



# Universidad Austral de Chile

---

Escuela de Ingeniería en Alimentos

## **Maduración de Queso Chanco Reducido en Grasa, Elaborado con Leche de Variante Genética B de $\kappa$ -caseína y B de $\beta$ -lactoglobulina y Adición de Suero en Polvo**

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

**Marcela Alejandra Ojeda Bustos**

Valdivia – Chile

2007

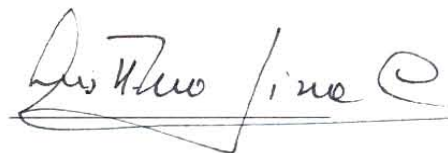
**PROFESOR PATROCINANTE :**

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

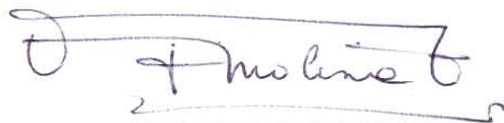


**PROFESORES INFORMANTES :**

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



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



*Dedicado a mis queridos  
María, José, Clara, Ana María y Claudia.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mis agradecimientos a todas aquellas personas que contribuyeron en este triunfo:

A toda mi familia por toda su paciencia, amor incondicional, respaldo y confianza que siempre me han brindado no solo a lo largo de mis estudios sino en todo momento. En forma especial a mi padre que desde el cielo me sonríe y me da las fuerzas para luchar cada día.

A Gabriel por darme su amor, fuerza y preocupación durante todos estos años.

A todos mis grandes amigos y compañeros, que me brindaron su apoyo y amistad sincera e incondicional durante todos estos años.

A mi profesora patrocinante de tesis Sra. Carmen Brito e informante Sra. Luz H Molina, por sus consejos, dedicación, ayuda y toda la confianza brindada que fue sumamente importante para mí en el desarrollo y principalmente al término de esta investigación.

A todos los funcionarios del ICYTAL, por su cooperación y palabras de aliento en los momentos difíciles.

De todo corazón...¡muchas gracias!.

## ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Quesos de reducido tenor graso	3
2.2	Cambios sensoriales en quesos de reducido tenor graso	3
2.3	Optimización de quesos reducidos en grasa	4
2.3.1	Composición química de la leche	5
2.3.2	Polimorfismo genético	5
2.3.3	Variación estacional	7
2.3.4	Cultivos adjuntos atenuados	7
2.3.5	Suero en polvo	8
2.4	Análisis de perfil textural	9
2.4.1	Análisis Sensorial	10
2.4.2	Análisis Instrumental	11
2.5	Características y producción de queso Chanco	14
3	MATERIAL Y MÉTODO	17
3.1	Lugar de trabajo	17
3.2	Materiales y equipos	17
3.3	Metodología de trabajo	17
3.3.1	Perfil textural	17
3.3.1.1	Análisis sensorial de textura	17
3.3.1.2	Análisis instrumental de textura	18
3.3.2	Tratamientos y diseño experimental	18
3.3.3.	Análisis físico y químico	19
3.4	Análisis estadísticos	20
3.4.1	Análisis físicos y químicos	20
3.4.2	Análisis sensorial	20
3.4.3	Comparación de resultados sensorial e instrumental	20
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	21

4.1	Características químicas y físicas de los quesos en estudio durante la evolución de su maduración	21
4.1.1	Contenido de materia grasa en base total y en base seca (%)	21
4.1.2	Contenido de humedad en base total y de humedad en queso desgrasado (%)	24
4.1.3	Contenido de sólidos totales (%)	28
4.1.4	Contenido de sal (%) y de sal en humedad (%)	29
4.1.5	Evolución de pH	33
4.2	Evolución de la maduración	36
4.2.1	Contenido de Proteína (%) y Nitrógeno total (%)	36
4.2.2	Degradación primaria de caseínas	38
4.3	Análisis Textural	46
4.3.1	Análisis sensorial de textura de los quesos en el período de maduración	46
4.3.1.1	Firmeza	47
4.3.1.2	Elasticidad	49
4.3.1.3	Cohesividad	51
4.3.1.4	Adhesividad	53
4.3.2	Análisis instrumental de la textura de los quesos (TPA) en el período de maduración	54
4.3.2.1	Firmeza	54
4.3.2.2	Elasticidad	55
4.3.2.3	Cohesividad	56
4.3.2.4	Adhesividad	57
4.4	Comparación de resultados del perfil textural sensorial e instrumental	58
5	CONCLUSIONES	61
6	RESUMEN	63
	SUMARY	64
7	BIBLIOGRAFIA	65
8	ANEXOS	71

**ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro		Página
1	Frecuencia y contenido de proteínas de la leche según variante genética de $\kappa$ -caseína y $\beta$ - lactoglobulina	6
2	Diseño experimental	19
3	Contenido de materia grasa en base total y en base seca (%) a los 0, 14, 28 y 42 días de maduración	22
4	Contenido de humedad en base total y en queso desgrasado(%) a los 0, 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco	26
5	Contenido de sólidos totales (%) a los 0, 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco	28
6	Contenido de NaCl en base total y NaCl/ Humedad (%) a los 0,14,28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco	31
7	Valores pH obtenidos a los 0, 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco	34
8	Contenido de Proteína y Nitrógeno total (%) obtenidos a los 0, 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco	36
9	Evaluación instrumental de firmeza (g) a los 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco	54
10	Evaluación instrumental de elasticidad a los 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco	56
11	Evaluación instrumental de cohesividad a los 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco	57
12	Evaluación instrumental de adhesividad a los 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco	58
13	Correlación entre los atributos	59

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura		Página
1	Evaluación sensorial de textura en queso Chanco	11
2	Evaluación instrumental de textura de queso Chanco utilizando un texturómetro modelo TA-XT2i (Stable Micro System Texturometer)	12
3	Curva típica del análisis de perfil textural de quesos	13
4	Recepción de leche y elaboración industrial de queso en Chile, entre los años 1995 y 2005	15
5	Variación de materia grasa en base total a lo largo del período de maduración	23
6	Variación de sólidos totales (%) a lo largo del período de maduración	29
7	Variación del contenido de NaCl a lo largo del período de maduración	32
8	Fotografía y densitograma a los 0 días de maduración	39
9	Fotografía y densitograma a los 14 días de maduración	40
10	Fotografía y densitograma a los 28 días de maduración	41
11	Fotografía y densitograma a los 42 días de maduración	42
12	Calificación otorgada al atributo firmeza durante la maduración de los tratamientos en estudio	48
13	Calificación otorgada al atributo elasticidad durante la maduración de los tratamientos en estudio	50
14	Calificación otorgada al atributo cohesividad durante la maduración de los tratamientos en estudio	52
15	Calificación otorgada al atributo adhesividad durante la maduración de los tratamientos en estudio	53



## INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Guía de calificación de los parámetros sensoriales de queso Chanco	72
2	Resultados de materia grasa en base total y en base seca (%)	75
2.1	Resultados de los análisis	75
2.2	Análisis estadístico por día de maduración	76
2.3	Análisis estadístico por tratamiento evaluado	77
2.4	Contraste de Kruskal - Wallis	77
2.5	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	78
2.6	Análisis estadístico combinado del queso Chanco	79
2.7	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	79
3	Resultado de humedad en base total (H/BT) y en queso desgrasado (H/QD) (%)	80
3.1	Resultados de los análisis	80
3.2	Análisis estadístico por día de maduración	81
3.3	Análisis estadístico por tratamiento evaluado	82
3.4	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	83
3.5	Análisis estadístico combinado del queso Chanco	84
3.6	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	84
4	Resultados de Sólidos Totales (%)	85
4.1	Resultados de los análisis	85
4.2	Análisis estadístico por día de maduración y tratamiento evaluado	86
4.3	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	87
4.4	Análisis estadístico combinado del queso Chanco	87
4.5	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	87
5	Resultados de NaCl en base total y en humedad (%)	88
5.1	Resultados de los análisis	88
5.2	Análisis estadístico por día de maduración	89
5.3	Análisis estadístico por tratamiento evaluado	90

