayores contenidos de humedad al comienzo del periodo de maduración exhibieron las pérdidas más importantes, esto es, alrededor de un 7,8%.

STEFFEN (1983) y ECK (1990), en tanto, confirman este fenómeno al señalar que los quesos que presentan un valor elevado de humedad al inicio de la maduración, a igualdad de condiciones de almacenamiento experimentarán pérdidas mayores de agua en relación a aquellos cuyo contenido se considera normal.

Al respecto ECK (1990), plantea tres hipótesis. Primero le otorga gran relevancia a la relación superficie/volumen del queso, la cual determina finalmente la superficie de evaporación; así, todo queso que se aleje de la esfera, figura de menor superficie específica, perderá mayor cantidad de agua. El estado de libertad del agua, es otro factor a considerar ya que el agua capaz de evaporarse es solamente el agua libre, por lo tanto es la actividad de agua (a_w), la que define la evaporación potencial en el queso. Por último, señala ECK (1990), el estado de la superficie del queso influye fuertemente en la evaporación, ya que un queso de corteza seca presentará un efecto barrera más pronunciado frente a la evaporación que uno de corteza húmeda.

En síntesis, considerando los resultados y los fundamentos expuestos, se puede afirmar que la incorporación de Dairy Lo™ a la materia prima utilizada

en la elaboración de queso Chanco, eleva el contenido de humedad retenido en el queso, registrándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), al término de la maduración, entre estos quesos y el control completo en grasa, pero no frente al resto de los tratamientos.

4.3.2 Humedad en queso desgrasado. Este parámetro es un indicador de la capacidad que tienen las proteínas presentes en el queso para retener agua, lo cual está estrechamente relacionado con la consistencia del producto y por lo tanto sirve como criterio para clasificaciones internacionales de las distintas variedades de queso existentes (FAO, 1986).

ARDÖ (1997), por su parte relaciona la firmeza y elasticidad de un queso con la degradación de la caseína, y manifiesta que estas características pueden presentarse de manera similar en quesos completos y reducidos en grasa que presentan el mismo nivel de humedad en queso desgrasado, de ahí la importancia de alcanzar niveles parecidos en estos dos tipos de queso.

La relación que permite obtener el valor de humedad en queso desgrasado se presenta en la ecuación 2.

$$Hum/QDG = \frac{H}{100 - MG} \times 100 \quad (\text{ec. 2})$$

Donde Hum/QDG = Humedad en Queso Desgrasado (%)

H = Humedad en base total (%)

MG = Materia Grasa (%)

Un análisis simple de la relación que mide este parámetro, permite visualizar qué ocurriría si se modifica el contenido de materia grasa en el queso.

Si el contenido de humedad en base total (H) permanece constante, cualquier descenso en la cantidad de materia grasa del producto (MG), hará

disminuir la humedad en queso desgrasado (*Hum/QDG*). Si se produce una disminución del contenido graso mucho mayor al aumento de humedad, la consecuencia será similar, e igualmente este parámetro se verá disminuido. Sin embargo, si se logra aumentar el contenido total de humedad de manera importante en el queso, la humedad en queso desgrasado también aumentará.

Al respecto, RUDAN *et al.* (1999), en una investigación llevada a cabo en queso Mozzarella reducido en grasa, descubrió que la mayor cantidad de agua incorporada en la cuajada de estos quesos, no logró substituir en la misma proporción a la grasa removida, lo que habría desembocado en una disminución significativa de la humedad en queso desgrasado.

En el presente estudio los valores medidos para este parámetro, al inicio y al término de la maduración, se exhiben en el CUADRO 8 y en la FIGURA 7.

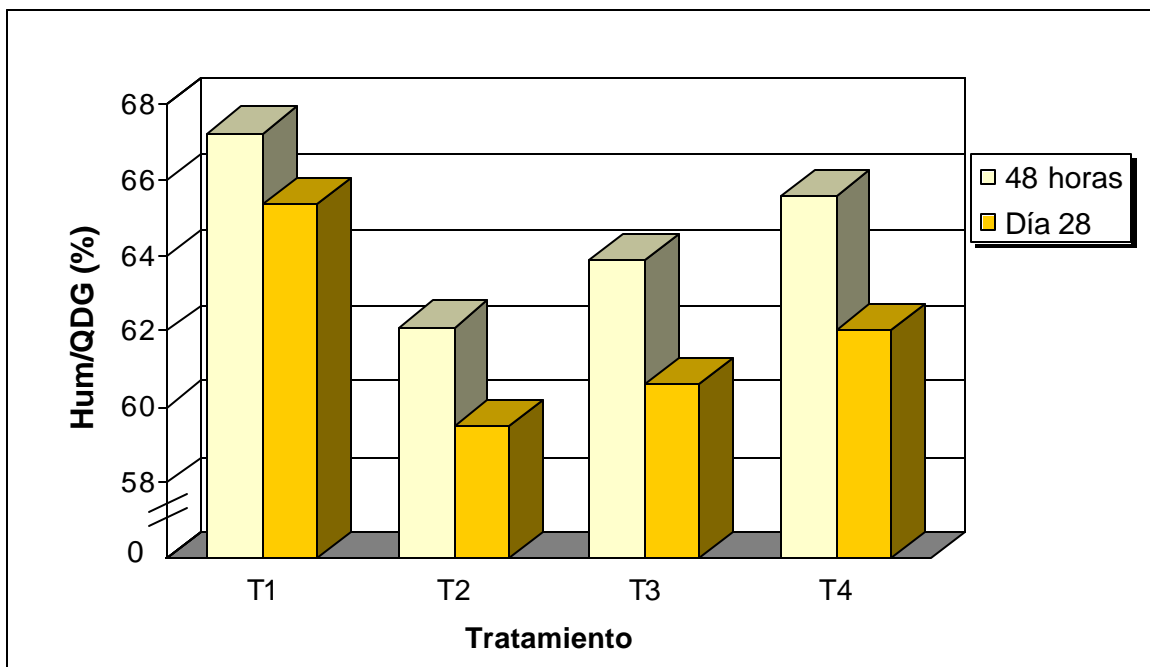


FIGURA 7. Contenido de humedad del queso Chanco desgrasado a 48 horas de proceso y 28 días de maduración.

Como se puede apreciar en la FIGURA 7, el mayor contenido porcentual de Hum/QDG lo presentó el tratamiento control completo en grasa, seguido de T₄, T₃ y finalmente T₂, que presentó la proporción más baja. Esta tendencia se observa en los dos tiempos medidos, vale decir a 48 horas de proceso y a 28 días de maduración.

De acuerdo a los resultados expuestos en el ANEXO 27, a 48 horas del proceso de elaboración (inicio de maduración) el test de rango múltiple (Tukey) destaca 2 grupos homogéneos, el primero conformado por T₁, T₃ y T₄ y el segundo compuesto por T₂, T₃ y T₄, encontrándose diferencias significativas sólo entre T₁ y T₂ ($p < 0,05$).

Al finalizar el periodo de maduración, en tanto, la ANDEVA nuevamente establece la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0,05$), mientras que la Prueba de Tukey identifica como distinto al tratamiento 1 de los tratamientos 2 y 3, y como similares T₁ y T₄ (ANEXO 28).

IDF-FIL (1981), declara para queso Chanco un promedio del 59,5% de Hum/QDG, cifra similar a la alcanzada por T₂ al término de la maduración, pero significativamente menor a la presentada por T₁.

La Norma Chilena Oficial para Queso Chanco (NCh2090), en tanto, señala un rango de 58 a 66% de humedad en queso sin grasa, lo que coincide plenamente con lo obtenido en esta investigación situándose, por lo tanto, todos los tratamientos dentro de la Norma.

Del ANEXO 54 se desprende la alta correlación existente entre el contenido de Hum/QDG y los atributos de consistencia del queso Chanco, observándose que al aumentar el contenido de Hum/QDG, también lo hacen sus características de adhesividad y cohesividad, mientras que su firmeza disminuye.

ARDÖ (1997), señala que en quesos completos y reducidos en grasa la firmeza y elasticidad pueden presentarse de manera similar siempre que estos contengan el mismo nivel de humedad en queso desgrasado. Los resultados de esta investigación confirman tal aseveración, pues no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p \geq 0,05$) en estos tres parámetros entre los tratamientos 1 y 4.

Los resultados obtenidos corroboran la alta capacidad para retener humedad por parte de las proteínas denaturadas que componen los imitadores grasos, y en especial aquellas presentes en Dairy Lo™, aunque se debe considerar que este ingrediente fue añadido en mayor cantidad con respecto al Simplese®D100 en T₃.

Numerosos autores exponen los resultados obtenidos en sus investigaciones respecto del parámetro en discusión, así PUNIDADAS *et al.* (2000), al elaborar queso Cheddar reducido en grasa, declara valores similares entre el queso control y el tratamiento reducido en grasa que incorporó proteína de suero homogeneizada, con un 55,3 y 55,9% respectivamente, diferenciándose ambos del control reducido en grasa que alcanzó un 53,8%.

FENELON y GUINEE (1997), en un trabajo realizado en queso Cheddar compararon un control reducido en grasa utilizado como patrón y un tratamiento reducido en grasa con incorporación de Dairy Lo™. Los resultados son muy parecidos a los declarados por PUNIDADAS *et al.* (2000), señalando que la humedad en queso sin grasa alcanzó un 52,2% en el queso patrón y un 54,2% en el tratamiento que incluyó Dairy Lo™.

BRITO *et al.* (1996), en un seguimiento realizado a la etapa de maduración de queso Chanco tipo campo almacenado a altas temperaturas, registró niveles que fluctúan entre 62 y 64% de humedad en queso sin grasa.

Según lo obtenido en el presente estudio sólo T₄ caería dentro de este rango al finalizar la maduración.

4.3.3 Materia Grasa. En el CUADRO 8 y FIGURA 8 se exhiben los niveles de materia grasa promedio que presentaron los quesos a 48 horas de proceso y 28 días de maduración. El detalle de las repeticiones se puede observar en los ANEXOS 23 y 24.

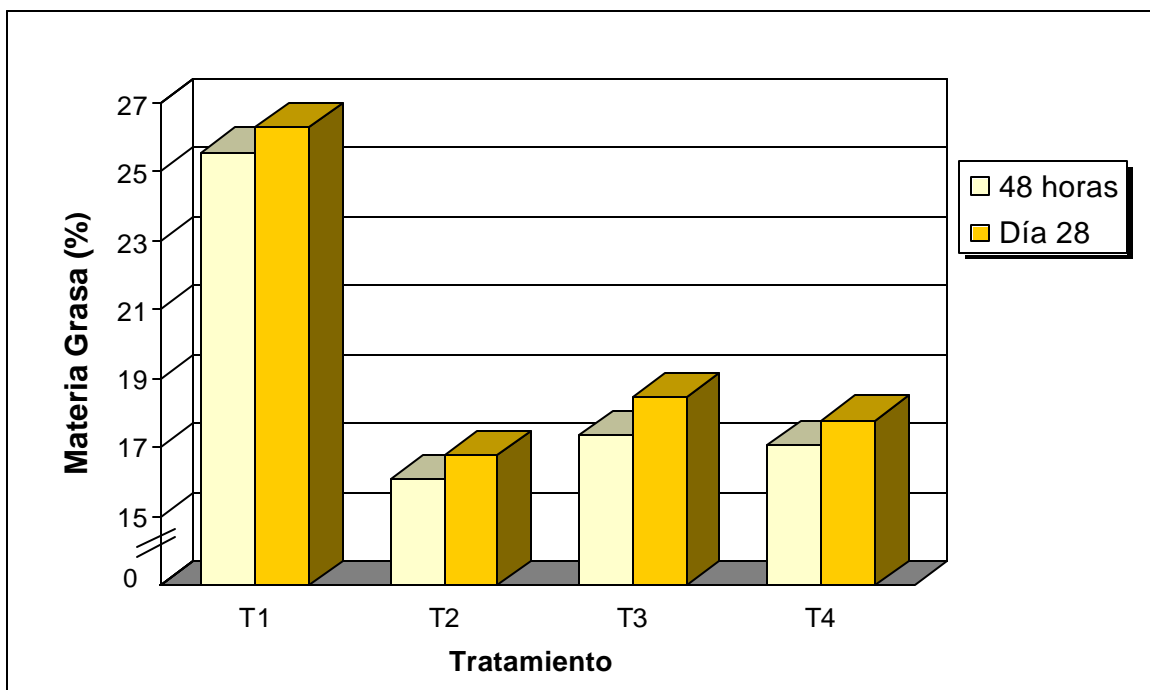


FIGURA 8. Contenido de materia grasa del queso Chanco a 48 horas de proceso y 28 días de maduración.

Del análisis estadístico se desprende que tanto a 48 horas de proceso como a 28 días de maduración, el contenido porcentual de materia grasa en el tratamiento control (T₁), es significativamente diferente a los restantes tratamientos, a un nivel del 95% de confianza (ANEXO 29 y 30).

Este es un resultado esperado y totalmente coherente con el contenido graso de la materia prima utilizada en el proceso de elaboración, pues la leche

empleada en T_1 se estandarizó a un 3,2%, mientras las demás alcanzaron niveles muy próximos a 1,6% de materia grasa (ANEXO 2).

En tanto, la similitud estadística registrada entre los tratamientos reducidos en grasa, puede indicar que la incorporación de ingredientes imitadores de grasa basados en proteínas séricas denaturadas, no altera el contenido de materia grasa del queso Chanco.

Al inicio de la maduración, T_1 presenta un 25,59% de materia grasa, muy próximo a lo declarado por MANRIQUEZ (2000) y MENDEZ (2000) y que llega a un 25,83%. Al finalizar el periodo de maduración este mismo tratamiento aumenta a un 26,29%, mientras que los autores citados declaran un 26,67%.

En cuanto al tratamiento control reducido en grasa (T_2), el nivel de materia grasa registrado al inicio y término de la maduración alcanzó un valor de 16,07% y 16,79%, respectivamente, mientras que MENDEZ (2000) informa un 15,33 y un 15,92% en los mismos períodos.

Por su parte MUÑOZ (1999), quien no registra cifras al inicio de la maduración, declara un 26,67% al término de ésta para queso Chanco de grasa completa y un 16,30% para el tratamiento reducido en grasa.

El contenido de materia grasa de los tratamientos experimentales alcanzó a 17,34% en T_3 y a 17,09% en T_4 al inicio de la maduración, mientras que al término de ésta los valores fueron de 18,46 y 17,79%, respectivamente.

Según Norma Chilena Oficial (NCh2090), el valor mínimo aceptado para materia grasa en queso Chanco madurado es de 25% m/m, lo que deja dentro de la misma al tratamiento completo en grasa elaborado en esta investigación; sin embargo, los tratamientos preparados a partir de leche semi descremada, se encuentran claramente bajo la norma, lo que desde luego era predecible.

Al término del periodo de maduración, la disminución del contenido graso respecto de T_1 alcanzó un 36% en T_2 , un 30% en T_3 y un 32,3% en T_4 , lo que permite catalogarlos, según CHILE, MINISTERIO DE SALUD (2001), como quesos *reducidos en grasa*.

Según ARDÖ (1997), en tanto, sólo T_2 se ajustaría a esta denominación al tener menos de $2/3$ de la grasa del queso de referencia (T_1), no obstante, los tratamientos experimentales estarían sólo levemente sobre esta clasificación.

Como se ha discutido, la materia grasa otorga importantes propiedades organolépticas al queso Chanco y, en general, a la mayoría de las variedades de queso que se fabrican en la actualidad. Esto queda de manifiesto al observar la alta correlación alcanzada entre este parámetro y atributos tales como firmeza, adhesividad y cohesividad, según se presenta en el ANEXO 54, lo que, finalmente, repercute en la aceptación general del producto.

4.3.4 Materia grasa en base seca. La cantidad de grasa en el queso sufre una ligera pero progresiva evolución conforme avanza el estado de maduración del mismo. De esta forma y a medida que la humedad disminuye, la concentración de todos los componentes sólidos aumenta, entre ellos, la materia grasa.

La medida de este parámetro otorga una visión real de la presencia de materia grasa en el queso, pues al descartar el "factor humedad", se puede evaluar con mayor exactitud la cantidad de grasa retenida en el producto.

En el CUADRO 8 se exponen los resultados obtenidos para el parámetro en discusión, a la vez que se pueden visualizar gráficamente en la FIGURA 9.

En la presente investigación, la grasa en base seca (MG/BS) al iniciarse la maduración de los quesos alcanzó un 51,22% en T_1 ; 33,58% en T_2 ; 36,72% en T_3 y 37,36% en T_4 , registrándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre T_1 y los demás tratamientos (ANEXO 31).

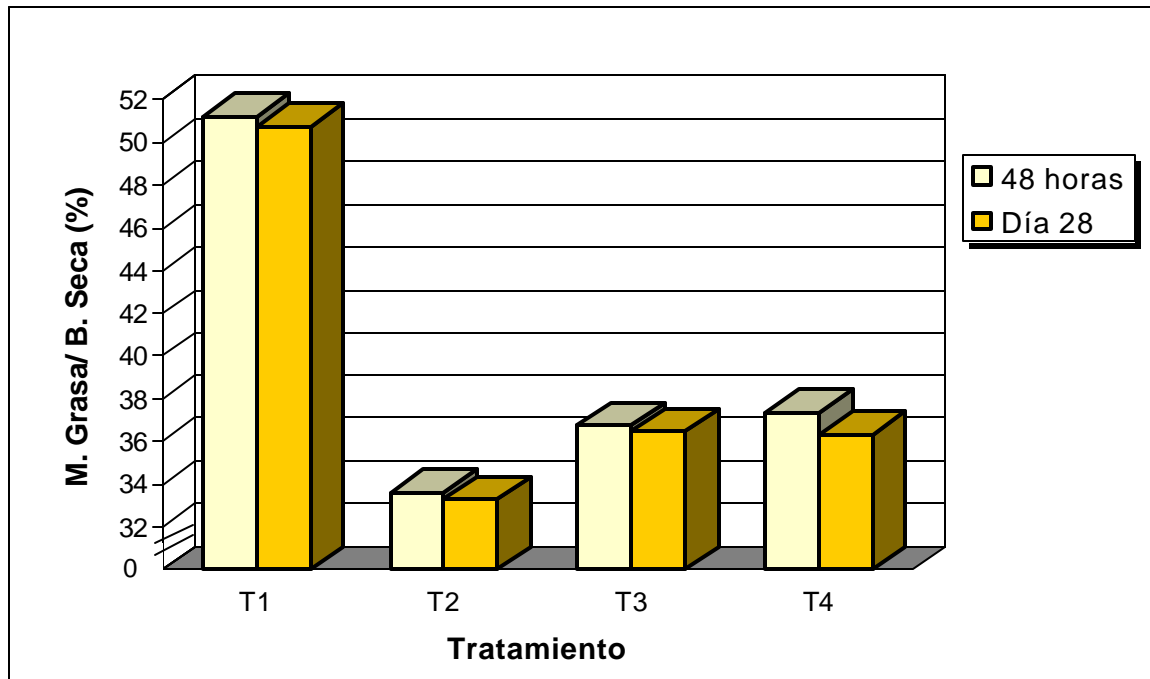


FIGURA 9. Contenido de materia grasa en base seca del queso Chanco a 48 horas de proceso y 28 días de maduración.

Terminada la maduración de los quesos la variación porcentual de este parámetro fue muy leve respecto del día cero, registrándose un 50,75% en T₁; 33,26% en T₂; 36,48% en T₃ y 36,31% en T₄, manteniéndose las diferencias encontradas en el día cero (ANEXO 32).

Al respecto, IDF-FIL (1981) y la Norma Chilena Oficial para Queso Chanco (NCh2090), establecen un nivel mínimo del 45% de materia grasa en base seca para esta variedad, lo que significa que solamente el tratamiento control completo en grasa (T₁) cumple con lo estipulado por la FIL y la Norma Chilena.

BRITO *et al.* (1996), en tanto, declaran como normal para queso Chanco un rango de 50 a 51% de materia grasa en base seca, lo que se ajusta exactamente a lo encontrado en el tratamiento control completo en grasa.

Autores como MENDEZ (2000) y MANRIQUEZ (2000) reportan valores muy similares a los encontrados en este trabajo, alcanzando el queso Chanco de grasa completa un 50,65% y el testigo reducido en grasa un 31,22% de MG/BS versus el 50,75% y el 33,26% respectivamente, alcanzado en esta investigación, al finalizar el período de maduración.

Según definición de la Norma Chilena Oficial para Queso Chanco (NCh2090), el producto debe ser mantecoso, y de acuerdo a lo expresado por ALAIS (1985) y SENSER y SCHERZ (1999), un queso de estas características debe contener, aproximadamente, un 50% de materia grasa en base seca. En este estudio se observó claramente que el tratamiento control completo en grasa cae dentro de esta categoría, no sucediendo lo mismo con los otros tres tratamientos, los cuales, según estos autores, no podrían ser calificados como quesos mantecosos.

Respecto de los tratamientos reducidos en grasa, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ellos, por lo tanto se puede asumir que la incorporación de Simplese[®]D100 y Dairy Lo[™] no afectó el contenido de materia grasa en base seca de estos quesos.

4.3.5 pH. Los valores de pH de cada tratamiento se exhiben en el CUADRO 8 y su evolución se puede apreciar en forma gráfica en la FIGURA 10. Los valores de repetición se exponen en los ANEXOS 23 y 24.

Según análisis de varianza aplicado a los datos de pH, a 48 horas de proceso (ANEXO 33), no se registraron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre los cuatro tratamientos en estudio, fluctuando éste entre 5,19 (T_1) y 5,26 (T_3).