5.4	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	91
5.5	Análisis estadístico combinado del queso Chanco	92
5.6	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	92
6	Resultados de pH	93
6.1	Resultados de los análisis	93
6.2	Análisis estadístico por día de maduración y tratamiento evaluado	94
6.3	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	95
6.4	Análisis estadístico combinado del queso Chanco	95
6.5	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	95
7	Resultados de Proteína y Nitrógeno total (%)	96
7.1	Resultados de los análisis	96
7.2	Análisis estadístico por día de maduración	97
7.3	Análisis estadístico por tratamiento evaluado	97
7.4	Contraste de Kruskal - Wallis	98
7.5	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	99
7.6	Análisis estadístico combinado del queso Chanco	100
7.7	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	100
8	Evolución de la proteólisis	101
8.1	Resultados de los análisis de electroforesis	102
8.2	Análisis estadístico de los resultados de electroforesis	105
9	Análisis estadístico para firmeza	106
9.1	Resultados de los análisis	106
9.2	Prueba de concordancia de jueces	107
9.3	Análisis estadístico por día de maduración	107
9.4	Análisis estadístico por tratamiento evaluado	108
9.5	Contraste de Kruskal - Wallis	108
9.6	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	109
9.7	Análisis estadístico combinado del queso Chanco	110
9.8	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	110
10	Análisis estadístico para elasticidad	111
10.1	Resultados de los análisis	111

10.2	Prueba de concordancia de jueces	112
10.3	Análisis estadístico por día de maduración	112
10.4	Análisis estadístico por tratamiento evaluado	113
10.5	Contraste de Kruskal - Wallis	113
10.6	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	114
10.7	Análisis estadístico combinado del queso Chanco	115
10.8	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	115
11	Análisis estadístico para cohesividad	116
11.1	Resultados de los análisis	116
11.2	Prueba de concordancia de jueces	117
11.3	Análisis estadístico por día de maduración	117
11.4	Análisis estadístico por tratamiento evaluado	118
11.5	Contraste de Kruskal - Wallis	118
11.6	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	119
11.7	Análisis estadístico combinado del queso Chanco	120
11.8	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	120
12	Análisis estadístico para adhesividad	121
12.1	Resultados de los análisis	121
12.2	Prueba de concordancia de jueces	122
12.3	Análisis estadístico por día de maduración	122
12.4	Análisis estadístico por tratamiento evaluado	123
12.5	Contraste de Kruskal - Wallis	124
12.6	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	124
12.7	Análisis estadístico combinado del queso Chanco	125
12.8	Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento	125
13	Condiciones de la cámara de maduración	126
13.1	Planilla de control	126
13.2	Gráfica de las condiciones de la cámara durante el periodo de maduración	126

## 1. INTRODUCCIÓN

El excesivo consumo de alimentos ricos en grasa ha dado lugar al aumento de graves enfermedades en nuestra población, las que están causando serios daños en la salud de ella. Debido a esto, a partir de los últimos años se está introduciendo un cambio de hábitos alimenticios, existiendo hoy en día un mayor interés por la ingesta de productos naturales y dietéticos.

En las últimas décadas, en nuestro país, dentro de los productos lácteos se observa un aumento paulatino de la producción y consumo de quesos, y en particular, de las variedades Gauda y Chanco, a consecuencia de esto surge la inquietud de elaborar un producto lácteo de consumo masivo, como el queso Chanco, pero con un tenor de materia grasa reducido.

El queso Chanco se caracteriza por ser mantecoso y de una consistencia suave, sin embargo, en los quesos que poseen un reducido contenido graso se produce una serie de cambios que afectan su calidad, como por ejemplo, una pérdida de sabor y aroma a nivel sensorial, y además la presentación de una consistencia y cuerpo más firme que el producto tradicional.

Frente a tales inconvenientes, y con el afán de mejorarlos, se plantea lo siguiente:

### **Hipótesis**

“La aplicación de leche con predominio de variante genética B de  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina o con incorporación de suero en polvo al proceso de elaboración de queso Chanco reducido en grasa, permite obtener un producto de características sensoriales superiores al queso reducido en grasa sin incorporación de estas variables.”

### **Objetivo general**

- Conocer y establecer las diferencias en la evolución de la maduración y en particular de las características de textura de queso Chanco reducido en grasa, que ha sido procesado con leche de variante genética B de  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina, adición de suero en polvo y leche mezcla normal.

### **Objetivos específicos**

- Comparar las características físicas y químicas de quesos con incorporación de leche con predominio de variante genética B de  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina y adición de suero en polvo y sin éstas: pH, humedad, materia grasa, sólidos totales, contenido de sal (cloruro de sodio), durante el período de maduración, medidas a los 0, 14, 28 y 42 días de maduración.
  
- Determinar las influencias producidas por la aplicación de leche con predominio de variante genética (B de  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina) y adición de suero en polvo sobre la proteólisis de queso Chanco reducido en grasa, lo cual se midió a través de la determinación de fracciones proteicas (electroforesis en gel de poliacrilamida) a los 0, 14, 28 y 42 días de maduración.
  
- Establecer una correlación entre la evaluación sensorial y medición instrumental del perfil textural de los quesos en estudio, durante el período de maduración (14, 28, 42 días).

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Quesos de reducido tenor graso

La tendencia actual es reducir la cantidad de grasa ingerida en la dieta, debido a que su elevado consumo contribuye a producir ciertas enfermedades, tales como, obesidad, aumentando el estado de riesgo cardiovascular y de gran cantidad de otras patologías. Entre estos estados patológicos asociados al sobrepeso y obesidad se encuentran la hipertensión arterial, enfermedades coronarias, colesterol alto, diabetes mellitus tipo 2, síndrome de resistencia a la insulina, problemas respiratorios como la hipertensión pulmonar, apnea del sueño, síndrome de hipoventilación; artrosis, cálculo vesicular, aumento de los niveles de ácido úrico, además de constituir un factor de riesgo en el desarrollo de cierto tipo de cáncer (CASANUEVA *et al.*, 2001; TAPIA, 2006). Así AKOH (1998), recomienda no más de un 30% de ingestión total de grasas en relación a la ingestión total de energía diaria. Sin embargo es bastante conocido que los lípidos juegan un importante papel en la nutrición al suministrar calorías y ácidos grasos esenciales (linoleico, linolénico y araquidónico) y vitaminas liposolubles (A, D, E y K).

Además según lo señalado por CHARLES *et al.* (2003), desde un punto de vista tecnológico, las grasas y los aceites en general aportan la palatabilidad, suavidad, cremosidad y en muchos casos el sabor, otorgando la sensación de plenitud que resulta de comer un alimento.

Por lo tanto, el menor éxito comercial de los productos bajos, reducidos en grasa o que contienen sustitutos de éstas, proviene justamente de la modificación de las características organolépticas que se producen normalmente en éstos.

La legislación chilena en tanto, mediante el Decreto D. S. N° 977 del Reglamento Sanitario de los Alimentos, cataloga un producto como “reducido” cuando contiene 25% menos de un nutriente particular o 25% menos de las Kcal del alimento normal de referencia (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2004).

### 2.2 Cambios sensoriales en quesos de reducido tenor graso

ARDÖ (1997), menciona que el contenido de grasa en el queso tiene un rol indirecto importante en el proceso de maduración, debido a los cambios que se producen en la elaboración de estos quesos.

El contenido de materia grasa ejerce un papel importante en las sensaciones de aroma y gusto, además es la responsable de impartir apariencia y algunas propiedades físicas, tales como, firmeza, elasticidad, gomosidad, cohesividad y elasticidad, además de tener la capacidad de enmascarar sabores desagradables, otorgado por algunos péptidos.

Por este motivo, al reducir la materia grasa se presentan una serie de defectos sensoriales, entre los cuales, aumenta la firmeza y elasticidad; decrece la adhesividad y cohesividad, transformándose en un queso más compacto, desgranable y quebradizo, aumenta su gomosidad, son más blancos y translúcidos, menos pegajosos, tienen menor suavidad y menor capacidad de deshacerse al masticar, todo lo anterior debido a cambios y alteraciones producidas en la red de caseínas del queso. Además de los negativos atributos de sabor, al disminuir la intensidad del sabor y aroma típico de los quesos (FENELON *et al.*, 2000; GWARTNEY *et al.*, 2002).