De los resultados se desprende una clara coherencia con lo reportado por otros autores al inicio de la maduración. De esta forma MENDEZ (2000), declara cifras que fluctúan entre 5,15 para el control completo en grasa y 5,27 para el testigo reducido en grasa. MUÑOZ (1999), por su parte, obtuvo valores

de pH aún más cercanos a los registrados en esta investigación, coincidiendo en el control completo en grasa con un pH igual a 5,19; mientras el control reducido en grasa alcanzó a 5,25.

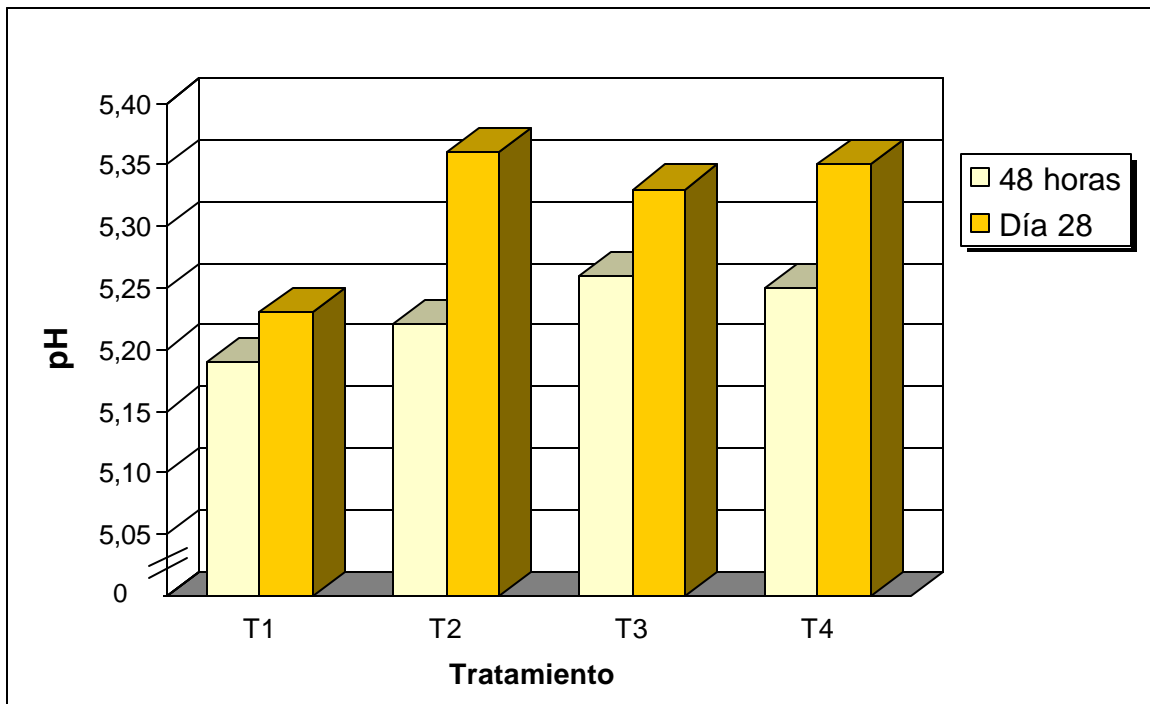


FIGURA 10. Variación del pH del queso Chanco a 48 horas de proceso y 28 días de maduración.

BRITO *et al.* (1995), señalan que al inicio de la maduración se espera un pH 5,2 en queso Chanco tipo campo almacenado a 14°C, concordando con SCOTT (1991), quien señala que en quesos semiduros el pH inicial debe estar comprendido entre 5,2 y 5,25.

A los 28 días de maduración, es decir una vez finalizada esta etapa, el pH más bajo lo registró T₁, y alcanzó un valor de 5,23; mientras el más alto fue de 5,36, correspondiente a T₂. Los tratamientos experimentales, en tanto, alcanzaron un pH igual a 5,33 y 5,35 para T₃ y T₄, respectivamente.

La ANDEVA aplicada al término de la maduración, reveló la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos. Así, el test de rango múltiple (Test de Tukey) determinó la presencia de dos grupos homogéneos, el primero conformado por T_1 y T_3 y el segundo compuesto de T_2 , T_3 y T_4 , tras lo cual se concluye que T_1 se diferencia de T_2 y T_4 pero no de T_3 , siendo los tratamientos reducidos en grasa iguales entre sí (ANEXO 34).

Cifras similares a las obtenidas en este trabajo en queso Chanco madurado reportan BRITO *et al.* (1995) y MENDEZ (2000), con valores que van de 5,25 a 5,22; respectivamente.

MOLINA *et al.* (1996), en tanto, en un estudio relativo a las características de calidad química y sensorial del queso Chanco de campo, declaran un valor promedio igual a 5,3 para esta variedad, mientras SCOTT (1991), manifiesta que un queso semiduro debe llegar a un rango de pH 5,3-5,4 una vez completo el periodo de maduración.

De acuerdo a lo señalado todos los tratamientos reducidos en grasa se encuentran dentro del rango establecido por SCOTT (1991) y MOLINA *et al.* (1996), mientras el control completo en grasa estaría por debajo de ello y más cercano a lo declarado por BRITO *et al.* (1995) y MENDEZ (2000).

A pesar de las diferencias de pH encontradas, todos los tratamientos se encuentran dentro del rango establecido por la Norma Chilena Oficial para Queso Chanco (NCh2090), la que estipula un pH que fluctúa entre 5,2 y 5,4 en el queso madurado.

De lo anterior se puede deducir que la reducción de la materia grasa y la adición de imitadores grasos a la leche, no tuvieron efectos sobre el pH del queso, en ninguno de los tratamientos en estudio, al inicio de la maduración. No obstante, al término de ésta, se manifestaron algunas diferencias, de modo que

todos los tratamientos reducidos en grasa tuvieron valores de pH superiores al del control completo en grasa.

ARDÖ *et al.* (1989), WALSTRA *et al.* (1999) y Drake y Swanson, citados por MENDEZ (2000), asocian el valor del pH al contenido de humedad presente en el queso al comienzo de la maduración, señalando que los quesos reducidos en grasa, que acusan niveles más altos de humedad, retienen mayor cantidad de ácido láctico en la cuajada lo que hace disminuir el pH, condición que sería fomentada por el desarrollo más acelerado de las bacterias lácticas. En este estudio, sin embargo, no se observaron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) en el pH de los quesos a 48 horas de proceso.

En otro ámbito, el fenómeno denominado proteólisis, es el más importante y primario del período de maduración. Al respecto BRITO (1993), señala que “es un proceso donde la caseína insípida e insoluble retenida en la cuajada, se hidrolizada enzimáticamente dando origen a compuestos sápidos más simples y solubles en agua”.

FAO (1983) y ALAIS (1985), manifiestan que los quesos con mayor contenido de humedad sufren una aceleración de la proteólisis debido a que las enzimas responsables de este proceso degradativo funcionan a mayor velocidad en presencia de altos niveles de agua, lo que según WALSTRA *et al.* (1999), provocaría un aumento más pronunciado del pH respecto de los quesos menos húmedos.

FAO (1983), explica que este aumento se genera por la descomposición más intensa de las proteínas lo que provoca la subida del pH por liberación de grupos amino básicos. Esta situación ocasiona mejores condiciones para el accionar de las enzimas y, por lo tanto, la maduración va acelerándose conforme avanza el tiempo de almacenamiento de los quesos en cámara.

Adicionalmente ALAIS (1985), señala que en los quesos bajos en grasa la caseína se digiere más rápidamente debido a que los ácidos grasos insaturados tienen un efecto inhibitor sobre las bacterias lácticas.

Por otro lado CREAMER *et al.* (1985), señalan que la acidificación excesiva de la cuajada produce un fenómeno de desmineralización haciendo más fácil el acceso de las enzimas proteolíticas a las caseínas.

GILLES y LAWRENCE (1985), en un estudio realizado en queso Cheddar, manifiestan que el incremento del contenido de caseína de la leche resulta en un aumento del pH del queso, siempre que se mantengan las mismas condiciones de maduración. Esta situación probablemente se deba a la mayor presencia de sustrato donde pueden actuar las enzimas proteolíticas y por consiguiente una mayor producción de compuestos básicos.

Otro interesante aporte es el que realizan McMAHON *et al.* (1996), quienes al analizar por microscopía electrónica la estructura de queso Mozzarella elaborado con Simplese[®]D100, descubrieron la presencia de micropartículas parcialmente degradadas por bacterias, concluyendo que esta situación podría generar una fuente adicional de nitrógeno para los microorganismos presentes en el queso.

Lo declarado en párrafos anteriores por FAO (1983), ALAIS (1985), GILLES y LAWRENCE (1985) y McMAHON *et al.* (1996), se ve reforzado por los resultados obtenidos en esta investigación, donde se puede observar que los tratamientos reducidos en grasa que presentaron mayores contenidos de caseína en la materia prima y de humedad en el queso, registraron importantes aumentos de pH, superiores al control completo en grasa, destacándose T₂ y T₄.

4.4 Efecto de la incorporación de ingredientes imitadores de grasa sobre el rendimiento del queso Chanco.

El rendimiento quesero es uno de los factores importantes de controlar al elaborar cualquier variedad de queso, principalmente por las implicancias económicas que esto ocasiona para la industria.

En este caso se evaluó el rendimiento práctico a 48 horas de concluido el proceso de elaboración y a 28 días de maduración, determinado mediante el peso de la leche y el queso, y comparándolo con el valor teórico en los mismos períodos obtenido por fórmula de Van Slyke, citado por COGGINS (1991)

4.4.1 Rendimiento práctico obtenido al inicio y término de la maduración.

Los resultados obtenidos al inicio y término de la maduración en forma práctica, se exponen en los CUADROS 9 y 10, respectivamente, en ambos se adjunta el contenido de materia grasa y humedad en queso desgrasado medidos en cada uno de los tiempos, por la alta influencia que estos parámetros ejercen sobre el rendimiento quesero. La evolución, en tanto, se puede observar gráficamente en la FIGURA 11. El valor de las repeticiones de cada tratamiento se exhibe en el ANEXO 35.

Dado que el chequeo de varianza reflejado en el Test de Bartlett, arrojó un valor $p < 0,05$ (ANEXO 36), se asume la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las desviaciones estándar de cada uno de los tratamientos para rendimiento práctico al inicio de la maduración (CUADRO 9). Sin embargo, debido a la alta variación registrada entre las repeticiones dentro de los tratamientos no se pudo establecer cuáles eran estadísticamente diferentes.

CUADRO 9. Rendimiento práctico, materia grasa, humedad en queso desgrasado al inicio de la maduración y relación caseína/materia grasa de la leche fluida.

Tratamiento	Rendimiento Práctico * (kg queso / 100Kg leche)	Materia Grasa * (%)	Humedad en Queso Desgrasado * (%)	$\frac{\text{Caseína}}{\text{Materia grasa}^*}$
1	10,92	25,59 ^a	67,25 ^a	0,77 ^a
2	9,00	16,07 ^b	62,12 ^b	1,74 ^b
3	9,37	17,34 ^b	63,89 ^{ab}	1,68 ^b
4	9,42	17,09 ^b	65,57 ^{ab}	1,66 ^b

* Promedio de tres repeticiones.

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

CUADRO 10. Rendimiento práctico, materia grasa, humedad en queso desgrasado al término de la maduración y relación caseína/materia grasa de la leche fluida.

Tratamiento	Rendimiento Práctico * (kg queso / 100Kg leche)	Materia Grasa * (%)	Humedad en Queso Desgrasado * (%)	$\frac{\text{Caseína}}{\text{Materia grasa}^*}$
1	10,08 ^a	26,29 ^a	65,37 ^a	0,77 ^a
2	8,10 ^b	16,79 ^b	59,50 ^b	1,74 ^b
3	8,43 ^{ab}	18,46 ^b	60,60 ^b	1,68 ^b
4	8,56 ^{ab}	17,79 ^b	62,03 ^{ab}	1,66 ^b

* Promedio de tres repeticiones.

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

El tratamiento 4, que contempla la incorporación de Dairy Lo™, registra en la primera repetición un rendimiento notoriamente inferior a las otras dos, debido principalmente a que, durante el procesamiento de esta tina, no se logró obtener una cuajada lo suficientemente firme para realizar un corte adecuado a pesar de que el tiempo de coagulación de la leche fue bastante prolongado, alcanzando los 50 minutos. Como resultado, el grano obtenido fue débil perdiéndose una cantidad no despreciable en forma de “finos” durante el desuere, lo que en definitiva influyó negativamente en el rendimiento práctico de esta repetición. Las razones de esta situación se detallaron en el punto 4.2.2.

No obstante lo anteriormente expuesto, se hace evidente que el mayor contenido graso del queso control (T_1), incidió favorablemente sobre el rendimiento práctico al principio de la maduración y que T_4 , a pesar de las pérdidas de cuajada registradas durante la elaboración de la repetición uno observó el mayor rendimiento de los tratamientos reducidos en grasa.

Respecto del rendimiento práctico obtenido al finalizar la etapa de maduración, el análisis de varianza aplicado a los datos reveló la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos (ANEXO 37).

El Test de Tukey, por su parte, determinó la existencia de dos grupos homogéneos, compuesto el primero por T_1 , T_3 y T_4 ; y el segundo por T_2 , T_3 y T_4 , registrándose diferencias significativas ($p < 0,05$) sólo entre ambos tratamientos controles.

Al observar los resultados se advierte que el rendimiento de los tratamientos que incorporaron imitadores grasos fue ligeramente superior al control reducido en grasa, aunque no se aprecian diferencias estadísticamente significativas entre ellos, al 5% de significancia. Por otro lado tampoco se observan diferencias entre los tratamientos experimentales (T_3 y T_4) y T_1 , lo que

permite concluir que estos ingredientes ejercerían una influencia positiva sobre el rendimiento práctico del queso reducido en grasa al finalizar la maduración del mismo, especialmente Dairy Lo™, el cual obtuvo el mayor rendimiento, dado seguramente, al mayor contenido de humedad que atrapó el queso.

Otro factor importante que influye sobre el rendimiento quesero es el grado de recuperación de componentes en la cuajada, sin embargo, en este estudio no se determinó la composición del suero liberado durante la etapa de elaboración, por lo tanto se desconoce el grado de incidencia de este factor sobre el rendimiento de cada uno de los tratamientos.

Según lo informado por MUÑOZ (1999), el rendimiento práctico del queso Chanco madurado, completo en grasa, se aproxima a los 9,66 kg por cada 100 kg de leche, mientras que el queso reducido en grasa tendría un rendimiento del orden de los 7,73 kg. Asimismo informa que los tratamientos reducidos en grasa elaborados con cultivos adjuntos atenuados y no atenuados obtuvieron rendimientos de 8,33 y 8,50 kg por cada 100 kg de leche, respectivamente.

MENDEZ (2000), por su parte, reporta valores de 9,19 kg por cada 100 kg de leche, para un Chanco de grasa completa y de 7,34 kg para el tratamiento control reducido en grasa, mientras que el tratamiento reducido en grasa elaborado con una mezcla de 87,5% leche descremada más 12,5% de leche, previamente estandarizada a 12,8% de materia grasa y homogeneizada habría obtenido un rendimiento de 8,54 kilos por 100 kg de leche.

Cabe hacer notar las diferencias registradas en el rendimiento de los dos tratamientos controles obtenidos por los autores citados en los párrafos anteriores, respecto de los mayores valores obtenidos en este trabajo. Según STEFFEN (1983) y LAWRENCE *et al.* (1991), la pérdida de peso debida a la vaporización del agua durante la maduración depende de la humedad relativa,

la velocidad del aire, y especialmente de la temperatura de la cámara de maduración, parámetros que pudieron haber influido de distinta manera en los resultados obtenidos por los autores mencionados.

Por otro lado ARDÖ (1997), expresa que en quesos de bajo contenido graso la humedad es vaporizada más rápidamente que en los quesos de grasa completa, lo que concuerda con lo visualizado en esta investigación.

A esto habría que añadir que las diferencias en el rendimiento no sólo se deben a la pérdida de peso por humedad, aunque este factor es el más importante, sino también a la composición de la materia prima y a la proporción en que estos componentes son retenidos en el queso.

Si se hace un paralelo entre la pérdida de peso real en el queso Chanco durante la maduración y la pérdida de humedad, se puede observar cierta correlación entre ambos factores, mientras el tratamiento que manifestó la mayor pérdida de agua, obtuvo también la mayor pérdida de peso (T_3), el tratamiento que perdió menos humedad igualmente perdió menos peso (T_1) (CUADRO 11).

Todos los autores consultados que han estudiado el comportamiento del rendimiento en quesos reducidos en grasa, coinciden en señalar que el uso de imitadores grasos, independiente del origen de estos, produce importantes incrementos en este parámetro.

DRAKE *et al.* (1996), en un acabado estudio relativo a la influencia que ejercerían tres imitadores de grasa comerciales sobre distintas características y atributos del queso Cheddar, concluyeron que aquel elaborado a base de celulosa microcristalina obtuvo los mejores resultados de rendimiento, quedando sólo en tercer lugar el tratamiento que incorporó Dairy Lo™, sin embargo, el rendimiento logrado con este ingrediente fue significativamente más alto que el control reducido en grasa.

CUADRO 11. Rendimiento práctico, pérdida de humedad y de peso del queso Chanco durante la maduración.

Tratamiento	Rendimiento Práctico *		Pérdida de peso (kg/100kg)	Pérdida de peso (%)	Pérdida de Humedad (%)
	Inicio maduración	Término maduración			
1	10,92	10,08 ^a	0,84	7,69	3,72
2	9,00	8,10 ^b	0,90	10,00	5,07
3	9,37	8,43 ^{ab}	0,94	10,03	6,46
4	9,42	8,56 ^{ab}	0,86	9,13	6,27

* Promedio de tres repeticiones, expresado como kg de queso/ 100 kg de leche. Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

PUNIDADAS *et al.* (2000), desarrollaron un análisis del rendimiento real del queso Cheddar reducido en grasa, elaborado con proteínas de suero homogeneizadas, observando un aumento significativo respecto del queso control reducido en grasa. Los autores atribuyen estos resultados a que las proteínas añadidas se entramparon en la matriz de caseínas, de la misma forma que lo hacen los glóbulos grasos, ayudando a retener más humedad.

DRAKE *et al.* (1998), por su parte, lograron mejores rendimientos en queso Cheddar reducido en grasa elaborado con lecitina de soya hidrogenada como reemplazante graso, mejorando además la textura y minimizando la aparición de sabores extraños.

4.4.2 Comparación del rendimiento práctico y teórico obtenido al inicio y término de la maduración. Las fórmulas existentes para predecir el rendimiento, son importantes herramientas utilizadas en el control de la elaboración comercial de queso, para estimar la eficiencia del rendimiento quesero.

Según COGGINS (1991), CALLANAN (1991b) y EMMONS *et al.* (1991), la fórmula de Van Slyke para determinar el rendimiento predictivo, data de casi un siglo y fue concebida originalmente para queso Cheddar, asumiendo las siguientes cifras de transición:

- 93% recuperación de materia grasa de la leche en el queso y
- 96,8% de caseína transformada a paracaseína

En el CUADRO 12 y FIGURA 11, se exhiben los resultados del rendimiento teórico y práctico obtenido al inicio y término del período de maduración. Los valores de repetición de cada tratamiento se presentan en el ANEXO 35.

CUADRO 12. Rendimiento práctico y teórico del queso Chanco al inicio y término de la maduración.

Tratamiento	RENDIMIENTO *					
	Inicio maduración			Término Maduración		
	Práctico (R _P)	Teórico (R _T)	Diferencia R _T - R _P (%)	Práctico (R _P)	Teórico (R _T)	Diferencia R _T - R _P (%)
1	10,92	11,55 ^a	5,45	10,08 ^a	11,06 ^a	8,86
2	9,00	9,59 ^b	6,15	8,10 ^b	9,09 ^b	10,89
3	9,37	9,71 ^b	3,50	8,43a ^b	9,05 ^b	6,85
4	9,42	10,18 ^b	7,47	8,56 ^{ab}	9,46 ^b	9,51

* Promedio de tres repeticiones, expresado como kg de queso/ 100 kg de leche.

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

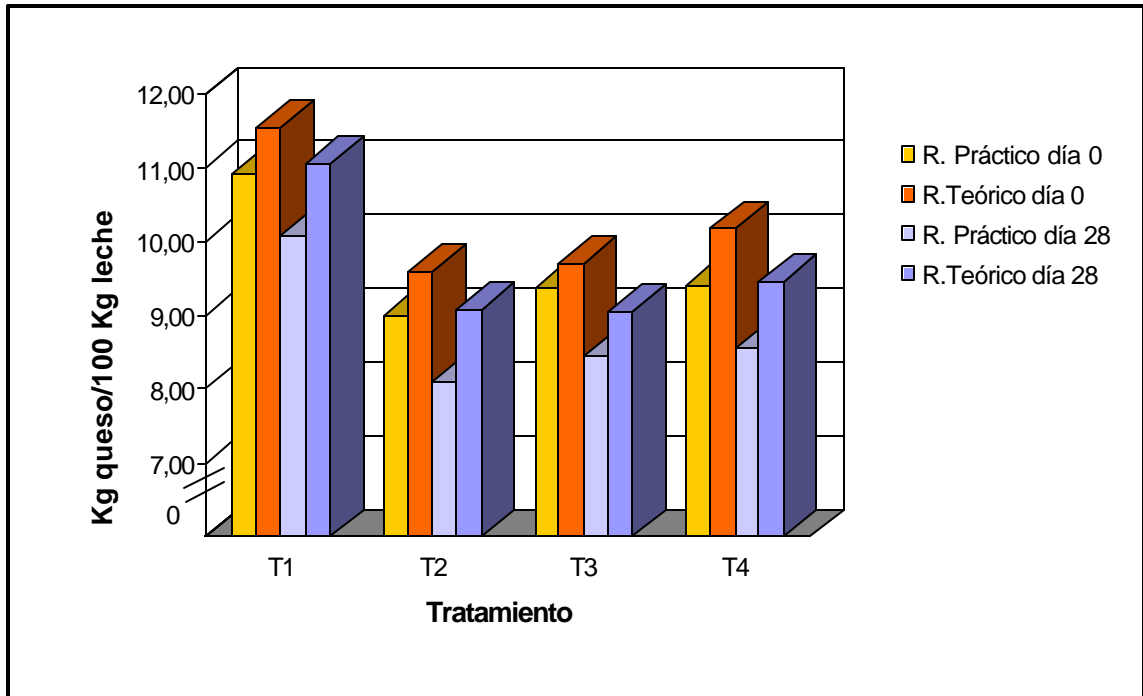


FIGURA 11. Rendimiento práctico y teórico del queso Chanco, al inicio y término del período de maduración.

Los valores promedio del rendimiento teórico al inicio de la maduración fluctuaron entre 11,55 y 9,59 kg. queso/ 100 kg. leche para los controles de completo y reducido contenido graso, T₁ y T₂, respectivamente.

Del análisis estadístico se desprende la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$), entre T₁ y el resto de los tratamientos, no registrándose diferencias entre los tratamientos reducidos en grasa (ANEXO 38).

Al finalizar la etapa de maduración, en tanto, los valores promedio del rendimiento teórico fluctuaron entre 11,06 y 9,05 kg. queso/ 100 kg. leche para el control de grasa completa y el tratamiento que incorporó Simplese[®]D100, T₁ y T₃, respectivamente, aunque este último es sólo ligeramente inferior a T₂, el control reducido en grasa.

De manera similar que al inicio de la maduración, al término de ésta se registraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) sólo entre T_1 y el conjunto de los otros tratamientos (ANEXO 39).

De esta forma el resultado del rendimiento teórico apoya el mayor valor registrado en el rendimiento práctico del tratamiento completo en grasa (T_1) en los dos períodos en que se hizo la medición, aunque se hallaron importantes diferencias entre ambos resultados.

En general se aprecia un sobredimensionamiento sistemático del rendimiento predictivo en relación al rendimiento práctico, alcanzándose una diferencia máxima de un 10,89% entre ambos para T_2 al término de la maduración.

Con el objetivo de corroborar esta situación y establecer el grado de relación existente entre el rendimiento práctico y el teórico, se llevó a cabo un test de comparación de muestras pareadas, el cual plantea la hipótesis nula de que el promedio de los rangos entre ambos grupos de valores es igual a cero. De esta forma si se cumple la hipótesis planteada se establece la similitud estadística de las dos variables en estudio.

La aplicación del test descrito en el párrafo anterior arrojó un valor de $p < 0,05$, lo que implica el rechazo a la hipótesis establecida previamente, es decir, existen diferencias significativas entre el rendimiento práctico y el predictivo calculado con la fórmula propuesta por Van Slyke tanto al inicio como al término de la maduración (ANEXO 40 y 41).

Existen varias situaciones que pudieron influir en estas diferencias. En primer lugar, la fórmula asume una recuperación de materia grasa en la cuajada de un 93%, es decir considera sólo un 7% de pérdida de este componente en el suero. En el presente estudio no se determinó la composición del suero liberado durante el proceso de elaboración, por lo tanto se desconoce si la cantidad de

materia grasa recuperada en el queso se ajusta al asumido por la fórmula de Van Slyke.

Algunos autores sostienen que el coeficiente de retención de materia grasa puede alcanzar un mínimo de 0,85 en la elaboración de queso Cheddar, mientras que en quesos semiduros se reportan valores que fluctúan entre 0,83 y 0,99 (CALLANAN, 1991a; BRITO 2002).

Es importante destacar que una disminución de 0,1 puntos porcentuales en el coeficiente de recuperación de grasa, desde 0,93 a 0,83, manteniendo la humedad constante, puede implicar una baja de cerca del 6% en el rendimiento teórico.

En el caso de la caseína, Van Slyke determinó que esta se recupera como paracaseína en un factor de 0,968, un cambio en este coeficiente también influirá en el rendimiento teórico.

Las pérdidas de componentes de la leche en el suero dependen en gran medida de la composición de la materia prima y del manejo mecánico de la cuajada durante la etapa de elaboración (velocidad y condiciones de agitación y corte, por ejemplo).

BRITO *et al.* (2002), en un estudio relativo a la eficacia de varias fórmulas para determinar el rendimiento predictivo en queso Gouda concluyeron que entre las expresiones que presentaron una mejor correlación entre rendimiento práctico y teórico está la fórmula propuesta por Van Slyke, la misma utilizada en esta investigación, sin embargo habría que destacar los altos índices logrados por estos autores en los coeficientes de retención de los compuestos susceptibles de perderse en el suero.

Lo anterior hace suponer que las pérdidas de estos componentes en el suero fueron mayores que las consideradas por la fórmula utilizada, lo que en

definitiva habría causado un sobredimensionamiento del rendimiento teórico respecto del práctico o real.

4.5 Influencia de la utilización de imitadores de grasa sobre los atributos sensoriales del queso Chanco reducido en grasa. QUINTANILLA y PEÑA (1992), manifiestan que la calidad organoléptica del queso es aquella apreciable por aplicación de los impactos sensoriales del producto en el juez catador como consecuencia directa de su calidad fisicoquímica y microbiológica.

Al cumplirse 28 días de maduración del queso, un panel de jueces semientrenados procedió a evaluar las características sensoriales más importantes y propias del producto. Para ello se utilizó una prueba descriptiva global con una escala de 9 puntos.

Los atributos evaluados fueron color, textura y sabor, además de los parámetros relativos a la consistencia tales como firmeza, elasticidad, adhesividad y cohesividad. Por último se evaluó la aceptación general del producto.

Antes de proceder al estudio estadístico que determina la posible existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, las calificaciones otorgadas por los panelistas se sometieron a un test de concordancia (Test de Kendall), que determina si existe coherencia entre los criterios aplicados por éstos para ponderar un mismo atributo. De este modo, sólo si la prueba determina la existencia de acuerdo entre los jueces, se valida el posterior desarrollo de un análisis de varianza (ANEXO 45).

A continuación, en el CUADRO 13 se muestran los promedios de tres repeticiones de las calificaciones otorgados por los 7 jueces que componen el panel sensorial. En el ANEXO 46 se presentan los promedios de cada repetición, mientras que en el ANEXO 44 se puede observar el detalle de las calificaciones.

CUADRO 13. Resultados de la evaluación sensorial aplicada al término de la maduración del queso Chanco.

Tratamiento	ATRIBUTO *							
	Color	Textura	Sabor	Firmeza	Elastic.	Adhesiv.	Cohesiv.	Aceptac. General
1	4,95	7,33 ^a	4,95 ^a	4,05 ^a	4,14 ^a	5,47 ^a	5,72 ^a	6,57 ^a
2	4,72	5,52 ^c	4,43 ^a	6,00 ^b	5,62 ^b	3,24 ^c	3,95 ^b	4,72 ^b
3	5,33	6,43 ^b	5,19 ^a	5,29 ^{bc}	4,81 ^{ab}	3,90 ^{bc}	5,00 ^a	5,57 ^{ab}
4	5,10	6,76 ^{ab}	5,28 ^a	4,38 ^{ac}	4,72 ^{ab}	4,72 ^{ab}	5,00 ^a	6,09 ^a
Rango normal	4,0-6,0	7,0-9,0	4,0-6,0	4,0-6,0	4,0-6,0	4,0-6,0	4,0-6,0	**

* Promedio de tres repeticiones.

Elastic.: Elasticidad

Adhesiv.: Adhesividad

Cohesiv.: Cohesividad

Letras distintas indican diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

** Escala para Aceptación General :

1. Me disgusta extremadamente

5. No me gusta ni me disgusta

9. Me gusta extremadamente

4.5.1. Color. Dadas las diferencias encontradas en algunas variedades de queso entre el control de contenido graso normal y su contraparte de grasa reducida, se consideró evaluar el atributo color. Las calificaciones otorgadas por los panelistas, sin embargo, observaron una conducta errática, presentándose cierta inconsistencia entre los criterios aplicados en la evaluación de este parámetro, según lo demuestran los resultados arrojados por el Test de Kendall ($W < 19,68$). Esta situación invalida una discusión acertada sobre el resultado de la evaluación realizada por los jueces, para el atributo color.

Las causas que originan esta situación se pueden atribuir al grado de complejidad que significa determinar las diferencias de color, muchas veces poco perceptibles o fácilmente modificadas por factores ambientales externos, como condiciones de luminosidad, y contraste bajo las cuales se realiza la prueba, incluso el resecamiento puede alterar el color superficial de la muestra.

4.5.2 Textura. Este atributo, como lo define QUINTANILLA y PEÑA (1992), describe la estructura del queso, la presencia o no de ojos y/o fisuras en su masa, la cual puede ser “abierta” o “cerrada”.

El ANEXO 44 expone las calificaciones individuales de cada uno de los panelistas para la textura de los cuatro tratamientos. En el CUADRO 13 y ANEXO 46, se exhiben los promedios de estas calificaciones y el rango de valores considerado normal para el atributo. En la FIGURA 12 se exhibe gráficamente la misma información.

Según la definición de queso Chanco propuesta por BRITO (1991), y regulada en la Norma Chilena para tal variedad, éste debe presentar ojos irregulares, correspondientes al tipo de ojo mecánico distribuidos abundantemente en la masa, lo que en términos normales corresponde a una valoración igual o superior a 7 (ANEXO 43).

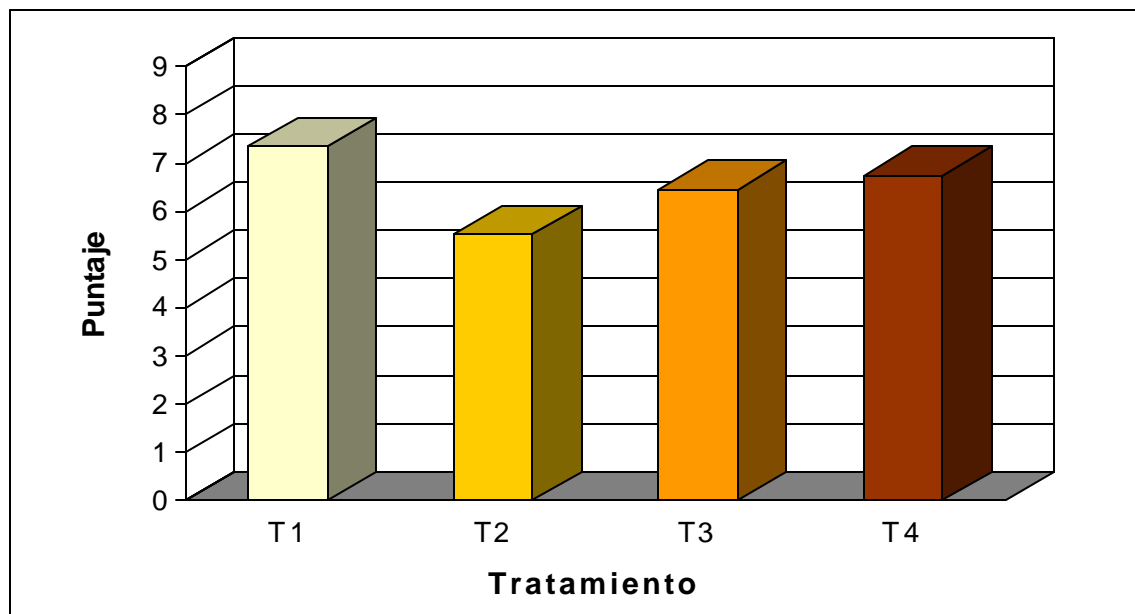


FIGURA 12. Calificaciones otorgadas por los panelistas al atributo “textura”.

Del Test de Concordancia de Kendall se desprende que todos los panelistas evaluaron el atributo con un criterio uniforme ($W \geq 19,68$), validando de esta forma la aplicación del análisis de varianza (ANDEVA).

La ANDEVA del ANEXO 47 revela la presencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$) registrándose, según Test de Tukey, tres grupos homogéneos. El primero de ellos lo conforman T_1 y T_4 , el segundo T_4 y T_3 y el tercer grupo, formado sólo por T_2 .

De los resultados se desprende que T_1 fue evaluado con una graduación *normal a buena*, al lograr una calificación promedio superior a 7, siendo el único tratamiento que alcanzó cifras superiores al nivel mínimo propuesto para considerar el atributo como normal. Por otro lado, el tratamiento 4, el cual incorporó Dairy Lo™, fue el único tratamiento que estadísticamente resultó sin diferencia significativa al control completo en grasa, aunque alcanzó una calificación levemente inferior a 7.

El tratamiento de menor calidad, desde el punto de vista de la textura, fue T_2 , el cual fue evaluado con nota 5,52, es decir algo más que regular, y fue estadísticamente diferente a todos los tratamientos. Las observaciones de los panelistas confluyen en la presencia de ojos de tamaños diversos y concentrados en zonas específicas de la masa, lo que puede atribuirse a una aireación insuficiente durante el amasado o a una fusión imperfecta de los granos durante el prensaje (WALSTRA *et al.*, 1999).

Cabe señalar que ambos tratamientos experimentales, T_3 y T_4 , lograron calificaciones superiores y significativamente diferentes, desde el punto de vista estadístico ($p < 0,05$) al control reducido en grasa, destacándose la capacidad de los imitadores grasos empleados en esta investigación para otorgar una textura superior.

De lo anteriormente expuesto se deduce que tanto la incorporación de Simplese® D100 como de Dairy Lo™ a la leche semidescremada destinada a elaboración de queso Chanco, mejora la textura del producto madurado, aunque sólo el tratamiento que incluyó Dairy Lo™ logró una calificación similar al elaborado a partir de leche entera.

Un aporte interesante es el que hacen LO y BASTIAN (1998). Dichos autores elaboraron queso Havarti reducido en grasa del tipo semiduro, añadiendo a la materia prima un concentrado de proteínas lácteas denaturadas obtenidas por ultrafiltración. Luego de 12 semanas de maduración observaron que estos tratamientos fueron más suaves y que presentaron una mayor cantidad de orificios mecánicos en la masa, relacionando esta situación al tratamiento térmico al que fue sometida la leche ultrafiltrada.

Según el coeficiente de correlación de Spearman determinado en el ANEXO 54, la textura del queso Chanco se encuentra relacionada, a un nivel del 5% de significancia, con su humedad en queso desgrasado y pH, dando coeficientes de correlación de 0,62 y $-0,74$, respectivamente. Por otro lado se destaca la alta correlación obtenida entre este parámetro y los atributos *elasticidad* ($-0,88$) y *adhesividad* ($0,71$), confirmando de esta forma, que se puede establecer una relación significativa entre la textura del queso Chanco y dos de los atributos relacionados con la consistencia del mismo.

4.5.3 Sabor. La sensación de sabor se percibe utilizando dos sentidos corporales simultáneamente: el gusto, detectado en la boca, principalmente en la lengua; y el olfato, radicado en las fosas nasales, en donde se detecta el aroma. Los estímulos responsables de los aromas son sustancias volátiles; al contrario, los gustos son producidos por sustancias no volátiles que originan las sensaciones básicas de dulce, ácido, salado y amargo (DURAN y COSTELL, 1999).

Tal como se manifiesta en el ANEXO 43, el gusto típico del queso Chanco es suave, a queso medianamente madurado, y aroma puro, además debe estar exento de sabores extraños tales como sabor amargo, ácido, salado, a levaduras, estiércol o insípido (BRITO *et al.*, 1996). La calificación correspondiente a un queso de estas características se sitúa entre 4 y 6.

En el CUADRO 13 y FIGURA 13 se exponen los puntajes promedio otorgados por los panelistas, y en el ANEXO 44 se presenta el detalle de las repeticiones.

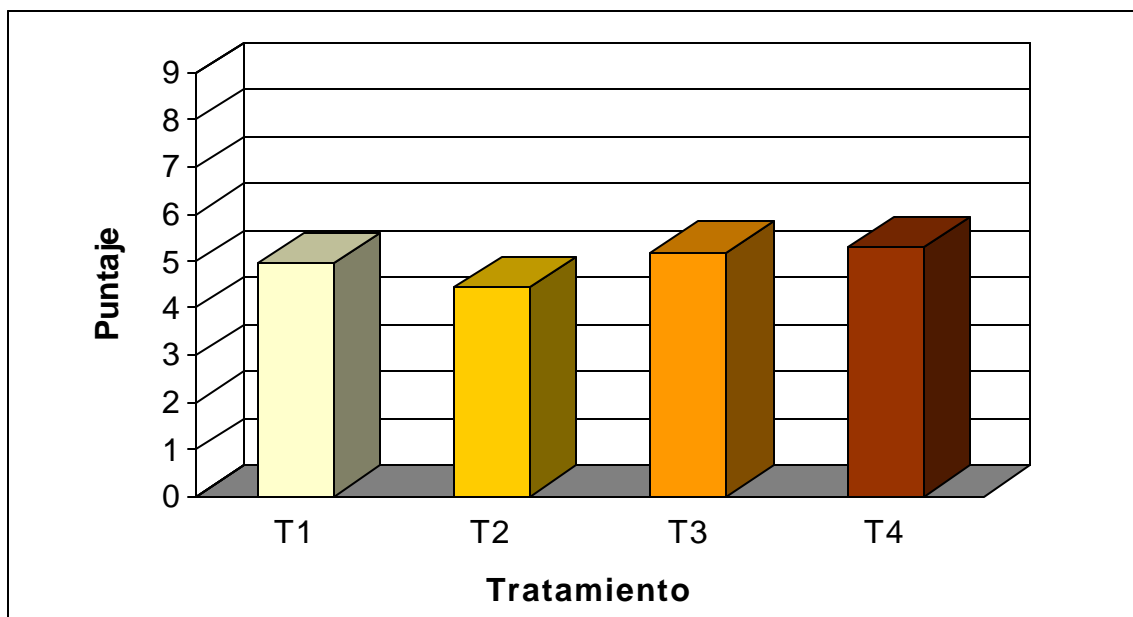


FIGURA 13. Calificaciones otorgadas por los panelistas al atributo “sabor”.

El resultado del Test de Kendall permite señalar que todos los jueces que componen el panel ponderaron el parámetro estudiado de la misma forma ($W \geq 19,68$), descartándose diferencias de criterio en la evaluación del atributo.

Del análisis de varianza se desprende que los panelistas no detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para sabor

($p \geq 0,05$) (ANEXO 48). No obstante lo anterior, se aprecia que el tratamiento control reducido en grasa obtuvo la menor calificación, alcanzando ésta los 4,43 puntos frente al tratamiento 4, que obtuvo el más alto puntaje con 5,28 puntos. El control completo en grasa, así como el tratamiento que incorporó Simplese[®]D100 obtuvieron calificaciones intermedias, entre 4,95 y 5,19 puntos.

Es importante destacar que todos los tratamientos fueron evaluados con una calificación que permite considerar al parámetro sabor como normal y típico a queso Chanco. Además se observa que la incorporación de imitadores grasos realizó este atributo aunque no de forma significativa respecto de los controles.

De lo anterior se puede inferir que la reducción del contenido graso de la leche no afectó el desarrollo del sabor en el queso, aunque se observa cierta tendencia a evaluar menos favorablemente al queso control reducido en grasa.

Según ECK (1990), el gusto y aroma de los quesos se forma durante la maduración de los mismos y como consecuencia de una serie de mecanismos de origen enzimático que transforman los diferentes componentes de la cuajada, principalmente proteínas y lípidos, en numerosas moléculas olorosas y/o sápidas.

De la descomposición de la materia grasa (lipólisis) se liberan ácidos grasos volátiles como ácido butírico, caproico, caprílico y cáprico que otorgan un sabor rancio a la leche pero que en el queso contribuyen al sabor típico que se desea obtener (FAO, 1983). Sin embargo, LUCEY y GORRY (1993), manifiestan que la lipólisis, en la mayoría de las variedades de queso, no juega un rol fundamental en la formación del sabor debido principalmente, a que ésta se desarrolla con menor velocidad que otros procesos degradativos.

En los quesos en que este proceso sí es importante, SCOTT (1991), manifiesta que el “bouquet” del producto depende más bien del contenido en ácidos grasos de cadena corta que de los de cadena larga.

Las proteínas, propiamente tales, no contribuyen al sabor del queso, pero sí sus productos de degradación. Durante la proteólisis se forman pequeños péptidos, aminoácidos libres y NH_3 , que aportan sabores específicos a la masa, entre los cuales se cuentan sabores amargos y dulces (WALSTRA *et al.*, 1999).

Muchos autores coinciden en manifestar que la reducción del contenido graso en el queso resulta en una percepción de sabor mucho menos satisfactoria, aunque el origen de esta situación, no está del todo definida.

WIJESUNDERA y DRURY (1999), señalan la existencia de dos hipótesis al respecto. La primera de ellas plantea que los componentes del sabor estarían contenidos en la propia materia grasa, mientras la segunda teoría refuerza la idea de una función puramente solvente para estos elementos.