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

La proteólisis se ve afectada directamente por el contenido de grasa en el queso, ya que aquellos quesos elaborados con reducida grasa, presentan menor humedad por unidad de proteína desarrollando una menor proteólisis, además la reducción de grasa da lugar a aumentos significativos en la concentración de caseína intacta por unidad de queso, lo que contribuye a darle mayor firmeza (RUDAN *et al.*, 1999; FENELON *et al.*, 2000).

### **2.3 Optimización de calidad de quesos reducidos en grasa**

MISTRY (2000), menciona que en los últimos 20 años se han desarrollado quesos bajos en grasa basados en diversos cambios, tales como, técnicas de procesamiento, selección de cultivos starters, uso de aditivos como estabilizantes y reemplazantes grasos, o combinaciones de ellos.

Además señala que en queso Cheddar de reducido tenor graso, se han aplicado menores tiempos y temperaturas de cocción, mayor drenaje y lavado de la cuajada para provocar la contracción del grano y evitar la salida de agua, uso selectivo de la homogeneización de la crema para mejorar el cuerpo y textura entre otros.

Por otra parte AKOH (1998), señala que lo más común es que se utilice agua, suero e ingredientes a base de carbohidratos para reemplazar la materia grasa, lo que a su vez, sirve de relleno de la red caseínica tridimensional.

Según RUDAN *et al.* (1998), existen otras alternativas (agregadas para estabilizar la estructura y mejorar la textura y cuerpo del queso) que incluyen el uso de diferentes agentes para retener el agua, como sal, celulosa microcristalina y gelatinas.

Para mejorar el sabor y la calidad de los quesos bajos en grasa se ha recurrido al uso de enzimas libres o micro encapsuladas, así como agregado de células bacterianas atenuadas las cuales liberan enzimas en el queso (ARDÓ, 1997).

LOPEZ (2004), establece que una manera de optimizar la calidad y aumentar el rendimiento quesero, es a través de una adecuada selección del genotipo de las proteínas de la leche, determinando las características físicas y químicas que sean de interés para su procesamiento tecnológico.

**2.3.1 Composición química de la leche.** La leche de vaca está compuesta aproximadamente por un 86,60-90,50% de agua, 4,9–5,0% de lactosa, 3,5–4,10% de materia grasa y un 3,4–3,6% de proteínas, de los cuales el 78% corresponde a caseína; 17,0–17,2% a proteínas del suero y 4,9–5,0% a sustancias nitrogenadas no proteicas y finalmente un 0,9–0,70% de sales (ALAIS, 1985; FENEMMA, 2000). Sin embargo, existe una serie de factores que modifican la composición de la leche, haciendo que ésta sea un punto principal de influencia sobre las características de los quesos, afectando principalmente la coagulación de la leche y el rendimiento del producto.

Según WALSTRA *et al.* (1999) entre las variables más importantes se encuentran los factores climáticos (como la estación del año), fisiológicos (composición de la leche durante el fase y número de lactación y edad de la vaca), alimentarios y genéticos (efectos de la selección, diferencias entre razas e individuos), etc.

**2.3.2 Polimorfismo genético.** Corresponde a la multiplicidad de formas que presenta una misma proteína, cuya síntesis está gobernada por un gen particular, en las cuales se produce una substitución de uno o dos aminoácidos en las proteínas, obedeciendo a causas hereditarias, que generan cambios en las propiedades físicas y químicas de la leche, otorgándole diferencias en las características tecnológicas de la leche, como por ejemplo, estabilidad frente a tratamientos térmicos, tiempo de coagulación, entre otros (NG-KWAI-HANG *et al.*, 2002).

ALAIS (1985) establece que las variantes genéticas se designan por las letras A, B, C, variando la frecuencia de los tipos genéticos en los bovinos de acuerdo a la raza en individuos homocigotos, que producen una sola variante (AA, BB, CC) y los heterocigotos que contiene una mezcla de ella (AB, AC, BC), los cuales presentan diferente comportamiento en el procesamiento de queso.