Cualquiera sea el mecanismo por el cual la grasa contribuya al sabor de los alimentos, existe consenso entre los investigadores en que el queso bajo en grasa presenta un sabor diluido, insípido o poco intenso y a menudo puede presentar sabores atípicos desagradables, los cuales no siempre son detectables en el queso tradicional completo en grasa debido al rol de enmascaramiento que ejercería este componente. Estos sabores extraños dejan en la boca sensaciones amargas producidas por la presencia de ciertos péptidos de bajo peso molecular; a levadura, por los alcoholes y ésteres; a quemado y/o a repollo por la acción de algunas bacterias ácido lácticas, entre otros. (LUCEY y GORRY, 1993; JOHNSON *et al.*, 1995; SKEIE *et al.*, 1995; DRAKE *et al.*, 1995; DRAKE *et al.*, 1996; Ardö y Fox *et al.*, citados por BERRINO, 1998; WALSTRA *et al.*, 1999).

En esta investigación, el panel detectó la presencia de leves sabores atípicos en algunas repeticiones del tratamiento elaborado con Simplese®D100 (T₃), y en menor medida en el producto que contenía Dairy Lo™ (T₄). Esta situación, probablemente, se vio favorecida por la adición de proteínas séricas, las que podrían haber dado origen a péptidos causantes de sabor amargo o bien, a la disminuida presencia de materia grasa la que, como se ha dicho, ejerce un efecto de enmascaramiento sobre este tipo de sabores.

Variadas publicaciones informan respecto de investigaciones realizadas en quesos reducidos en grasa incorporando ingredientes que imitan las propiedades de este elemento.

DRAKE *et al.* (1996), elaboraron una variedad de queso Cheddar reducido en grasa que incluyó Dairy Lo™ en una concentración de 0,5% m/m y lo compararon con dos testigos, uno de grasa completa y otro reducido en grasa. Un panel de jueces entrenados determinó que el tratamiento experimental resultó en una calidad de sabor significativamente inferior a los dos testigos, siendo esto corroborado por otro grupo de panelistas compuesto por consumidores comunes.

En la misma variedad de queso, PUNIDADAS *et al.* (2000), informan que el sabor de un Cheddar que incorporó proteínas homogeneizadas de suero fue calificado como “bueno”, tanto a cuatro semanas, como a tres meses de maduración, no registrándose diferencias con el control de grasa reducida.

BERRINO (1998), en un estudio realizado en queso Edam, evaluó en forma separada los atributos aroma y gusto, no detectando diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre el sabor del control reducido en grasa y el tratamiento que incorporó micropartículas proteicas, calificándolo como “moderado”. Respecto del aroma concluyó que este tratamiento fue similar al control de grasa completa.

En la presente investigación, los resultados obtenidos para el atributo en discusión se asemejan más a los obtenidos por PUNIDADAS *et al.* (2000) y a BERRINO (1998), no coincidiendo con lo publicado por DRAKE *et al.* (1996).

Según DURAN y COSTELL (1999), la percepción de un determinado gusto se modifica o puede modificarse por interacciones cruzadas con otros gustos, por efecto de otras sensaciones como el aroma, la textura o el color y por la influencia de algunos componentes o estructuras del alimento. Al respecto, según resultados expuestos en el ANEXO 54, se demuestra una correlación significativa a un nivel del 5% de significancia, entre el sabor y textura del queso Chanco (0,58), lo que podría relacionarse a lo declarado por los autores citados.

4.5.4 Consistencia. El atributo “cuerpo” en quesos, se entiende como sinónimo de consistencia, por lo tanto su caracterización puede ser de elasticidad, firmeza, cohesividad, plasticidad, blandura, suavidad, etc (BRITO, 1990).

BRITO (1993), señala que ciertos cambios sensoriales, y en particular los relativos a la consistencia del queso se deben a los procesos degradativos ocurridos a la proteína, específicamente a la caseína α_s1 .

Reducidos niveles de grasa a menudo ocasionan quesos excesivamente firmes y elásticos, además pueden ser secos, duros y posiblemente granulados. La mayor densidad de la matriz proteínica debido a la reducida presencia de glóbulos grasos que actúan como material de relleno, explican en gran medida esta condición (PASCUAL, 1982; JAMESON, 1990; McMAHON *et al.*, 1996).

Una alternativa para mejorar la consistencia de estos quesos es reemplazar los glóbulos grasos con materiales que asemejen sus propiedades físicas, de tal forma, que se introduzcan en los espacios intersticiales de la matriz de proteínas, disminuyendo su densidad y otorgando una mayor suavidad al producto.

Según QUINTANILLA y PEÑA (1992), la consistencia del queso está determinada por cuatro parámetros físicos: firmeza, elasticidad, cohesividad y plasticidad los que, a su vez, estarían íntimamente relacionados al contenido de humedad del producto.

Al respecto JOHNSON *et al.* (2001), añade que niveles más altos de humedad en la cuajada y los cambios fisicoquímicos que ocurren a nivel de caseínas dan como resultado quesos menos firmes y por lo tanto más suaves.

La retención de mayor humedad en el queso reducido en grasa, constituye una de las acciones principales de los imitadores de grasa en el mejoramiento de sus propiedades mecánicas (LOBATO *et al.*, 1999).

4.5.4.1 Firmeza. En términos generales la firmeza puede ser definida como la fuerza requerida para comprimir una sustancia entre los molares (en el caso de sólidos) o entre la lengua y el paladar (en el caso de semisólidos). En términos físicos se define como la tensión de fractura aplicada a un cuerpo sólido hasta su rompimiento (VANCE y SURMACKA, 1973; WALSTRA *et al.*, 1999).

LUCEY y GORRY (1993), señalan que entre los principales defectos de consistencia que han sido frecuentemente atribuidos a los quesos reducidos en grasa se encuentra, precisamente, la excesiva firmeza que presentan.

ARDÖ (1997), manifiesta que este defecto se explica por la mayor matriz proteica presente en estos quesos, y por la insuficiente degradación de la caseína.

Según Norma Chilena Oficial para Queso Chanco (NCh2090), éste debe ser de masa semiblanda y mantecosa considerándose defecto una masa firme o muy suave.

Del resultado del Test de Concordancia se desprende que hubo uniformidad en la aplicación del criterio de los jueces para evaluar el parámetro

en estudio en sus distintas repeticiones ($W \geq 19,68$), justificando la ejecución del análisis de varianza.

Del CUADRO 13 y FIGURA 14, se observa que todos los tratamientos fueron clasificados dentro del rango considerado *normal* para el atributo, es decir entre 4 y 6. Sin embargo, el análisis de varianza detectó diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$) (ANEXO 49).

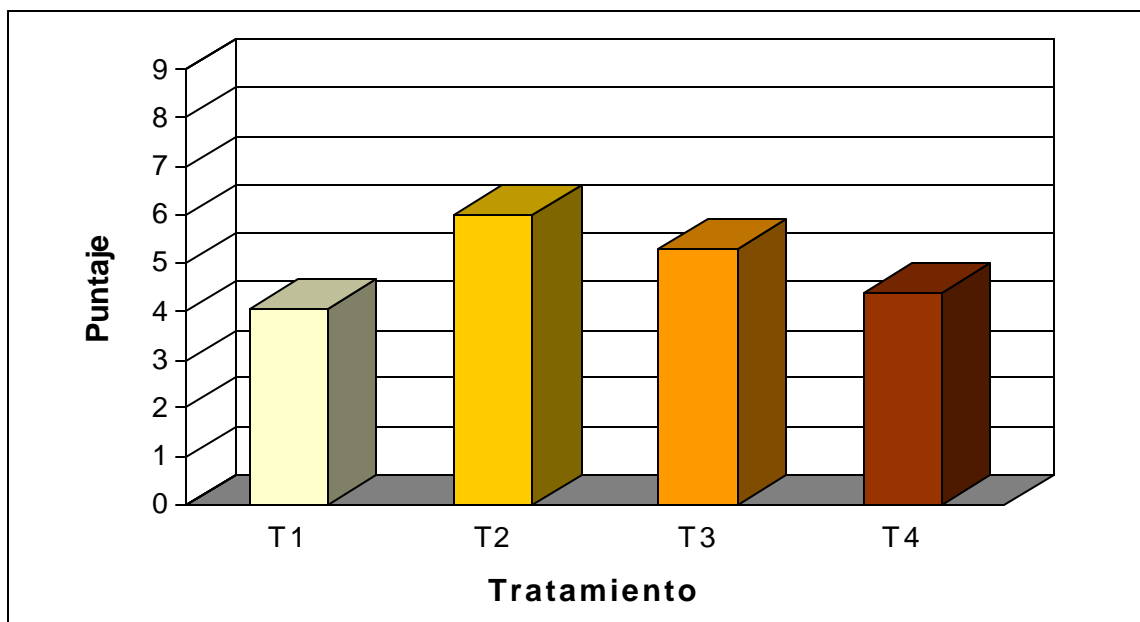


FIGURA 14. Calificaciones otorgadas por los panelistas al atributo “firmeza”.

La diferencia más notoria se manifestó entre los tratamientos control de completo y reducido tenor graso, dejando en evidencia la importancia que juega este componente en la percepción de la firmeza del producto. Cabe destacar que ambos tratamientos se ubicaron en los extremos opuestos de la escala de firmeza, pero siempre dentro del rango normal. De esta forma, el tratamiento que presentó la menor firmeza, según el panel, correspondió a T₁

con una calificación promedio igual a 4,05, mientras que el tratamiento más firme, T₂, obtuvo un puntaje promedio igual a 6,00.

Los tratamientos experimentales, T₃ y T₄, no registraron diferencias entre sí al 5% de significancia, aunque sólo T₄ fue estadísticamente igual al control completo en grasa.

De lo anterior se puede concluir que al añadir Dairy Lo™ a la leche destinada a la fabricación de queso Chanco reducido en grasa, se puede esperar una mejora sustancial en la firmeza del producto final, comparable a la del queso elaborado con toda la grasa, y que la utilización de Simplese® D100, en la concentración utilizada en este estudio, no mejorará este aspecto en relación al control reducido en grasa.

Resultados similares reportan DRAKE *et al.* (1996). Estos autores utilizaron tres distintos imitadores grasos en la elaboración de queso Cheddar, uno de origen glucocídico y dos de origen proteico, de los cuales uno fue Dairy Lo™, aplicado en una concentración de 0,5% m/m. Las mediciones de firmeza se realizaron en forma instrumental utilizando para ello un texturómetro que registra la fuerza (en Newtons) requerida para romper la muestra de queso. De los valores arrojados por el instrumento se desprende que ninguno de los tratamientos que incluyó imitadores elaborados con proteínas presentaron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) con el control completo en grasa, mientras que el queso al cual se añadió el producto basado en carbohidratos presentó una firmeza superior al control. No obstante, al someter las muestras de queso a un panel de jueces entrenados para evaluar el atributo firmeza, el tratamiento con Dairy Lo™ fue calificado como significativamente más firme que el control completo en grasa, aunque de los tres imitadores empleados fue el que obtuvo la calificación más cercana a este control.

Este mismo autor señala que todos los quesos que incorporaron imitadores de grasa exhibieron una matriz proteica más suave comparada con el control reducido en grasa.

Por otra parte LUCEY y GORRY (1993), declaran que añadir Simplese[®]D100 a la materia prima del queso Cheddar en una concentración del 2%, resultó en quesos más suaves que su contraparte reducida en grasa sin la adición de este ingrediente, indicando que estos quesos requirieron menos compresión antes de su rompimiento en la prueba correspondiente.

De los resultados obtenidos por este último autor se deduce que un aumento en la concentración de Simplese[®]D100 utilizado en el tratamiento 3 de esta investigación, podría haber ayudado a obtener calificaciones más cercanas al queso Chanco completo en grasa, ya que un mayor número de estas micropartículas entrampadas en la matriz proteica, aumenta el tamaño de los espacios formados entre los agregados de caseínas, disminuyendo la densidad de la red y otorgando más suavidad al producto final. Por otro lado, dada la naturaleza polar de estas micropartículas, se esperaría una retención adicional de agua en el interior de la matriz proteínica del queso, y de esta forma el efecto suavizante del agua, reemplazaría al que ejerce originalmente la grasa (LOBATO *et al.*, 1999; JOHNSON *et al.*, 2001).

BERRINO (1998), en un estudio realizado en queso Edam, determinó que la firmeza se ve incrementada significativamente en los quesos reducidos en grasa en relación al testigo de grasa completa, y que las micropartículas proteicas añadidas, no lograron mejorar esta condición. Este autor utilizó el mismo ingrediente empleado en esta investigación para el tratamiento 3, aunque en una concentración algo inferior e igual a 0,06% m/m. Además se debe considerar que el contenido de grasa en la materia prima utilizada por BERRINO (1998) fue de un 0,5%, es decir, casi dos tercios menos que lo considerado en este estudio.

RUDAN *et al.* (1999), en una investigación realizada en queso Mozzarella reducido en grasa, descubrieron que la mayor cantidad de agua retenida en la cuajada de estos quesos, no logró sustituir en la misma proporción a la grasa removida, lo que habría influido negativamente en el contenido de humedad en queso desgrasado, provocando una disminución significativa de este parámetro. Como consecuencia, el volumen total de materia grasa (material con propiedades de relleno) experimentó un importante descenso, lo que derivó en un aumento de la densidad de la matriz de proteínas, y por consiguiente, en desmedradas propiedades reológicas de los quesos, entre ellas firmeza, elasticidad y cohesividad.

Según resultados obtenidos en esta investigación y expuestos en el ANEXO 54, se aprecia una correlación significativa, a un nivel del 95% de confianza, entre el contenido de humedad en queso desgrasado y tres de los parámetros de consistencia, presentándose entre este indicador y el atributo *firmeza* un factor de correlación de -0,71, es decir, a medida que disminuye el contenido de humedad en queso desgrasado, aumenta proporcionalmente su firmeza, lo que respaldaría lo manifestado por RUDAN *et al.* (1999). Además, y confirmando lo declarado en párrafos anteriores se logró establecer una correlación significativa e inversa entre el contenido de materia grasa en base total y en base seca con la firmeza de los quesos, quedando de esta manera ampliamente demostrado el importante rol que juega la grasa en otorgar una consistencia más blanda al queso Chanco.

4.5.4.2 Elasticidad. VANCE y SURMACKA (1973), definen este parámetro como el grado en que un producto vuelve a su estado original luego de ser comprimido entre los dientes.

En el queso, la elasticidad es evaluada por la deformación (estiramiento) de la masa sin producirse ruptura de ésta, para lo cual se dobla levemente el trozo de muestra con las manos.

Los promedios de las calificaciones otorgadas por los jueces para elasticidad se exhiben en el CUADRO 13 y FIGURA 15. Los resultados de las calificaciones individuales se pueden observar en el ANEXO 44 y los promedios de cada repetición en el ANEXO 46.

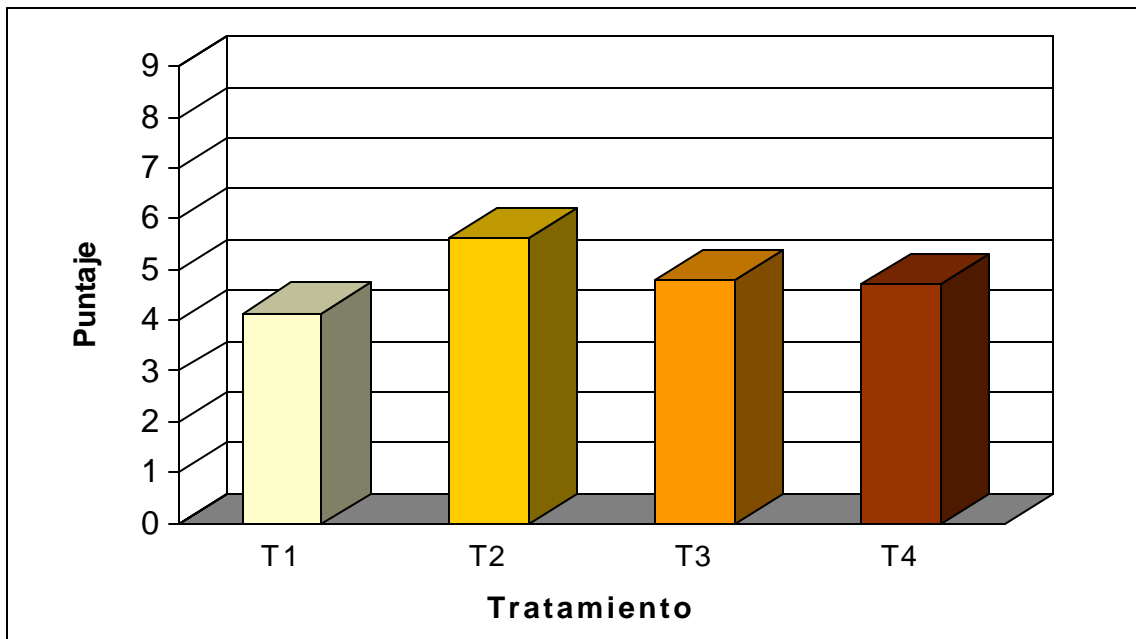


FIGURA 15. Calificaciones otorgadas por los panelistas al atributo “elasticidad”.

Al igual que lo ocurrido con los atributos textura, sabor y firmeza, los jueces integrantes del panel organoléptico no manifestaron diferencia de criterios en la evaluación de la elasticidad ($W \geq 19,68$), por lo cual se procedió a la aplicación del análisis de varianza.

Según la ANDEVA, la elasticidad de los dos tratamientos controles presentó diferencias significativas entre sí al 5% de significancia, siendo más elástico el control reducido en grasa que su contraparte completo en grasa (ANEXO 50).

Al igual que lo acontecido con el atributo firmeza, ambos controles se ubicaron en los extremos de la escala de valoración para elasticidad, sin embargo ninguno de ellos escapó del rango considerado como *normal a bueno*.

En este sentido T_1 fue el tratamiento que presentó los menores índices de elasticidad, mientras que T_2 fue el más elástico, coincidiendo con lo manifestado por OLSON y JOHNSON (1990) y DRAKE *et al.* (1995), quienes declaran que la elasticidad se incrementa simultáneamente con la reducción de la materia grasa y el aumento del nivel de proteínas.

Los tratamientos que incorporaron imitadores grasos obtuvieron calificaciones intermedias, sin presentar diferencias significativas con ninguno de los tratamientos control. Sin embargo, de los tratamientos experimentales T_4 fue el que más se aproximó al puntaje obtenido por el control completo en grasa, alcanzando una calificación 4,72 frente a 4,14 del primero.

De lo anterior se deduce que las variables incorporadas en esta investigación, aplicadas a las condiciones de este estudio, ejercieron una influencia positiva sobre la elasticidad del queso Chanco reducido en grasa, aunque ésta no fue significativamente menor a la del queso reducido en grasa utilizado como control.

VERSTEEG *et al.* (1998), al elaborar queso reducido en grasa (15%*m/m*) con los mismos ingredientes utilizados en esta investigación, determinó que tanto Simplese[®]D100 como Dairy Lo[™] lograron disminuir la elasticidad de los quesos, a la vez que incrementaron su contenido de humedad.

BRYANT *et al.* (1995), utilizando un texturómetro y un panel de jueces entrenados, analizaron la implicancia de la reducción de la materia grasa sobre la elasticidad del queso Cheddar de 13, 21, 27, 32 y 34% materia grasa, sin la incorporación de aditivos, concluyendo que los dos primeros obtuvieron los

valores más altos de elasticidad y confirmando la importancia que este componente juega en la obtención de productos queseros menos elásticos.

LO y BASTIAN (1998), por su parte, experimentaron con proteínas de suero denaturadas obtenidas por ultrafiltración (UF) para fabricar queso Havarti, una variedad de queso semiduro de origen danés, a partir de leche estandarizada al 1,5% de materia grasa. Los resultados obtenidos reflejaron que estas proteínas lograron reducir significativamente la elasticidad del queso, concluyendo que la UF es una técnica que puede contribuir de manera importante en la mejoría de las características de consistencia de este producto.

Contrariamente a lo observado en el atributo *firmeza*, no se aprecia una correlación clara entre las calificaciones otorgadas para *elasticidad* y los resultados de composición de humedad en queso Chanco desgrasado, registrándose un coeficiente de correlación entre ambas variables de -0,54, sin embargo sí se logró establecer una relación significativa la 95% de confianza, entre elasticidad y pH, alcanzando ésta un factor de 0,66 (ANEXO 54).

Según LAWRENCE *et al.* (1987), el rol del pH en la consistencia del queso es particularmente importante debido a que los cambios de pH están directamente relacionados a los cambios químicos producidos en la matriz de proteínas de la cuajada, de esta forma, a medida que el pH desciende aumentan las pérdidas de fosfato de calcio coloidal de las submicelas de caseína y bajo pH 5,5 se produce una disociación progresiva de las submicelas en agregados de caseína más pequeños.

4.5.4.3 Adhesividad. Físicamente este parámetro se define como el trabajo necesario para superar las fuerzas de atracción existentes entre la superficie de un alimento y la superficie de otro material con el cual el alimento está en contacto (VANCE y SURMACKA, 1973).

En queso Chanco, se evalúa la capacidad de la masa a pegarse o unirse al paladar durante su masticación, que corresponde también a la dificultad para remover el queso desde el paladar durante la degustación. El queso Chanco debe ser medianamente adhesivo, con valores entre 4 y 6 (ANEXO 43).

Los promedios de las calificaciones otorgadas por los jueces para este atributo se exhiben en el CUADRO 13 y gráficamente en la FIGURA 16. El detalle de las repeticiones se presenta en el ANEXO 44.

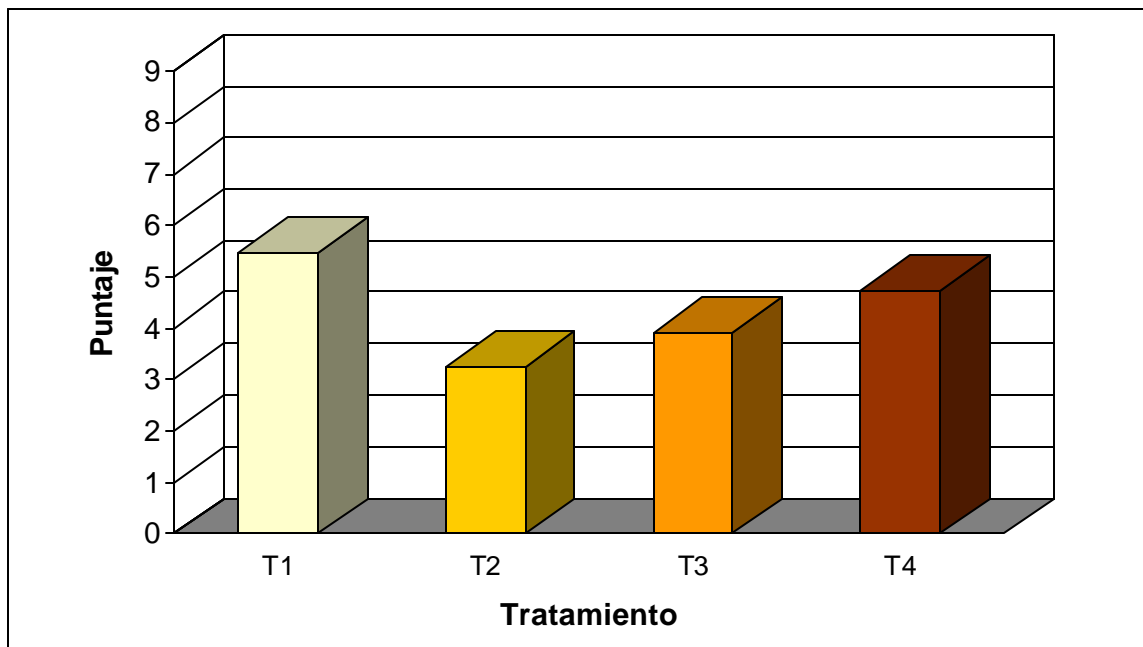


FIGURA 16 Calificaciones otorgadas por los panelistas al atributo "adhesividad".

El análisis de varianza realizado luego de comprobar la concordancia de criterios entre los panelistas por el Test de Kendall ($W \geq 19,68$), determinó la existencia de diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos para el atributo *adhesividad* (ANEXO 51).

Siguiendo la tendencia que se ha manifestado en los otros parámetros de consistencia, se aprecia una diferencia significativa ($p < 0,05$), entre la adhesividad de los testigos de grasa completa y reducida, alcanzando T_1 un puntaje de 5,47, mientras que T_2 sólo llegó a 3,24.

Esta situación deja de manifiesto la importancia que juega la materia grasa en las características de adhesividad del queso Chanco, ya que el tratamiento control al cual se redujo parcialmente este componente ni siquiera alcanzó niveles de normalidad, siendo calificado por los panelistas como *menos que normal*.

Al respecto, BRYANT *et al.* (1995), confirmaron la implicancia de disminuir el contenido de materia grasa sobre el parámetro en discusión. Estos autores analizaron a través de un texturómetro diversas propiedades físicas del queso Cheddar encontrando que los tratamientos elaborados con niveles normales de grasa no presentaron diferencias significativas entre ellos, pero sí se manifestaron diferencias entre estos quesos y los elaborados con menores niveles de grasa, presentándose estos últimos, menos adhesivos.

Lo declarado por el autor antes citado se ve respaldado por la alta correlación obtenida entre la característica de adhesividad del queso Chanco y su contenido de materia grasa en base total y sobre todo en base seca presentadas en el ANEXO 54.

Respecto de los tratamientos experimentales elaborados para esta investigación, se puede apreciar que T_4 obtuvo una calificación similar a la del control completo en grasa, reflejando la positiva influencia que ejerció Dairy Lo™ sobre la adhesividad del queso reducido en grasa.

El tratamiento con Simplese®D100 (T_3), en tanto, no presentó el mismo comportamiento que T_4 obteniendo una calificación promedio ligeramente

inferior a 4, sin presentar diferencia significativa con el control de grasa reducida, aunque tampoco con T₄.

Coincidiendo con la calificación otorgada por los integrantes del panel sensorial al tratamiento 3, BERRINO (1998), concluyó que la incorporación de micropartículas proteicas no mejoró la adhesividad de un queso tipo Edam reducido en grasa, al evaluar este parámetro en forma instrumental.

El factor de correlación determinado para este atributo y el contenido de humedad en queso desgrasado fue el más alto calculado para un parámetro relacionado a la consistencia, (0,89), confirmándose con esto que un alto valor de humedad en queso desgrasado contribuirá positivamente al desarrollo de la adhesividad típica del queso Chanco (ANEXO 54).

4.5.4.4 Cohesividad. Este parámetro, aplicado al queso, evalúa la masa en relación a su continuidad (homogénea) al paladar.

El queso Chanco debe ser cohesivo, es decir, deshacerse homogéneamente en la boca, lo que corresponde a valores entre 4 y 6. Se considera defecto una masa desmenuzable, heterogénea e irregular al paladar (ANEXO 43).

En el CUADRO 13 y FIGURA 17, se exhiben las calificaciones promedio para el atributo cohesividad, otorgados por los jueces del panel sensorial.

El resultado del Test de Kendall permite señalar que todos los jueces que componen el panel ponderaron el parámetro estudiado de manera uniforme ($W \geq 19,68$), descartándose diferencias de criterio en la evaluación del atributo.

El análisis de varianza estableció la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$), por lo cual se

procedió a realizar un Test de Rango Múltiple para identificar los tratamientos distintos (ANEXO 52).

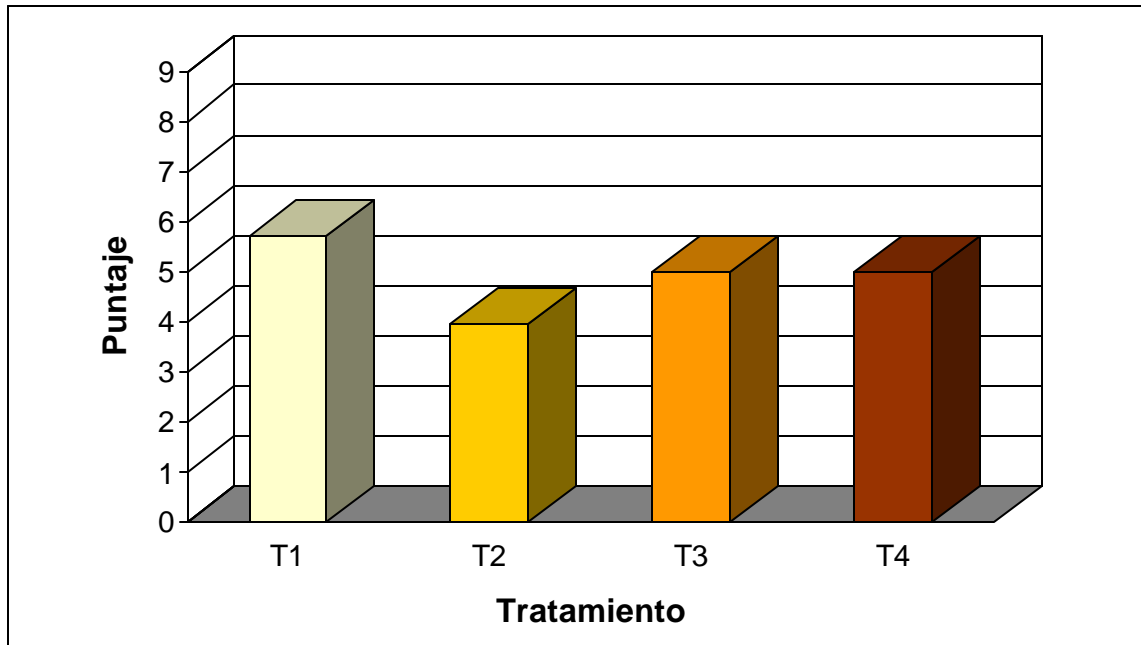


FIGURA 17. Calificaciones otorgadas por los panelistas al atributo "cohesividad".

El Test de Tukey estableció la existencia de dos grupos homogéneos, el primero compuesto por T_1 , T_3 y T_4 , y el segundo compuesto por T_2 . De este análisis se desprende que los dos tratamientos experimentales presentaron la misma cohesividad que el control de grasa completa, mientras que el testigo de grasa reducida fue el menos cohesivo, siendo calificado con un puntaje que lo cataloga como inferior a lo normal.

BRYANT *et al.* (1995), confirmaron en queso Cheddar la relación existente entre el contenido de grasa y la cohesividad del mismo, manifestando que a medida que la cantidad de grasa disminuye también lo hace este atributo. La misma relación se desprende de los resultados obtenidos en esta investigación, sin embargo, este parámetro puede ser mejorado adicionando

imitadores grasos de origen proteico obtenidos por ultrafiltración (Dairy Lo™) o microparticulación (Simplese® D100), indistintamente.

Se determinó una correlación positiva y significativa a un nivel del 95% de confianza entre la mayoría de los parámetros fisicoquímicos medidos y la cohesividad del queso Chanco, según se aprecia en el ANEXO 54.

4.5.5. Aceptación general. Después de calificar cada uno de los atributos propios del queso Chanco, se aplicó una escala hedónica de 9 puntos para evaluar el grado de aceptación de los distintos tratamientos por parte de los jueces que conformaron el panel.

En el parámetro *aceptación general* confluyen todos los atributos sensoriales del producto, siendo fundamental en la calificación que los jueces le otorguen, la ponderación o importancia que le asignen a cada uno de los atributos previamente evaluados.

En el ANEXO 44 se presentan las calificaciones individuales otorgadas por los jueces a cada uno de los tratamientos. En el CUADRO 13, se exhiben las calificaciones promedio, mientras que las mismas pueden observarse en forma gráfica en la FIGURA 18.

Luego de aplicar el Test de Kendall, el cual dio un valor de $W \geq 19,68$, se procedió a realizar el análisis de varianza que estableció la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$) (ANEXO 53).

El test de rango múltiple (Tukey) determinó la similitud estadística entre los tratamientos experimentales y el control de grasa completa, destacándose la buena aceptación del tratamiento que incorporó Dairy Lo™ frente al Chanco tradicional.

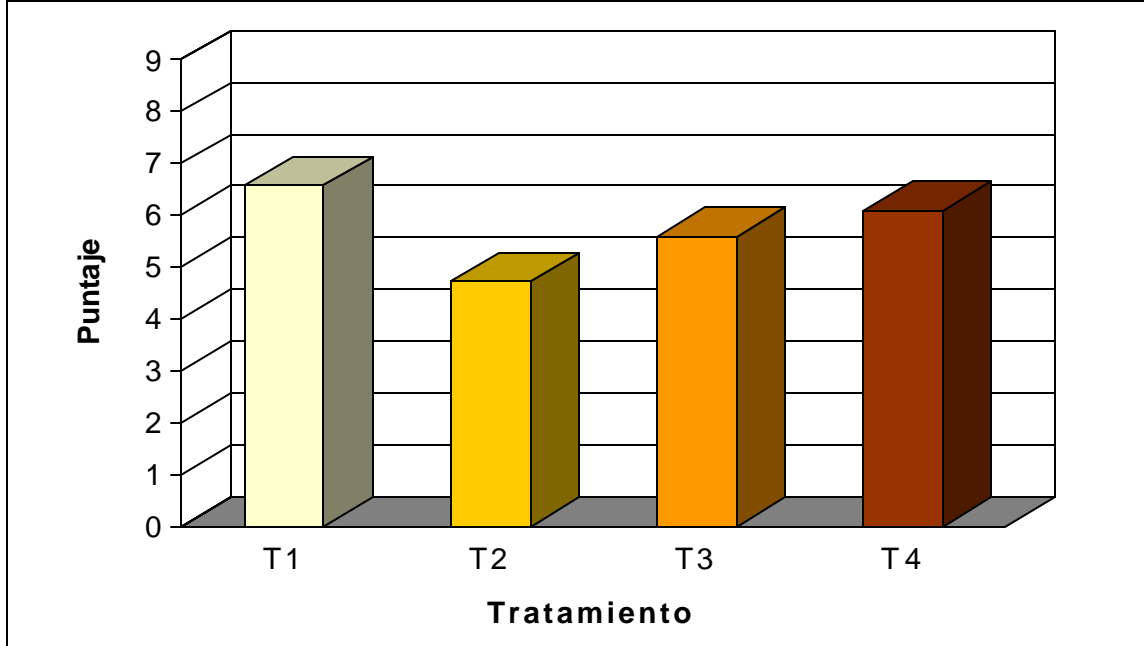


FIGURA 18. Calificaciones otorgadas por los panelistas al parámetro "aceptación general".

El testigo reducido en grasa, en tanto, fue estadísticamente igual al tratamiento elaborado con Simplesse®D100, aunque éste último también registró similitud con el control completo en grasa.

Según la escala valórica para aceptación general, tanto el Chanco de composición grasa normal como aquellos elaborados a base de imitadores, obtuvieron puntuaciones que permitieron calificarlos con un grado de satisfacción ubicado entre “No me gusta ni me disgusta” y “Me gusta”, posicionándose el queso control de grasa completa más cercano a esta última opción, mientras que T₃ se ubicó más cerca de la primera. T₄, en tanto ocupó una posición intermedia entre estas dos.

El control reducido en grasa, fue calificado entre las alternativas “Me disgusta” y “No me gusta ni me disgusta”, encontrándose más próximo a esta última apreciación.

De los resultados se desprende que ambos tratamientos experimentales obtuvieron buenas calificaciones, las que permitieron catalogarlos con una aceptación general tan buena como la otorgada al tratamiento completo en grasa. Esto sugiere que los ingredientes basados en proteínas séricas que imitan las propiedades de la materia grasa, pueden ser considerados como una buena alternativa para mejorar la aceptación del queso Chanco reducido en grasa.

Keব্য, citado por MANN (2000), informa que entre tres imitadores grasos utilizados en la elaboración de queso Talloga, el que presentó los mejores niveles de aceptación fue el que incorporó Simplese[®], el cual es elaborado a base de micropartículas proteicas.

Por su parte SILVA (1998), elaboró una variedad de queso fundido cortable de bajo tenor graso, considerando para ello la adición de dos imitadores de grasa obtenidos de distintas materias primas, de estos el que arrojó mejores resultados de aceptación fue el que contuvo Dairy Lo[™], evaluándose este queso como “Más que regular”, coincidiendo de esta manera con los resultados obtenidos en esta investigación.

A partir de los resultados expuestos en el ANEXO 54, se puede corroborar la influencia que ejercen los atributos relacionados a la consistencia sobre la aceptación general del queso Chanco, ya que se determinó una correlación significativa, al 95% de confianza, entre tres de estos parámetros (firmeza, adhesividad y cohesividad) y el grado de aceptación del producto evaluado.

Respecto de las características fisicoquímicas se pudo establecer una correlación positiva entre el contenido de materia grasa, y humedad en queso desgrasado y el parámetro aceptación general, quedando de manifiesto la

importancia de estos componentes en otorgar características de aceptabilidad en el queso Chanco.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y considerando los resultados obtenidos en esta investigación, se concluye que:

- La utilización de micropartículas proteicas de marca comercial Simplese[®]D100, incorporadas en una concentración de 0,07% m/m, perjudicó las propiedades de coagulación de la leche obteniéndose tiempos de coagulación más extensos y cuajadas más débiles al momento del corte.
- El desarrollo de acidez durante el proceso de elaboración no se vio afectado por la incorporación de imitadores grasos obteniéndose valores de pH similares en todos los tratamientos, tanto a la salida de prensa como a las 24 horas de proceso.
- La incorporación de los ingredientes en estudio no afectó el contenido final de materia grasa de los quesos experimentales, manteniéndose la reducción de un tercio respecto del control completo en grasa. Por otro lado, el contenido de humedad del tratamiento 4, resultó significativamente superior al control de grasa completa al término de la maduración, confirmándose, de esta forma, las propiedades hidrofílicas de Dairy Lo[™].
- La utilización de micropartículas proteicas o concentrado proteico de suero (CPS), no produjo efectos importantes sobre el pH del queso durante la maduración (tanto al inicio como al término de ésta).
- La reducción del contenido graso dejó de manifiesto la influencia ejercida por este componente sobre el rendimiento práctico al obtenerse una diferencia cercana al 20% entre el queso control reducido en grasa (T₂) y el de grasa

completa (T_1), al finalizar el período de maduración, siendo mayor el rendimiento de este último tratamiento. La utilización de imitadores grasos, aunque no de manera significativa, logró reducir esta diferencia, siendo Dairy Lo™ el ingrediente que arrojó los mejores resultados.

- No se logró establecer una correlación entre rendimiento práctico y teórico. En general se aprecia un sobredimensionamiento sistemático del rendimiento predictivo en relación al rendimiento práctico, alcanzándose una diferencia máxima de un 10,89% entre ambos, para T_2 , al término de la maduración.
- Se determinó una correlación significativa entre los parámetros composicionales de materia grasa, materia grasa en base seca y humedad en queso desgrasado, y algunos atributos sensoriales, particularmente aquellos relacionados a la consistencia del producto (firmeza, adhesividad y cohesividad), confirmándose la alta influencia ejercida por estos componentes sobre las propiedades organolépticas del queso Chanco.
- Es factible elaborar un queso Chanco reducido en grasa de características organolépticas similares a uno completo en grasa, utilizando un concentrado proteico de suero (CPS) obtenido por un proceso de ultrafiltración (Dairy Lo™) en las condiciones planteadas en este estudio.

6. RESUMEN

El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto producido por la incorporación de ingredientes que imitan las propiedades de la materia grasa sobre el proceso de elaboración, características sensoriales y el rendimiento de una variedad de queso Chanco de reducido tenor graso. Para ello se utilizaron dos productos comerciales en polvo, elaborados a partir de proteínas de suero dulce de leche. Las principales diferencias entre estos dos ingredientes radican en su proceso de elaboración, la proporción proteica de su formulación y la medida y forma en que son añadidos a la materia prima.

Los ingredientes probados fueron Simplese[®]D100 (Tratamiento 3), obtenido por un proceso de microparticulación de las proteínas séricas, y Dairy Lo[™] (Tratamiento 4), elaborado por ultrafiltración del suero lácteo. El primero se añadió directo a la tina de procesamiento en una proporción del 0,07% m/m, mientras que el segundo ingrediente fue incorporado a un nivel del 1% m/m, previo tratamiento térmico a 80°C por 10 minutos en un cantidad de leche equivalente al 25% del total de la leche en tina. Los otros dos tratamientos corresponden a los controles completo en grasa (Tratamiento 1), y reducido en grasa (Tratamiento 2).

El proceso de elaboración del queso Chanco se vio afectado principalmente en lo que respecta al tiempo de coagulación, Simplese[®]D100 influyó negativamente sobre este parámetro prolongándolo por sobre los 51 minutos. Las demás etapas se mantuvieron sin mayores alteraciones en los cuatro tratamientos. Entre las características físico químicas analizadas destaca el contenido de humedad en queso desgrasado del tratamiento que incorporó Dairy Lo[™], el cual a 28 días de maduración fue el único que no manifestó diferencias significativas con el control completo en grasa.

El uso de imitadores grasos logró leves mejorías en el rendimiento práctico de los quesos reducidos en grasa, sin embargo estas no fueron significativas.

Finalmente se observó que las propiedades sensoriales del tratamiento 4, resultaron idénticas a las del tratamiento control completo en grasa, quedando en evidencia la buena aceptación del queso Chanco reducido en grasa con incorporación de Dairy Lo[™], por parte de los integrantes del panel organoléptico.

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Arbeit war es, die Wirkung von Zusatzstoffen, die den Merkmalen des Fettes nachahmen, auf den Herstellungsprozeß, die sensorischen Eigenschaften und den Ertrag einer Sorte vom Käse Chanco mit reduziertem Fettgehalt zu untersuchen. Es wurden dafür zwei im Handel erhältlichen Pulverprodukten, hergestellt aus Eiweiß der Süßrahmmolke, eingesetzt. Die Unterschiede zwischen beiden Produkten lagen hauptsächlich im Herstellungsprozeß, im Eiweißanteil und in der Art und Weise wie sie dem Rohstoff zugesetzt wurden.

Die untersuchten Zusatzstoffen waren Simplese[®] D100 (Versuch 3), hergestellt durch ein Mikrospaltungsprozeß des Proteinserums, und Dairy Lo[™] (Versuch 4), hergestellt mittels Ultrafiltración der Molke. Im ersten Fall wurde der Zusatzstoff bei einem Verhältnis von 0,07 Gew.-% direkt in den Herstellungstrog zugegeben, während im zweiten Fall die Zugabe im Verhältnis von 1 Gew.-% erst nach einer Vorbehandlung von 25 % der verarbeiteten Milch bei 80 °C für 10 Minuten erfolgte. Die zwei anderen Versuche waren Kontrollversuche bei vollem (Versuch 1) and reduziertem Fettgehalt (Versuch 2).