El contenido de proteínas varía levemente según la variante genética, por ejemplo los genotipos BB de la  $\kappa$ -CN está asociada con una mayor cantidad de proteína total, grasa y caseína total, por otra parte, la variante B de  $\kappa$ -caseína y  $\beta$ -lactoglobulina, actúa como estabilizadoras de la caseína  $\alpha_s$  frente a la coagulación, con formación de una cuajada más firme (SCOTT, 1991; BOBE *et al.*, 2004).



Esto es bastante importante para la industria quesera, puesto que las caseínas se retienen en el coágulo que forma el queso, por lo tanto, el parámetro más importante para determinar la capacidad quesera de la leche es la proporción de caseínas y  $\beta$ -lactoglobulinas; donde las variantes BB de la  $\kappa$ -caseína y AB de la  $\beta$ -lactoglobulina están asociados con una capacidad quesera superior (WALSH *et al.*, 1998; LOPEZ, 2004).

La leche de las vacas que presentan el alelo B de la  $\kappa$ -CN produce micelas de menor tamaño, en las cuales se retienen más sólidos al momento de la coagulación para la producción de quesos, dando lugar a coágulos que contienen más grasa y menos agua y por lo tanto son más firmes por lo cual presentan un rendimiento quesero superior en aproximadamente 3,5 a 8% (SCOTT, 1991; Puhan, citado por FIL/IDF, 2000; LOPEZ, 2004).

Estas variaciones se ven reflejadas en el siguiente cuadro.

**CUADRO 1 Frecuencia y contenido de proteínas de la leche según la variante genética de  $\kappa$ -caseína y  $\beta$ - lactoglobulina.**

Variante Genética	Frecuencia (%)	Proteína cruda (%)	Caseína N/ Proteína	$\kappa$ - CN / Caseína
$\kappa$ - CN A	64	3,58	0,77	0,15
$\kappa$ - CN AB	32	3,67	0,78	0,16
$\kappa$ - CN B	4	3,76	0,79	0,18
$\beta$ - Lg A	19	3,68	0,77	0,17
$\beta$ - Lg AB	51	3,65	0,78	0,16
$\beta$ - Lg B	30	3,69	0,79	0,16

FUENTE: WALSTRA *et al.* (1999).

En un estudio realizado por BENAVIDES (2003), se determinó que el fenotipo AB de  $\beta$ -lactoglobulina presenta mejor aptitud a la coagulación, mayor firmeza del gel y mejor drenaje del suero que las muestras con fenotipo AA de  $\beta$ -lactoglobulina.

Puhan, citado por FIL/IDF (2000) y BOBE *et al.* (2004), sugieren que la textura y las características sensoriales de los productos lácteos se podrían mejorar mediante la selección de las variantes de B de la  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina, estando ello directamente relacionadas con la composición de los ácidos grasos, proteína total y caseína total, número de caseínas, materia grasa leche y rendimiento del queso.

En un estudio realizado por MOLINA *et al.* (2006 a b), en el cual relacionan las variantes genéticas A y B de  $\kappa$ -CN y las variantes genéticas AA y AB de  $\beta$ -Lg en leche de 10 vacas de raza Holstein – Friesian, encontraron que el valor más alto de caseína y número de caseína se produce al combinar las variantes B de  $\kappa$ -caseína y AB  $\beta$ -

lactoglobulina, por otra parte el contenido de proteína total disminuye al interactuar  $\kappa$ -caseína A y  $\beta$ -lactoglobulina AB, efecto contrario sucede con las proteínas del suero, cuyo contenido aumenta al combinarse  $\kappa$ -caseína A y  $\beta$ -lactoglobulina AA. Por otra parte, los resultados demostraron que al relacionar las propiedades de coagulación de la leche (aptitud a la coagulación, firmeza de la cuajada y sinéresis) con las variantes genéticas, se observó que el fenotipo AB tiene un efecto significativo en las características estudiadas en comparación con las muestras que contienen el fenotipo AA. Las variantes A y B de  $\kappa$ -caseína, no presentan diferencias significativas en las características de coagulación, sin embargo existe una interacción favorable entre las variantes AB de  $\beta$ -lactoglobulina y B de  $\kappa$ -caseína.