Die Wirkung auf den Herstellungsprozeß von Käse Chanco wurde insbesondere in der Gerinnungszeit bemerkbar. Simplese[®] D100 wirkte negativ auf diesem Parameter durch einer verlängerten Gerinnungszeit von über 51 Minuten auf. Die weiteren Prozeßstufen blieben ohne großen Veränderungen bei allen vier Versuchen. Unter den untersuchten physikalisch-chemischen Merkmalen fiel der Feuchtigkeitsgehalt der entrahmten Käse auf, welcher vom Dairy Lo[™] bestimmt wurde und als einziges Merkmal, das nach 28 Tagen Reifung keinen signifikanten Unterschied gegenüber dem Kontrollmuster bei vollem Fettgehalt zeigte.

Durch den Einsatz von Fettersatzstoffen wurde die Ertragsleistung der Käse mit reduziertem Fettgehalt zwar erhöht, jedoch waren diese Verbesserungen nicht signifikant.

Zum Schluß wurde festgestellt, daß die sensorischen Eigenschaften der Käse vom Versuch 4 identisch mit denen des Kontrollmusters bei vollem Fettgehalt waren, sodaß dies genug Beweis war, von der guten Akzeptation der Käse Chanco mit reduziertem Fettgehalt und Zugabe von Dairy Lo[™] seitens der Beteiligten des sensorischen Untersuchungspanels.

7. BIBLIOGRAFIA

- AMIOT, J. 1991. Ciencia y Tecnología de la Leche. Principios y aplicaciones. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España. 547p.
- AKOH, C. 1998. Fat replacers. Food Technology. 52 (3):47 – 53.
- ALAIS, CH.1985. Ciencia de la Leche. Principios de la Técnica Lechera. 2da Ed. Reverté. Barcelona. 873p.
- ARDÖ, Y., LARSSON, P., LINDMARK, H. y HEDENBERG, A. 1989. Studies of peptidolysis during early maturation and its influence on low-fat cheese quality. Milchwissenschaft. 44 (8): 485 – 490.
- ARDÖ, Y. 1997. Flavour and texture in low-fat cheese. En: Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk. Law. B.A. 2da. Edición. Chapman and Hall. London. UK. pp 207-218.
- ASTETE, M. 1989. Estudio de procesamiento, maduración, rendimiento y caracterización del queso tipo Maribo, elaborado mediante la adición de sólidos lácteos. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencia y Tecnología de la Leche. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 164p.
- BARRÍA, M. 1995. Características de composición, sensoriales y grado de maduración del queso Chanco de campo. Tesis Ingeniero en Alimentos. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile. 126p.
- BERNARD, O. 1973. Estadística aplicada. Ed. Limusa-Wiley S.A. México. pp 252-274

- BERRINO, G. 1998. Desarrollo de una variedad de queso tipo Edam de reducido tenor graso. Tesis Magister en Ciencias Agropecuarias. Mención: Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. Chile. 72p.
- BRITO, C. 1990. Cultivos lácticos. Su influencia sobre la calidad fisico-organoléptica de los quesos. *Alimentos* 15 (3): 61-65.
- _____. 1991. Proyecto "Diagnóstico de la producción actual de queso Chanco de campo y desarrollo de tecnologías intermedias para su producción" (1985-1991). Informe Final Ministerio de Agricultura-Universidad Austral de Chile. 19p.
- _____. 1993. Aspectos bioquímicos de la maduración de quesos. *Alimentos* 18 (4): 40-55.
- _____, MORALES, O., MOLINA, L., PESSOT, R. y PINTO, M. 1995. Evolución de la maduración de queso Chanco tipo campo almacenado a altas temperaturas. Parte I. Parámetros fisicoquímicos y pérdida de peso. *AGROSUR*. 23(2): 95-106.
- _____, MORALES, O., PINTO, M., MOLINA, L. H. y PESSOT, R. 1996. Evolución de la maduración de queso Chanco tipo campo almacenado a altas temperaturas. Parte II. Proteólisis. *AGROSUR*. 24(1): 1-13.
- _____. 2000. Guía de práctico de queso Chanco. Tecnología de Productos Lácteos, ITCL 272. Universidad Austral de Chile. Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Valdivia. 6p.
- _____, NIKLITSCHKEK, L., MOLINA, L. H., y MOLINA, I. 2002. Evaluation of mathematical equations to predict the theoretical yield of Chilean Gouda cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 55(1): 32-39.

- BRYANT, A., USTUNOL, Z. y STEFFE, J. 1995. Texture of Cheddar cheese as influenced by fat reduction. *Journal of Food Science*. 60(6): 1216-1219.
- BRUHN, C., COTTER, A., DIAZ-KNAUF, K., SUTHERLIN, J., WEST, E., WIGHTMAN, N., WILLIAMSON, E. y YAFFEE, M. 1992. Consumer attitudes and market potencial for foods using fat substitutes. *Food Technology* 46 (4)81-86.
- BULLENS, Ch., KRAWCZYK, G. y GEITHMAN, L. 1994. Reduced-Fat Cheese Products Using Carrageenan and Microcrystalline Cellulose. *Food Technology*. 48:79 – 81.
- CALLANAN, T. 1991a. Recovery of milk constituents in cheesemaking (relation to process control). Factors affecting the yield of cheese. IDF Special Issue N° 9301. Brussels. Belgium. 48 -52.
- CALLANAN, T. 1991b. Applications of various cheese yield formulae to cheddar cheese. Factors affecting the yield of cheese. IDF Special Issue N° 9301. Brussels. Belgium. 58 -62.
- CARON, A., POULIOT, Y. y ST-GELAIS, D. 2001. Whey syneresis differs from curd made with ultrafiltered or microfiltered milk retentate powders. *Milchwissenschaft*. 56 (7): 387 – 394.
- COGGINS, J. 1991. Predicting Cheddar Cheese Yield in an individual Plant: Van Slyke Revisited. *Journal of Dairy Science*. 74 (2): 359 – 368.
- CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION, INN. 1979a. Leche y Productos Lácteos. Determinación de acidez titulable. Norma Chilena 1738.
- _____.1979b. Leche y productos lácteos. Determinación de pH. Norma Chilena 1671.

- _____.1979c. Leche. Determinación del contenido de materia grasa. Método Gerber. Norma Chilena 1016. Parte I.
- _____.1979d. Leche. Determinación de la Densidad. Norma Chilena 1672.
- _____.1999. Productos lácteos, queso Chanco. Requisitos. Norma Chilena 2090.
- _____. Ministerio de Salud. 2001. Reglamento Sanitario de los Alimentos. D.S. N°977. Ediciones Publiley. Santiago, Chile. 286p.
- CLARK, D. 1994. Fat replacers and fat substitutes. *Food Technology*. 48(12):86.
- CREAMER, L., LAWRENCE, R. y GILLES, J. 1985. Effect of Acidification of Cheese Milk on the Resultant Cheddar Cheese. *New Zealand Journal of Dairy Science and Technology*. 20: 185-203.
- De la FUENTE, M. A. y JUAREZ, M. 1999. Aplicación de las técnicas cromatográficas al estudio de triglicéridos y esteroides de la grasa de leche. *Food Science and Technology International*. 5(2):103-119.
- DRAKE, M., HERRETT, W., BOYLSTON, T. y SWANSON, B. 1995. Sensory Evaluation of Reduced fat Cheeses. *Journal of Food Science*. 60 (5) : 898 – 901.
- DRAKE, M., BOYLSTON, T. y SWANSON, B. 1996. Fat Mimetics in Low-Fat Cheddar Cheese. *Journal of Food Science*. 61 (6) : 1267 – 1270.
- DRAKE, M., CHEN, X., GERARD, P. y GURKIN, S. 1998. Composition and Quality Attributes of Reduced Fat Cheeses as Affected by Lecithin Type. *Journal of Food Science*. 63 (6) : 1018 – 1023.

- DURAN, L. y COSTELL, E. 1999. Revisión: Percepción del gusto. Aspectos fisicoquímicos y psicofísicos. *Food Science and Technology International*. 5 (4): 299-309.
- ECK, A. 1990. *El Queso*. Barcelona Ediciones Omega, S. A. 490p.
- EMMONS, D. 1991. Definition and expression of cheese yield. IDF Special Issue N° 9301. Brussels. Belgium 12-20.
- EMMONS, D., ERNSTROM, C., LACROIX, C. y VERRET, P. 1991. Yield Formulae. Factors affecting the yield of cheese. IDF Special Issue N° 9301. Brussels. Belgium. 21 - 47.
- FAO. 1983. *Tecnología y Control de Calidad de Productos lácteos*. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en lechería para América Latina. 521p.
- FAO. 1986. *Manual correspondiente al Módulo III-B. Elaboración de quesos*. Equipo regional de fomento y capacitación en lechería de la FAO para América Latina. Santiago, Chile. 132p.
- FENELON, M. y GUINEE, T. 1997. The compositional, textural and maturation characteristics of reduced-fat Cheddar made from milk containing added Dairy-Lo. *Milchwissenschaft*. 52 (7): 385 – 389.
- FENELON, M., GUINEE, T. y REVILLE W. 1999. Characteristics of reduced-fat Cheddar prepared from the blending of full-fat and skim cheese curds at whey drainage. *Milchwissenschaft*. 54 (9): 506-510.
- FENNEMA, O. 1993. *Química de los alimentos*. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza. España. 1094p.
- FOX, F. y McSWEENEY, P. 1998. *Dairy chemistry and biochemistry*. Blackie Academic and Professional, London, U.K. 479p.

- GIESE, J. 1996. Fats, Oils, and Fat Replacers. Food Technology. 50 :78 – 83
- GILLES, J. y LAWRENCE, R. 1985. The yield of cheese. New Zealand Journal of Dairy Science and Technology. 20:205-214.
- HUYGHEBAERT, A., DEWETTINCK, K., y DE GREYT, W. 1996. Fat Replacers. Bulletin IDF_FIL N° 317: 10 –15.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, IDF/FIL. 1981. Catalogue of cheese. Bulletin IDF-FIL N° 141.40p.
- _____. 1995. Milk and milk products. Guidance on sampling. IDF-FIL 50C: 1995. International Dairy Federation, Brussels, Belgium.
- _____. 1993. Cheese yield and factors affecting its control. Proceedings of the IDF seminar held in Cork, Ireland 540p.
- _____. 1998. Whey. Proceedings of the second International Whey Conference, held in Chicago, USA. 367p.
- INGLETT, G. y GRISAMORE, S. 1991. Maltodextrin Fat Substitute Lowers Cholesterol. Food Technology 45 : pp.104.
- JAMESON, G. 1990. Cheese with less fat. Australian Journal of Dairy Technology. 45 (11): 93-98.
- JOHNSON, J., ETZEL, M., CHEN, C., y JOHNSON, M. 1995. Accelerated ripening of reduced-fat Cheddar cheese using four attenuated *Lactobacillus helveticus* CNRZ-32 adjuncts. Journal Dairy Science. 78:769-776
- JOHNSON, M., CHEN, C., y JAEGGI, J. 2001. Effect of Rennet Coagulation Time on Composition, Yield, and Quality of Reduced-fat Cheddar cheese. Journal Dairy Science. 84:1027-1033.

- KAILASAPATHY, K. 1998. Effect of adding carrageenan and gellan gums on yield and textural of Caerphilly cheese. *Milchwissenschaft*. 53 (8): 446 – 449.
- KAMESWARAN, S. y SMITH, D. 1999. Rennet clotting times of skim milk based rennet gels supplemented with an ultrafiltered milk protein concentrate. *Milchwissenschaft*. 54 (10): 546 – 550.
- KJAERGAARD, G. y STAPELFELDT, H. 1991. Incorporation of whey proteins in cheese. Including the use of ultrafiltration. Factors affecting the yield of cheese. IDF Special Issue N° 9301. Brussels. Belgium. 88-108.
- KOSIKOWSKI, F. 1977. Cheese and fermented milk foods. 2^a ed. Michigan, Edwards Brothers. 711p.
- LAWSON, H. 1999. Aceites y Grasas Alimentarias. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 333p.
- LAWRENCE .1991. Factors affecting the yield of cheese. IDF Special Issue N° 9301. Brussels. Belgium. 88-108.
- LAWRENCE, R., CREAMER, L. y GILLES, J. 1987. Symposium: cheese ripening technology. Texture development during cheese ripening. *Journal of Dairy Science* 70 (8): 1748-1760.
- LINDEN, G. y LORIENT, D. 1996. Bioquímica Agroindustrial. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España. 428p.
- LO, C. y BASTIAN, E. 1998. Incorporation of Native and Denatured Whey Proteins into Cheese Curd for Manufacture of Reduced Fat, Havarti-type Cheese. *Journal Dairy Science*. 81:16–24.
- LOBATO-CALLEROS, C., AGUIRRE-MANDUJANO, E. y VERNON-CARTER, E. J. 1999. Propiedades Reológicas de Análogos de Queso: Efectos de

Sustitutos de Grasa, Grasa y Humedad. *Cienc. Technol. Aliment.* 2 (3):119-124.

LUCEY, J. A. y GORRY, C. 1993. Effect of Simplese® 100 on the manufacture of low fat Cheddar cheese. En: *Cheese yield and factors affecting its control*, IDF Seminar. 439-447.

MADRID, A. 1990. *Manual de Tecnología Quesera*. AMV Ediciones, Madrid. Mundi-Prensa. 336p.

MANN, E. 2000. Low fat cheese. *Dairy Industries International*. 65(4):19-20

MANRIQUEZ, X. 2000. Desarrollo de queso Chanco de bajo tenor graso, utilizando proceso de homogeneización. Estudio de maduración. Tesis Ingeniero en Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. 188p.

McMAHON, D., ALLEYNE, M., FIFE, R. y OBERG, C. 1996. Use of Fat Replacers in Low Fat Mozzarella Cheese. *Journal Dairy Science*. 79:1911–1921.

MENDEZ, P. 2000. Desarrollo de queso Chanco de bajo tenor graso utilizando proceso de homogeneización. Caracterización sensorial y rendimiento. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile. 187p.

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

MORALES, G. 1993. Efectos de altas temperaturas de maduración, sobre las características fisicoquímicas y fisicoorganolépticas del queso Chanco. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencia y Tecnología de la

Leche. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile. 148p.

MUÑOZ, J. 1999. Producción de queso tipo Chanco de bajo tenor graso, mediante aplicación de cultivo adjunto atenuado y no atenuado. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile. 241 p.

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

OLSON, N. y JOHNSON, M. 1990. Light cheese products; characteristics and economics. *Food Technology*. 44(10): 93-96.

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

PASCUAL, E. 1982. Los problemas más frecuentes en la fabricación de queso. *Industrias Lácteas Españolas*. 45: 27-36.

PAZ, E., MONTERO, M., ANGULO, O. y GARCIA, H. 1998. Preparation of low fat fresh-type cheese. *Milchwissenschaft*. 53 (2):81–83.

PHILLIPS, L. y BARBANO, D. 1997. The Influence of Fat Substitutes Based on Protein and Titanium Dioxide on the Sensory Properties of Lowfat Milks. *Journal Dairy Science*. 80:2726–2731.

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

PINTO, M., CARRASCO, E., FRASER, B., LETELIER, A. y DÖNER, W. 1998b. 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.

PSZCZOLA, D. 1996. Low Fat Dairy Products: Getting a New Lease on Life. Food Technology. 50 : pp.32.

PUNIDADAS, P., TUNG, M. A. y FEIRTAG, J. 2000. Potencial use of homogenized whey protein dispersions and process modification for the manufacture of low fat and reduced fat cheddar type cheese. International Journal of Dairy Technology. 53 (2):45–50.

QUINTANILLA, M. y PEÑA, H. 1992. La calidad del queso. II. En: Cuadernos del queso de oveja. Industrias Lácteas Españolas. 155-156: 173-188.

RIERA, F., ALVAREZ, R., ARGÜELLO, M. y CABERO, M. 1996. Fraccionamiento y aprovechamiento de proteínas del suero lácteo. Parte II. Industrias Lácteas Españolas. 208: 33-44.

RUDAN, M., BARBANO, D. y KINDSTEDT, S. 1998. Effect of Fat Replacers (Salatrim®) on Chemical Composition, Proteolysis, Functionality, Appearance, and Yield of Reduced Fat Mozzarella Cheese. Journal Dairy Science. 81:2077–2088.

RUDAN, M., BARBANO, D., JOSEPH YUN, J. y KINDSTEDT, S. 1999. Effect of Fat Reduction on Chemical Composition, Proteolysis, Functionality and Yield of Mozzarella Cheese. Journal Dairy Science. 82:661–672.

SENER, F. y SCHERZ, H. 1999. Tablas de Composición de Alimentos. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España, 430p.

SCOTT, R. 1991. Fabricación de queso. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 515p.

- SILVA, F. 1998. Factibilidad tecnológica en el desarrollo de un queso procesado (fundido) cortable de bajo tenor graso. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile. 117p.
- SPREER, E. 1975. Lactología Industrial. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, España. 461p.
- SKEIE, S., NARVHUS, J., ARDÖ, Y., y ABRAHAMSEN, R. 1995. Influence of liposome-encapsulated Neutrase and heat-treated lactobacilli on the quality of low fat Gouda-type cheese. *Journal Dairy Research*. 62:131-139.
- STEFFEN, CH. 1983. Factores que influyen sobre el rendimiento y calidad en la elaboración de quesos. *Industria Lechera*. 677: 4-9.
- STEFFL, A., HAFENMAIR, M., HECHLER, A. e HINRICHS, J. 1999. Influence of whey protein particles on the renneting properties of milk. *Milchwissenschaft*. 54 (9): 510 – 513.
- TORNADIJO, M., MARRA, A., GARCÍA, M., PRIETO, B. y CARBALLO, J. 1998. La Calidad de la Leche Destinada a la Fabricación de Queso: Calidad Química. *Cienc. Tecnol. Aliment*. 2 (2) :79-91.
- VANCE, G., y SURMACKA, A. 1973. Guidelines to Training a Texture Profile Panel. *Journal of Textural Studies*. 23: 204-223.
- VERSTEEG, C., BALLINTYNE, P., McAULEY, C., TAN, S., ALEXANDER, M. y BROOME, M. 1998. Control of reduced-fat cheese quality. *The Australian Journal of Dairy Technology*. 53 (6): 106.
- VOLLMER, G., JOSST, G., SCHENKER, D., STURM, W., VREDEN, N., 1999. Elementos de Bromatología Descriptiva. Ed. Acribia S. A., Zaragoza, España. 644p

WALSTRA, P. 2000. General Principles. En : Practical Guide for Control of Cheese Yield. IDF Seminar. 6-13.

WALSTRA, P., GEURTS, T., NOOMEN, A., JELLEMA, A. y Van BOEKEL, M. 1999. Dairy Technology. Principles of Milk Properties and Processes. Marcel Dekker, Inc. New York. Basel. 727p.

WIJESUNDERA, Ch., y DRURY, L. 1999. Rol of milk fat in production of Cheddar cheese flavour using a fat-substituted cheese model. The Australian Journal of Dairy Technology. 54:28–35.

ANEXOS

ANEXO 1

Pauta de Elaboración de Queso Chanco

HORA			TIEMPO	ACIDEZ	VARIOS
0:00	Leche Pasteurizada	100 lts.		___/	
	% materia grasa	2,8 – 3,2			
	Temperatura	32°C			
	CaCl ₂	15g			
0:15	Cultivo láctico	0,5%	15'	___/	
0:30	Cuajo	2,5 – 3,0g	40'	___/	Prueba de Coagulación
1:10	Corte (tamaño)	10 mm.		___/	
1:15	Reposo	15'			
1:30	1ª agitación	15'			Agitación lenta
1:45	Desuere Parcial	30%	5'	___/	
1:50	Cocimiento	37 – 38°C	18 - 20		Agitación mediana
	Agua	15 lts.			
	Temperatura (agua)	65°C			
2:10	2ª agitación		15 – 20'		Agitación mediana a rápida
2:30	Desuere Total			___/	
2:35	Amasado de la Cuajada		15 min.		Agregar 350 gr. de sal disuelta en 1 litro de agua
2:50	Moldeo				
2:55	1er. Prensaje	50 kg.	1 hr.		
3:55	2do. Prensaje	100 kg.	1 hr.		
4:55	3er. Prensaje	175 kg.	0,5 hr		Control de Humedad y pH
5:25	Reposo en el mismo molde				
24:00	Colocación en salmuera		16 hrs. (queso de 10 kg aprox.)		
	Concentración	20°Bé			Control de pH previo a la colocación en salmuera.
48:00	Bodega de maduración		10 – 20 días (queso Chanco de Campo)		Tratamiento de cáscara y volteo de los quesos
	Temperatura	14°C	20 días (queso industrial)		
	Humedad	85 – 90%			
Fin Maduración	Control de Calidad				

FUENTE: BRITO, 2000.

ANEXO 2

Características Físicoquímicas de la Leche Utilizada como Materia Prima en la Elaboración de Queso Chanco

Tratamiento	Réplica	Materia Grasa %m/m	Proteína Total %	Caseína %	Densidad a 20°C (Kg/L)	pH	Acidez °Th
1	1	3,15	3,29	2,43	1,0290	6,60	15
	2	3,15	3,31	2,42	1,0285	6,73	15
	3	3,25	3,40	2,44	1,0305	6,60	16
	<i>desv. st.</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>	<i>0,01</i>	<i>0,0010</i>	<i>0,08</i>	<i>0,58</i>
2	1	1,50	3,46	2,73	1,0300	6,70	16
	2	1,70	3,53	2,87	1,0305	6,65	16
	3	1,65	3,55	2,82	1,0301	6,72	16
	<i>desv. st.</i>	<i>0,10</i>	<i>0,05</i>	<i>0,07</i>	<i>0,0003</i>	<i>0,04</i>	<i>0,00</i>
3	1	1,70	3,45	2,77	1,0302	6,60	16
	2	1,60	3,57	2,82	1,0315	6,60	16
	3	1,65	3,44	2,71	1,0310	6,70	16
	<i>desv. st.</i>	<i>0,05</i>	<i>0,07</i>	<i>0,06</i>	<i>0,0007</i>	<i>0,06</i>	<i>0,00</i>
4	1	1,65	3,51	2,73	1,0302	6,70	15
	2	1,75	3,60	2,92	1,0290	6,60	16
	3	1,65	3,51	2,72	1,0301	6,60	16
	<i>desv. st.</i>	<i>0,06</i>	<i>0,05</i>	<i>0,11</i>	<i>0,0007</i>	<i>0,06</i>	<i>0,58</i>

ANEXO 3

Análisis Estadísticos para Materia Grasa en Leche Fluida

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,20048 p-Valor = 0,750666

- ANDEVA para materia grasa, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	5,29667	3	1,76556	353,11	0,0000 (*)
Dentro Tratamiento	0,04	8	0,005		
Total (Corr.)	5,33667	11			

(*) El valor p (<0,05) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para materia grasa, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
2	3	1,61667	X
3	3	1,65	X
4	3	1,68333	X
1	3	3,18333	X

ANEXO 4

Análisis Estadísticos para Proteína Total en Leche Fluida

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,05384 p-Valor = 0,950917

- ANDEVA para proteína total, por tratamiento

Análisis of Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	0,0771667	3	0,0257222	7,57	0,0101(*)
Dentro Tratamiento	0,0272	8	0,0034		
Total (Corr.)	0,104367	11			

(*) El valor p (<0,05) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para proteína total, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
1	3	3,33333	X
3	3	3,48667	X
2	3	3,51333	X
4	3	3,54	X

ANEXO 5

Análisis Estadísticos para Caseína en Leche Fluida

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 2,48598 p-Valor = 0,110193

- ANDEVA para caseína, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	0,290433	3	0,0968111	18,56	0,0006 (*)
Dentro Tratamiento	0,0417333	8	0,00521667		
Total (Corr.)	0,332167	11			

(*) El valor p (<0,05) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para caseína, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
1	3	2,43	X
3	3	2,76667	X
4	3	2,79	X
2	3	2,80667	X

ANEXO 6

Análisis Estadísticos para Densidad en Leche Fluida

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,46119 p-Valor = 0,473318

- ANDEVA para densidad, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	0,00000401667	3	0,00000133889	2,64	0,1209(*)
Dentro Tratamiento	0,00000405333	8	5,06667E-7		
Total (Corr.)	0,00000807	11			

(*) El valor $p(\geq 0,05)$ indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 7

Análisis Estadísticos para pH en Leche Fluida

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,13204 p-Valor = 0,844409

- ANDEVA para pH, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	0,0066	3	0,0022	0,65	0,6064 (*)
Dentro Tratamiento	0,0272	8	0,0034		
Total (Corr.)	0,0338	11			

(*) El valor p ($\geq 0,05$) indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 8

Análisis Estadísticos para Acidez en Leche Fluida

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,0 p-Valor = 1,0
--

- ANDEVA para acidez, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	0,916667	3	0,305556	1,83	0,2192 (*)
Dentro Tratamiento	1,33333	8	0,166667		
Total (Corr.)	2,25	11			

(*) El valor p ($\geq 0,05$) indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 9

Aspectos Relevantes del Procesamiento del Queso Chanco

9a. Etapa de premaduración de le leche.

Tratamiento	Repetición	Temperatura premaduración (°C)	Cultivo láctico (unidades)	Acidez inicio premaduración (°Th)	Acidez final premaduración (°Th)	Tiempo premaduración (min)
1	1	31	8,86	15	16	25
	2	31,5	8,86	15	15	25
	3	32,5	8,86	16	16	25
	<i>desv. st</i>	<i>0,76</i>	<i>0,00</i>	<i>0,58</i>	<i>0,58</i>	<i>0,00</i>
2	1	32	8,86	16	16	25
	2	32,5	8,86	16	16	25
	3	32,5	8,86	16	16	25
	<i>desv. st</i>	<i>0,29</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
3	1	32	8,86	16	17	25
	2	32,5	8,86	16	16	25
	3	32,5	8,86	16	17	26
	<i>desv. st</i>	<i>0,29</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,58</i>	<i>0,58</i>
4	1	32,5	8,86	15	16	25
	2	32	8,86	16	17	25
	3	32,5	8,86	16	16	25
	<i>desv. st</i>	<i>0,29</i>	<i>0,00</i>	<i>0,58</i>	<i>0,58</i>	<i>0,00</i>

9b. Etapa de coagulación.

Tratamiento	Repetición	Cuajo (ml/100 l leche)	Temperatura inicio coagulación (°C)	Tiempo de coagulación (min)
1	1	16,6	32	39
	2	16,6	32	40
	3	16,6	32,5	43
	<i>desv. st</i>	<i>0,00</i>	<i>0,29</i>	<i>2,08</i>
2	1	16,6	32	38
	2	16,6	31,5	44
	3	16,6	32	42
	<i>desv. st</i>	<i>0,00</i>	<i>0,29</i>	<i>3,06</i>
3	1	16,6	31,5	52
	2	16,6	32,5	55
	3	16,6	32,5	47
	<i>desv. st</i>	<i>0,00</i>	<i>0,58</i>	<i>4,04</i>
4	1	16,6	32	50
	2	16,6	32	38
	3	16,6	32,5	45
	<i>desv. st</i>	<i>0,00</i>	<i>0,29</i>	<i>6,03</i>

Continuación ANEXO 9.

9c. Etapa de tratamiento de la cuajada.

Tratamiento	Repetición	Tiempo reposo (min)	Acidez inicio 1ª agitación (°Th)	Tiempo 1ª agitación (min)	Temperatura agua cocimiento (°C)	Tiempo cocimiento (min)	Acidez inicio cocimiento (°Th)	Acidez fin cocimiento (°Th)	Temperatura suero fin cocimiento (°C)	Tiempo 2ª agitación (min)	Acidez desure total (°Th)
1	1	6	10	15	65	21	9	8	37,5	20	8
	2	5	10	15	67	20	10	8	37,5	20	8
	3	9	10	15	64	20	9	8	37,5	20	8
	<i>desv. st.</i>	<i>2,08</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>1,53</i>	<i>0,58</i>	<i>0,58</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
2	1	9	9	15	69	20	9	8	37,5	20	7
	2	6	9	15	66	19	9	8	38	20	8
	3	6	9	16	66	20	9	8	37,5	20	8
	<i>desv. st.</i>	<i>1,73</i>	<i>0,00</i>	<i>0,58</i>	<i>1,73</i>	<i>0,58</i>	<i>0,00</i>	<i>0,58</i>	<i>0,29</i>	<i>0,00</i>	<i>0,58</i>
3	1	6	10	17	65	21	10	8	38	21	8
	2	8	11	15	66	20	10	9	37,8	20	9
	3	7	10	15	67	20	8,5	8	37,5	20	8
	<i>desv. st.</i>	<i>1,00</i>	<i>0,58</i>	<i>1,15</i>	<i>1,00</i>	<i>0,58</i>	<i>0,87</i>	<i>0,58</i>	<i>0,25</i>	<i>0,58</i>	<i>0,58</i>
4	1	14	11	15	66	19	11	10	37,5	20	10
	2	7	10	15	66	20	9,5	9	37,5	20	9
	3	9	10	17	67	18	10	8	38	20	8
	<i>desv. st.</i>	<i>3,61</i>	<i>0,58</i>	<i>1,15</i>	<i>0,58</i>	<i>1,00</i>	<i>0,76</i>	<i>1,00</i>	<i>0,29</i>	<i>0,00</i>	<i>1,00</i>

ANEXO 10

Análisis Estadísticos para Acidez al Inicio de la Premaduración

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,0 p-Valor = 1,0
--

- ANDEVA para acidez, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	0,916667	3	0,305556	1,83	0,2192(*)
Dentro Tratamiento	1,333333	8	0,166667		
Total (Corr.)	2,25	11			

(*) El valor p ($\geq 0,05$) indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 11

Análisis Estadísticos para Acidez al Final de la Premaduración

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,0 p-Valor = 1,0
--

- ANDEVA para acidez al final de premaduración, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	1,66667	3	0,555556	2,22	0,1631 (*)
Dentro Tratamiento	2,0	8	0,25		
Total (Corr.)	3,66667	11			

(*) El valor $p \geq 0,05$ indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 12

Análisis Estadísticos para Tiempo de Coagulación

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,33233 p-Valor = 0,593485

- ANDEVA para tiempo de coagulación, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	214,25	3	71,4167	4,31	0,0438 (*)
Dentro Tratamientos	132,667	8	16,5833		
Total (Corr.)	346,917	11			

(*) El valor p ($<0,05$) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para tiempo de coagulación, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
1	3	40,6667	X
2	3	41,3333	XX
4	3	44,3333	XX
3	3	51,3333	X

ANEXO 13

Análisis Estadísticos para Tiempo de Reposo del Grano

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,4792 p-Valor = 0,458888
--

- ANDEVA para tiempo de reposo del grano, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	22,0	3	7,33333	1,38	0,3185 (*)
Dentro Tratamiento	42,6667	8	5,33333		
Total (Corr.)	64,6667	11			

(*) El valor p ($\geq 0,05$) indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 14

Análisis Estadísticos para Acidez al Inicio de la Primera Agitación

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,0 p-Valor = 1,0
--

- ANDEVA para acidez al inicio de la primera agitación, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	3,58333	3	1,19444	7,17	0,0118 (*)
Dentro Tratamiento	1,33333	8	0,166667		
Total (Corr.)	4,91667	11			

(*) El valor p ($<0,05$) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para acidez al inicio de la primera agitación, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
2	3	9,0	X
1	3	10,0	XX
3	3	10,3333	X
4	3	10,3333	X

ANEXO 15

Análisis Estadísticos para Acidez al Inicio del Cocimiento

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,05546 p-Valor = 0.875913
--

- ANDEVA para acidez al inicio del cocimiento, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	2,16667	3	0,722222	1,73	0,2373 (*)
Dentro Tratamiento	3,33333	8	0,416667		
Total (Corr.)	5,5	11			

(*) El valor p ($\geq 0,05$) indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 16

Análisis Estadísticos para Acidez al Final del Cocimiento

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,1547 p-Valor = 0,497487

- ANDEVA para acidez al inicio del cocimiento, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	2,0	3	0,666667	2,00	0,1927(*)
Dentro Tratamiento	2,66667	8	0,333333		
Total (Corr.)	4,66667	11			

(*) El valor $p (\geq 0,05)$ indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 17

Análisis Estadísticos para Acidez al Desuere Total

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,1556 p-Valor = 0.701187

- ANDEVA para acidez al desuere total, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	2,91667	3	0,972222	2,33	0,1504 (*)
Dentro Tratamiento	3,33333	8	0,416667		
Total (Corr.)	6,25	11			

(*) El valor $p \geq 0,05$ indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 18

Detalle de las Repeticiones para pH Durante el Proceso de Elaboración

Tratamiento	Réplica	Inicio premaduración	Fin premaduración	Salida Prensa	24 horas
1	1	6,60	6,50	5,92	5,20
	2	6,73	6,70	6,05	5,18
	3	6,60	6,50	5,95	5,15
	<i>desv. st.</i>	<i>0,08</i>	<i>0,12</i>	<i>0,07</i>	<i>0,03</i>
2	1	6,70	6,60	5,83	5,22
	2	6,65	6,60	5,85	5,13
	3	6,72	6,70	6,10	5,19
	<i>desv. st.</i>	<i>0,04</i>	<i>0,06</i>	<i>0,15</i>	<i>0,05</i>
3	1	6,60	6,50	5,70	5,20
	2	6,60	6,55	5,75	5,20
	3	6,70	6,55	6,02	5,28
	<i>desv. st.</i>	<i>0,06</i>	<i>0,03</i>	<i>0,17</i>	<i>0,05</i>
4	1	6,70	6,55	5,83	5,20
	2	6,60	6,55	5,91	5,23
	3	6,60	6,60	6,12	5,30
	<i>desv. st.</i>	<i>0,06</i>	<i>0,03</i>	<i>0,15</i>	<i>0,05</i>

ANEXO 19

Análisis Estadísticos para pH al Inicio del Período de Premaduración

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,13204 p-Valor = 0,844409

- ANDEVA para pH al inicio de premaduración por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	0,0066	3	0,0022	0,65	0,6064 (*)
Dentro Tratamiento	0,0272	8	0,0034		
Total (Corr.)	0,0338	11			

(*) El valor p ($\geq 0,05$) indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 20

Análisis Estadísticos para pH al Final del Período de Premaduración

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,94454 p-Valor = 0,22111

- ANDEVA para pH al final de premaduración, por tratamiento

Análisis of Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	0,0158333	3	0,00527778	1,15	0,3860(*)
Dentro Tratamiento	0,0366667	8	0,00458333		
Total (Corr.)	0,0525	11			

(*) El valor $p \geq 0,05$ indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 21

Análisis Estadísticos para pH a Salida de Prensa

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,22058 p-Valor = 0,724462

- ANDEVA para pH a salida de prensa, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre tratamientos	0,040025	3	0,0133417	0,67	0,5925 (*)
Dentro Tratamiento	0,158667	8	0,0198333		
Total (Corr.)	0,198692	11			

(*) El valor $p \geq 0,05$ indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 22

Análisis Estadísticos para pH a 24 Horas de Proceso

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,13409 p-Valor = 0,841538

- ANDEVA para pH a 24 horas de proceso, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	0,0100667	3	0,00335556	1,79	0,2269 (*)
Dentro Tratamiento	0,015	8	0,001875		
Total (Corr.)	0,0250667	11			

(*) El valor p ($\geq 0,05$) indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 23

Características Físicoquímicas del Queso Chanco a 48 Horas de su Elaboración (Inicio Maduración)

Tratamiento	Réplica	Sólidos Totales %	Humedad %	Materia grasa %	Humedad en queso desgrasado %	Materia Grasa en base seca %	pH
1	1	50,61	49,39	25,38	66,19	50,15	5,18
	2	50,09	49,91	25,75	67,22	51,41	5,21
	3	49,18	50,82	25,63	68,33	52,11	5,17
	<i>desv. st.</i>	<i>0,72</i>	<i>0,72</i>	<i>0,19</i>	<i>1,07</i>	<i>0,99</i>	<i>0,02</i>
2	1	49,02	50,98	14,07	59,33	28,70	5,28
	2	48,45	51,55	18,38	63,16	37,94	5,15
	3	46,18	53,82	15,75	63,88	34,11	5,23
	<i>desv. st.</i>	<i>1,50</i>	<i>1,50</i>	<i>2,17</i>	<i>2,45</i>	<i>4,64</i>	<i>0,07</i>
3	1	48,35	51,65	18,63	63,48	38,53	5,19
	2	47,58	52,42	17,00	63,16	35,73	5,25
	3	45,61	54,39	16,38	65,04	35,91	5,34
	<i>desv. st.</i>	<i>1,41</i>	<i>1,41</i>	<i>1,16</i>	<i>1,01</i>	<i>1,57</i>	<i>0,08</i>
4	1	44,10	55,9	14,88	65,67	33,74	5,22
	2	48,69	51,31	19,63	63,84	40,32	5,23
	3	44,06	55,94	16,75	67,20	38,02	5,31
	<i>desv. st.</i>	<i>2,66</i>	<i>2,66</i>	<i>2,39</i>	<i>1,68</i>	<i>3,34</i>	<i>0,05</i>

ANEXO 24

Características Fisicoquímicas del Producto Madurado (28 Días)

Tratamiento	Réplica	Sólidos Totales %	Humedad %	Materia grasa %	Humedad en queso desgrasado %	Materia Grasa en base seca %	pH
1	1	51,97	48,03	25,63	64,58	49,32	5,21
	2	52,70	47,30	26,50	64,35	50,28	5,24
	3	50,80	49,20	26,75	67,17	52,66	5,25
	<i>desv. st.</i>	<i>0,96</i>	<i>0,96</i>	<i>0,59</i>	<i>1,57</i>	<i>1,72</i>	<i>0,02</i>
2	1	50,99	49,01	14,50	57,32	28,44	5,40
	2	50,46	49,54	18,50	60,79	36,66	5,31
	3	50,10	49,90	17,38	60,40	34,69	5,38
	<i>desv. st.</i>	<i>0,45</i>	<i>0,45</i>	<i>2,06</i>	<i>1,90</i>	<i>4,29</i>	<i>0,05</i>
3	1	50,93	49,07	19,88	61,25	39,03	5,28
	2	49,76	50,24	17,75	61,08	35,67	5,33
	3	51,08	48,92	17,75	59,48	34,75	5,37
	<i>desv. st.</i>	<i>0,72</i>	<i>0,72</i>	<i>1,23</i>	<i>0,98</i>	<i>2,25</i>	<i>0,05</i>
4	1	49,78	50,22	15,75	59,61	31,64	5,32
	2	49,69	50,31	19,88	62,79	40,01	5,41
	3	47,62	52,38	17,75	63,68	37,27	5,32
	<i>desv. st.</i>	<i>1,22</i>	<i>1,22</i>	<i>2,07</i>	<i>2,14</i>	<i>4,27</i>	<i>0,05</i>

ANEXO 25

Análisis Estadísticos para Humedad a 48 Horas de Proceso

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,46637 p-Valor = 0,469115

- ANDEVA para humedad, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	29,2365	3	9,74549	3,29	0,0793 (*)
Dentro Tratamiento	23,7249	8	2,96562		
Total (Corr.)	52,9614	11			

(*) El valor $p \geq 0,05$ indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 26

Análisis Estadísticos para Humedad en el Producto Madurado (Día 28)

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,27299 p-Valor = 0,65984
--

- ANDEVA para humedad, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	11,7603	3	3,92009	5,00	0,0305 (*)
Dentro Tratamiento	6,26893	8	0,783617		
Total (Corr.)	18,0292	11			

(*) El valor p (<0.05) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para humedad, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
1	3	48,1767	X
3	3	49,41	XX
2	3	49,4833	XX
4	3	50,97	X

ANEXO 27

Análisis Estadísticos para Humedad en Queso Desgrasado a 48 Horas de Proceso

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,30298 p-Valor = 0,625388

- ANDEVA para humedad en queso desgrasado, por tratamiento

Análisis of Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	43,5962	3	14,5321	5,30	0,0264 (*)
Dentro Tratamiento	21,9374	8	2,74218		
Total (Corr.)	65,5336	11			

(*) El valor p (<0,05) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para humedad en queso desgrasado, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
2	3	62,1233	X
3	3	63,8933	XX
4	3	65,57	XX
1	3	67,2467	X

ANEXO 28

Análisis Estadísticos para Humedad en Queso Desgrasado en el Producto Madurado (Día 28)

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,16256 p-Valor = 0,801924

- ANDEVA para humedad en queso desgrasado, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	58,37	3	19,4567	6,71	0,0141 (*)
Dentro Tratamiento	23,1947	8	2,89933		
Total (Corr.)	81,5647	11			

(*) El valor p (<0,05) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para humedad en queso desgrasado, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
2	3	59,5033	X
3	3	60,6033	X
4	3	62,0267	XX
1	3	65,3667	X

ANEXO 29

Análisis Estadísticos para Materia Grasa a 48 Horas de Proceso

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 2,76977 p-Valor = 0,0804858
--

- ANDEVA para materia grasa, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	175,244	3	58,4147	19,75	0,0005 (*)
Dentro Tratamiento	23,6623	8	2,95778		
Total (Corr.)	198,906	11			

(*) El valor p (<0,05) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para materia grasa, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
2	3	16,0667	X
4	3	17,0867	X
3	3	17,3367	X
1	3	25,5867	X

ANEXO 30

Análisis Estadísticos para Materia Grasa en el Producto Madurado (Día 28)

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,47858 p-Valor = 0,459378

- ANDEVA para materia grasa, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	171,062	3	57,0208	21,97	0,0003 (*)
Dentro Tratamiento	20,7634	8	2,59542		
Total (Corr.)	191,826	11			

(*) El valor p ($<0,05$) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para materia grasa, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
2	3	16,7933	X
4	3	17,7933	X
3	3	18,46	X
1	3	26,2933	X

ANEXO 31

Análisis Estadísticos para Materia Grasa en Base Seca a 48 Horas de Proceso

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,83953 p-Valor = 0,257665

- ANDEVA para materia grasa en base seca, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	553,605	3	184,535	20,42	0,0004 (*)
Dentro Tratamiento	72,2918	8	9,03647		
Total (Corr.)	625,897	11			

(*) El valor p ($<0,05$) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para materia grasa en base seca, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
2	3	33,5833	X
3	3	36,7233	X
4	3	37,36	X
1	3	51,2233	X

ANEXO 32

Análisis Estadísticos para Materia Grasa en Base Seca en el Producto Madurado (Día 28)

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,32555 p-Valor = 0,600701

- ANDEVA para materia grasa en base seca, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	553,425	3	184,475	16,52	0,0009 (*)
Dentro Tratamiento	89,3231	8	11,1654		
Total (Corr.)	642,749	11			

(*) El valor p (<0,05) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para materia grasa en base seca, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
2	3	33,2633	X
4	3	36,3067	X
3	3	36,4833	X
1	3	50,7533	X

ANEXO 33

Análisis Estadísticos para pH a 48 Horas de Proceso

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,42664 p-Valor = 0,502539

- ANDEVA para pH a 48 horas de proceso, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	0,0102667	3	0,00342222	1,06	0,4168(*)
Dentro Tratamiento	0,0257333	8	0,00321667		
Total (Corr.)	0,036	11			

(*) El valor p ($\geq 0,05$) indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 34

Análisis Estadísticos para pH en el Producto Madurado (Día 28)

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,21853 p-Valor = 0,727107

- ANDEVA para pH en el producto final, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc.	p-Valor
Entre Tratamientos	0,0309667	3	0,0103222	5,58	0,0232 (*)
Dentro Tratamiento	0,0148	8	0,00185		
Total (Corr.)	0,0457667	11			

(*) El valor p (<0,05) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para pH en el producto final, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
1	3	5,23333	X
3	3	5,32667	XX
4	3	5,35	X
2	3	5,36333	X

ANEXO 35

RENDIMIENTO PRÁCTICO Y TEÓRICO

35a. Rendimiento práctico y teórico al inicio de la maduración.

Tratamiento	Tiempo	Réplica	R. Práctico (Kg queso/ 100 Kg leche)	R. Teórico (Kg queso/ 100 Kg leche)	R. Práctico/ R. Teórico (%)	Diferencia (%)
1	48 hrs	1	10,87	11,33	95,92	4,08
		2	10,84	11,42	94,92	5,08
		3	11,06	11,89	93,02	6,98
		<i>desv. st.</i>	<i>0,12</i>	<i>0,30</i>	-	-
2	48 hrs	1	8,33	8,95	93,07	6,93
		2	9,36	9,79	95,61	4,39
		3	9,30	10,04	92,63	7,37
		<i>desv. st.</i>	<i>0,58</i>	<i>0,57</i>	-	-
3	48 hrs	1	9,32	9,58	97,29	2,71
		2	9,45	9,64	98,03	1,97
		3	9,35	9,90	94,44	5,56
		<i>desv. st.</i>	<i>0,07</i>	<i>0,17</i>	-	-
4	48 hrs	1	8,09	10,29	78,62	21,38
		2	9,94	9,96	99,80	0,20
		3	10,24	10,28	99,61	0,39
		<i>desv. st.</i>	<i>1,16</i>	<i>0,19</i>	-	-

35b. Rendimiento práctico y teórico al término de la maduración.

Tratamiento	Tiempo	Réplica	R. Práctico (Kg queso/ 100 Kg leche)	R. Teórico (Kg queso/ 100 Kg leche)	R. Práctico/ R. Teórico (%)	Diferencia (%)
1	28 días	1	10,12	11,03	91,74	8,26
		2	9,91	10,86	91,25	8,75
		3	10,20	11,29	90,35	9,65
		<i>desv. st.</i>	<i>0,15</i>	<i>0,22</i>	-	-
2	28 días	1	7,48	8,60	86,98	13,02
		2	8,56	9,40	91,06	8,94
		3	8,26	9,26	89,20	10,80
		<i>desv. st.</i>	<i>0,56</i>	<i>0,43</i>	-	-
3	28 días	1	8,45	9,10	92,86	7,14
		2	8,66	9,22	93,93	6,07
		3	8,17	8,84	92,42	7,58
		<i>desv. st.</i>	<i>0,25</i>	<i>0,19</i>	-	-
4	28 días	1	7,24	9,12	79,39	20,61
		2	9,18	9,76	94,06	5,94
		3	9,25	9,51	97,27	2,73
		<i>desv. st.</i>	<i>1,14</i>	<i>0,32</i>	-	-

ANEXO 36

Análisis Estadísticos para Rendimiento Práctico al Inicio de la Maduración (Día 0)

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 5,77831 p-Valor = 0,00883143

- ANDEVA para rendimiento práctico al Día 0, por tratamiento

Dado que el chequeo de varianza arroja un valor de $p < 0,05$, se asume que existe diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar de los valores obtenidos para "rendimiento práctico al día cero", para cada tratamiento (a un nivel del 95% de confianza).

ANEXO 37

Análisis Estadísticos para Rendimiento Práctico al Final de la Maduración (Día 28)

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 2,76928 p-Valor = 0,0805276
--

- ANDEVA para rendimiento práctico al Día 28, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	6,9542	3	2,31807	5,47	0,0244 (*)
Dentro Tratamiento	3,3902	8	0,423775		
Total (Corr.)	10,3444	11			

(*) El valor p (<0,05) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para rendimiento práctico al Día 28, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
2	3	8,1	X
3	3	8,42667	XX
4	3	8,55667	XX
1	3	10,0767	X

ANEXO 38

Análisis Estadísticos para Rendimiento Teórico al Inicio de la Maduración (Día 0)

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,62281 p-Valor = 0,361013

- ANDEVA para rendimiento teórico a 48 horas, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	7,23903	3	2,41301	20,08	0,0004 (*)
Dentro Tratamiento	0,961267	8	0,120158		
Total (Corr.)	8,20029	11			

(*) El valor p ($<0,05$) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para rendimiento teórico a 48 horas, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
2	3	9,59333	X
3	3	9,70667	X
4	3	10,1767	X
1	3	11,5467	X

ANEXO 39

Análisis Estadístico para Rendimiento Teórico al Final de la Maduración (Día 28)

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,21883 p-Valor = 0,726709

- ANDEVA para rendimiento teórico al Día 28, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	8,08589	3	2,6953	29,04	0,0001 (*)
Dentro Tratamiento	0,7424	8	0,0928		
Total (Corr.)	8,82829	11			

(*) El valor p (<0.05) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para rendimiento teórico al Día 28, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
3	3	9,05333	X
2	3	9,08667	X
4	3	9,46333	X
1	3	11,06	X

ANEXO 40

Prueba de Comparación de Muestras Pareadas entre Rendimiento Práctico y Teórico al Inicio de la Maduración

Hipótesis planteada para el Rango entre “Rendimiento Teórico al Día 0” y “Rendimiento Práctico al Día 0”.

Promedio de la muestra = 0,576667

Mediana de la muestra = 0,505

Test de T

Hipótesis Nula: Promedio = 0,0

Alternativa: Distinto de 0,0

Valor T determinado = 3,48634

Valor p = 0,00509125

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

La hipótesis nula plantea que el promedio de los rangos entre las repeticiones del rendimiento teórico al día 0 y el rendimiento práctico al día 0 es igual a 0,0, versus al alternativa de que este promedio es distinto de este valor.

Debido a que el valor p determinado por el test es menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula a un nivel de confianza del 95%

ANEXO 41

Prueba de Comparación de Muestras Pareadas entre Rendimiento Práctico y Teórico al Término de la Maduración

Hipótesis planteada para el Rango entre “Rendimiento Teórico al Día 28” y “Rendimiento Práctico al Día 28”.

Promedio de la muestra = 0,875833

Mediana de la muestra = 0,875

Test de T

Hipótesis Nula: Promedio = 0,0

Alternativa: Distinto de 0,0

Valor T determinado = 7,50626

Valor p = 0,0000119071

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$

La hipótesis nula plantea que el promedio de los rangos entre las repeticiones del rendimiento teórico al día 28 y el rendimiento práctico al día 28 es igual a 0,0, versus al alternativa de que este promedio es distinto de este valor.

Debido a que el valor p determinado por el test es menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula a un nivel de confianza del 95%

ANEXO 43

Descripción de Atributos Sensoriales del Queso Chanco

COLOR, se evalúa el color interno. En queso Chanco debe ser amarillo pálido y homogéneo, correspondiendo a valores entre 4 y 6. Se considera defecto presencia de manchas, decoloraciones y vetas .

TEXTURA, se evalúa la presencia o ausencia de ojos (orificios) y el tipo de estos. El queso Chanco debe presentar ojos del tamaño de un grano grande de arroz, de forma irregular, distribuidos abundante y homogéneamente en la masa, correspondientes a notas entre 7 y 9. Se considera defecto ojos muy pequeños (puntiformes), de gases (redondos de diferentes tamaños), ojos distribuidos heterogéneamente o ausencia de ojos.

SABOR, se evalúa el gusto y el olor. En el queso Chanco el gusto debe ser suave a queso medianamente madurado, y aroma puro, medianamente intenso, correspondiente a valores entre 4 y 6. Se considera defecto la presencia de sabor amargo, ácido, salado, insípido, a levadura, y estiércol.

Atributos relacionados al cuerpo o consistencia del queso:

FIRMEZA, se evalúa la fuerza requerida para penetrar la masa del queso con los molares. El queso Chanco debe ser de masa semiblanda, mantecosa, correspondiente a valores entre 4 y 6. Se considera defecto una masa firme o muy suave.

continuación ANEXO 43

ADHESIVIDAD, se evalúa la capacidad de la masa a pegarse o unirse al paladar durante su masticación, que corresponde también a la dificultad para remover el queso desde el paladar durante la degustación. El queso Chanco debe ser medianamente adhesivo, con valores entre 4 y 6.

COHESIVIDAD, se evalúa la masa en relación a su continuidad (homogénea) al paladar. El queso Chanco debe ser cohesivo, es decir deshacer homogéneamente en la boca, lo que corresponde a valores entre 4 y 6. Se considera defecto una masa desmenuzable, heterogénea e irregular al paladar.

ELASTICIDAD, se evalúa la deformación (estiramiento) de la masa sin producirse ruptura de ésta. Parámetro evaluado al doblar levemente el trozo de muestra con las manos. El queso Chanco debe ser de masa elástica, correspondiente a valores entre 4 y 6.

Fuente: BRITO (1991) y Hort *et al.*, citados por MENDEZ (2000).

ANEXO 44

Calificaciones otorgadas por los panelistas en la evaluación sensorial del queso Chanco

ANEXO 44a. Calificaciones Otorgadas por los Jueces al tratamiento 1 (Control Completo en Grasa)

Juez	Réplica	Color	Textura	Sabor	Firmeza	Elasticidad	Adhesividad	Cohesividad	Acept. General
1	1	5	8	5	4	5	5	5	6
	2	5	7	6	4	5	6	6	7
	3	5	7	6	2	4	7	6	5
2	1	5	9	5	4	3	6	6	6
	2	4	7	6	4	4	6	6	6
	3	4	7	4	7	4	4	7	6
3	1	5	7	6	5	3	5	5	7
	2	5	8	5	6	3	4	5	8
	3	5	6	5	3	5	7	5	7
4	1	6	7	6	5	5	6	5	8
	2	5	7	3	2	2	4	5	4
	3	5	6	6	2	3	6	5	5
5	1	5	7	5	4	6	7	7	8
	2	5	7	4	4	4	6	6	8
	3	5	8	5	3	8	7	8	7
6	1	5	8	5	5	4	5	5	8
	2	5	8	5	5	4	4	5	8
	3	5	7	4	3	3	5	7	7
7	1	5	8	5	5	6	5	5	6
	2	5	7	5	4	3	6	5	7
	3	5	8	3	4	3	4	6	4
<i>desv. st.</i>		<i>0,38</i>	<i>0,73</i>	<i>0,92</i>	<i>1,28</i>	<i>1,39</i>	<i>1,08</i>	<i>0,90</i>	<i>1,29</i>

Continuación ANEXO 44

ANEXO 44b. Calificaciones Otorgadas por los Jueces al tratamiento 2 (Control Reducido en Grasa)

Juez	Réplica	Color	Textura	Sabor	Firmeza	Elasticidad	Adhesividad	Cohesividad	Acept. General
1	1	5	6	6	7	9	2	2	3
	2	5	7	5	4	6	5	4	5
	3	5	6	5	3	7	4	5	4
2	1	5	6	5	7	7	3	3	5
	2	5	6	6	5	4	5	4	7
	3	5	5	4	4	6	4	6	5
3	1	3	5	3	7	6	1	3	3
	2	5	7	4	7	5	2	4	5
	3	5	4	4	5	5	3	4	5
4	1	6	6	6	7	7	5	4	4
	2	5	5	6	6	7	4	5	6
	3	4	4	4	6	7	5	7	4
5	1	3	4	3	8	3	2	1	3
	2	4	6	3	6	4	2	3	6
	3	3	6	5	7	3	3	4	6
6	1	7	5	3	9	9	1	3	3
	2	5	7	4	6	4	2	3	4
	3	5	4	4	7	6	2	5	5
7	1	5	6	4	6	4	3	3	4
	2	5	5	4	4	4	4	5	4
	3	4	6	5	5	5	6	5	8
<i>desv. st.</i>		<i>0,96</i>	<i>0,98</i>	<i>1,03</i>	<i>1,48</i>	<i>1,75</i>	<i>1,45</i>	<i>1,36</i>	<i>1,35</i>

Continuación ANEXO 44

ANEXO 44c. Calificaciones Otorgadas por los Jueces al tratamiento 3 (Simplese^â D100)

Juez	Réplica	Color	Textura	Sabor	Firmeza	Elasticidad	Adhesividad	Cohesividad	Acept. General
1	1	5	7	4	4	4	4	5	4
	2	5	6	6	4	6	6	5	6
	3	5	5	6	3	7	3	5	3
2	1	5	7	5	5	5	5	5	8
	2	5	7	6	6	4	5	4	6
	3	5	6	5	4	4	6	6	6
3	1	4	7	5	5	5	4	6	7
	2	5	9	3	7	4	2	4	4
	3	5	7	4	5	5	4	5	5
4	1	7	8	7	7	7	5	7	4
	2	6	6	6	5	6	4	6	4
	3	7	6	7	3	7	5	6	4
5	1	5	5	4	7	3	2	5	4
	2	4	8	6	5	5	4	5	8
	3	4	6	4	7	3	2	5	6
6	1	6	6	5	6	4	4	5	7
	2	6	5	7	5	1	2	4	8
	3	6	4	4	7	6	3	4	6
7	1	6	8	5	5	5	5	5	5
	2	5	6	4	5	4	4	4	5
	3	6	6	6	6	6	3	4	7
<i>desv. st.</i>		<i>0,86</i>	<i>1,21</i>	<i>1,17</i>	<i>1,27</i>	<i>1,50</i>	<i>1,26</i>	<i>0,84</i>	<i>1,54</i>

Continuación ANEXO 44

ANEXO 44d. Calificaciones Otorgadas por los Jueces al tratamiento 4 (Dairy Loä)

Juez	Réplica	Color	Textura	Sabor	Firmeza	Elasticidad	Adhesividad	Cohesividad	Acept. General
1	1	5	8	6	6	5	4	6	5
	2	5	5	5	3	7	7	6	7
	3	5	6	6	2	8	7	6	4
2	1	6	7	4	4	3	5	4	7
	2	5	5	6	4	5	5	5	8
	3	5	5	4	5	6	5	5	7
3	1	3	8	6	5	4	4	4	4
	2	5	8	5	5	4	5	5	7
	3	7	5	4	4	5	5	5	6
4	1	5	8	4	5	4	4	6	7
	2	5	5	4	3	3	3	4	5
	3	4	6	6	4	3	5	4	7
5	1	5	7	8	5	5	4	5	3
	2	5	8	4	5	6	3	4	5
	3	4	6	7	5	6	4	7	7
6	1	6	8	7	3	2	4	4	4
	2	5	8	4	5	5	5	5	9
	3	6	7	4	5	5	6	4	8
7	1	5	7	5	4	5	5	5	6
	2	5	6	5	5	4	4	5	5
	3	6	9	7	5	4	5	6	7
<i>desv. st.</i>		<i>0,83</i>	<i>1,30</i>	<i>1,27</i>	<i>0,97</i>	<i>1,42</i>	<i>1,06</i>	<i>0,89</i>	<i>1,58</i>

ANEXO 45

Test de Concordancia de Kendall para los Jueces que Componen el Panel

ATRIBUTO	χ^2 (calculado)	χ^2 (tabla)
Color	8,379	19,68
Textura	33,25	
Sabor	26,96	
Firmeza	31,40	
Elasticidad	19,81	
Adhesividad	25,19	
Cohesividad	33,87	
Aceptación general	26,37	
<p>H₀ :Existe concordancia de opiniones entre los jueces</p> <p>Conclusión: Como χ^2 (calculado) > χ^2 (tabla) → Se acepta la hipótesis nula para los atributos Textura, Sabor, Firmeza, Elasticidad, Adhesividad, Cohesividad y Aceptación general.</p> <p>Como χ^2 (calculado) < χ^2 (tabla) → Se rechaza la hipótesis nula para el atributo Color.</p>		

ANEXO 47

Análisis Estadísticos para el Atributo Textura

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,09475 p-Valor = 0,0689515
--

- ANDEVA para textura, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	36,131	3	12,0437	10,38	0,0000 (*)
Dentro Tratamiento	92,8571	80	1,16071		
Total (Corr.)	128,988	83			

(*) El valor p ($<0,05$) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para textura, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
2	21	5,52381	X
3	21	6,42857	X
4	21	6,7619	XX
1	21	7,33333	X

ANEXO 48

Análisis Estadísticos para el Atributo Sabor

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,02998 p-Valor = 0,509651

- ANDEVA para sabor, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	9,27381	3	3,09127	2,53	0,0628 (*)
Dentro Tratamiento	97,619	80	1,22024		
Total (Corr.)	106,893	83			

(*) El valor p ($\geq 0,05$) indica que, para el parámetro en estudio, no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

ANEXO 49

Análisis Estadísticos para el Atributo Firmeza

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,04422 p-Valor = 0,335168

- ANDEVA para firmeza, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	49,381	3	16,4603	10,27	0,0000 (*)
Dentro Tratamiento	128,19	80	1,60238		
Total (Corr.)	177,571	83			

(*) El valor p ($<0,05$) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para firmeza, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
1	21	4,04762	X
4	21	4,38095	XX
3	21	5,28571	XX
2	21	6,0	X

ANEXO 50

Análisis Estadísticos para el Atributo Elasticidad

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,01682 p-Valor = 0,727364

- ANDEVA para elasticidad, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	23,2738	3	7,75794	3,35	0,0230 (*)
Dentro Tratamiento	185,048	80	2,3131		
Total (Corr.)	208,321	83			

(*) El valor p ($<0,05$) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para elasticidad, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
1	21	4,14286	X
4	21	4,71429	XX
3	21	4,80952	XX
2	21	5,61905	X

ANEXO 51

Análisis Estadísticos para el Atributo Adhesividad

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,03393 p-Valor = 0,454818

- ANDEVA para adhesividad, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	59,5238	3	19,8413	13,32	0,0000 (*)
Dentro Tratamiento	119,143	80	1,48929		
Total (Corr.)	178,667	83			

(*) El valor p ($<0,05$) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para adhesividad, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
2	21	3,2381	X
3	21	3,90476	XX
4	21	4,71429	XX
1	21	5,47619	X

ANEXO 52

Análisis Estadísticos para el Atributo Cohesividad

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,08602 p-Valor = 0,0909771
--

- ANDEVA para cohesividad, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	33,1786	3	11,0595	10,63	0,0000 (*)
Dentro Tratamiento	83,2381	80	1,04048		
Total (Corr.)	116,417	83			

(*) El valor p ($<0,05$) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para cohesividad, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
2	21	3,95238	X
3	21	5,0	X
4	21	5,0	X
1	21	5,71429	X

ANEXO 53

Análisis Estadísticos para el Atributo Aceptación General

- Chequeo de varianza para garantizar el análisis

Test de Bartlett: 1,01468 p-Valor = 0,766882

- ANDEVA para aceptación general, por tratamiento

Análisis de Varianza					
Fuente de Variación	SC	GL	CM	F Calc	p-Valor
Entre Tratamientos	39,8571	3	13,2857	6,39	0,0006 (*)
Dentro Tratamiento	166,381	80	2,07976		
Total (Corr.)	206,238	83			

(*) El valor p ($<0,05$) indica, para el parámetro en estudio, la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.

- Test de rango múltiple para aceptación general, por tratamiento

Método: Tukey HSD 95,0 %

Tratamiento	Nº de datos	Promedio	Grupos Homogéneos
2	21	4,71429	X
3	21	5,57143	XX
4	21	6,09524	X
1	21	6,57143	X

ANEXO 54

Coeficiente de Correlación de Spearman entre Parámetros Físicoquímicos y Atributos Sensoriales del Queso Chanco

	Textura	Sabor	Firmeza	Elasticidad	Adhesividad	Cohesividad	Aceptación General
Humedad	-0,217	0,228	-0,077	0,119	0,035	-0,332	-0,067
M. Grasa	0,564	-0,016	-0,576*	-0,533	0,671*	0,714*	0,754*
Hum/QDG	0,622*	0,172	-0,707*	-0,537	0,890*	0,758*	0,880*
MG/BS	0,573	0,046	-0,668*	-0,519	0,778*	0,744*	0,838*
pH	-0,736*	-0,297	0,338	0,657*	-0,579*	-0,684*	-0,501
Textura	1	0,579*	-0,506	-0,884*	0,708*	0,519	0,534
Sabor	0,579*	1	-0,291	-0,512	0,381	0,182	0,291
Firmeza	-0,506	-0,291	1	0,515	-0,842*	-0,585*	-0,641*
Elasticidad	-0,884*	-0,512	0,515	1	-0,554	-0,395	-0,431
Adhesividad	0,708*	0,381	-0,842*	-0,554	1	0,795*	0,763*
Cohesividad	0,519	0,182	-0,585*	-0,395	0,795*	1	0,601*
Aceptación General	0,534	0,291	-0,641*	-0,431	0,763*	0,601*	1

* La correlación es significativa a un nivel de 0,05