**2.3.3 Variación estacional.** El contenido de proteína y materia grasa de la leche es más alto en los meses de otoño - invierno y más bajos en los meses de primavera - verano debido a las diferencias de temperatura y a programas de alimentación, pero la mayor producción de leche ocurre en los meses de primavera - verano. Los minerales son uno de los componentes más estables a través del año, siendo levemente superiores en invierno. En general, la producción de leche y su composición, se ve afectada por el número de ordeños realizados (ALAIS, 1985; LAWRENCE *et al.*, 1991).

Los resultados de un estudio realizado, durante la época de verano, por BERNABUCCI *et al.* (2002 a) 40 vacas de raza Holstein, indican que la reducción del contenido proteínico de leche observado durante el verano se debe a la disminución en la cantidad de caseína, cuál a su vez fue ocasionada por una reducción en el contenido de  $\alpha_s$ -caseína y  $\beta$ -caseína, lo que explica la alteración en las características de la leche destinada a la fabricación de queso durante el período estival.

**2.3.4 Cultivos adjuntos atenuados.** Los cultivos adjuntos han sido utilizados en la elaboración de quesos para contribuir en la aceleración de la maduración y realzar el sabor de los quesos reducidos en grasa, debido a la formación de compuestos volátiles, tales como, triptófano, leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina y tirosina, responsables de la producción del sabor durante el desarrollo de la maduración de los quesos (EL SODA *et al.*, 2000 a; HOIER y SORENSEN, 2000; KLEIN *et al.*, 2000)

EL SODA *et al.* (2000 b), establece además que estos cultivos aportan enzimas microbianas intracelulares, que se agregan a la leche y quedan retenidas en el coágulo, sin interferir con el proceso de la fabricación del queso, pero liberándose en el proceso autolítico durante la maduración del queso.

Al principio, para aumentar el número de bacterias deseables, se optó simplemente por incrementar las cantidades del starter, usando niveles más altos en la leche, o agregando estimulantes del crecimiento, sin embargo esto trajo como consecuencia, una reducción del pH y sabores indeseables. De este modo surgió la idea de utilizar cultivos atenuados, de modo que pudieran cumplir su objetivo durante la maduración, sin producir exceso de ácido láctico en el proceso (EL SODA *et al.*, 2000 b).

Por otra parte, para obtener una exitosa maduración en el queso es necesario una cuidadosa selección de los cultivos adjuntos basados en su potencial enzimático y en sus capacidades autolíticas, por este motivo, EL SODA **et al.** (2000 b) realizó un estudio en el cual encontró que el *Lactobacillus helveticus* presentaba la mejor aptitud para ser utilizado en elaboración de queso Cheddar.

ARDÖ y LINDMARK (1990), mencionan que el propósito de realizar la atenuación es poder aumentar la profundidad de la maduración y no tanto la extensión para evitar así la acumulación de péptidos amargos.

La atenuación de los cultivos es una técnica bastante factible de realizar ya que no necesita la purificación de las enzimas, que requiere destruir las bacterias, lo que involucra un gran costo y pérdida de enzimas en el suero y aunque, para evitar esto se pueden encapsular en liposomas esta técnica también provoca pérdidas de enzimas- En cambio en la técnica de la atenuación por calor las enzimas quedan encapsuladas en la membrana de las bacterias y se liberan en el queso en etapas tempranas de maduración.

Las técnicas de atenuación consisten en métodos físicos como la aplicación de golpe de calor, golpe de frío, secado spray y liofilización, así mismo se usan métodos donde se utilizan solventes orgánicos, enzimas, tales como, lisosimas y el método de utilización de modificaciones genéticas como los Lac- (lactosa negativa), Prot- (proteínasa negativa) y Lac- y Prot-. (ARDÖ y LINDMARK, 1990; EL SODA **et al.**, 2000 a).

EL SODA **et al.** (1991), mencionan que el proceso de atenuación podría permitir la protección de las enzimas intracelulares frente a las condiciones desfavorables presentes en el queso recién elaborado, como el bajo pH y la sal, entre otros, y permitir gradualmente la liberación de las peptidasas activas dentro del período de maduración del queso, además esta liberación producida por una lisis de las células puede ser más beneficiosa que la adición temprana de peptidasas inestables.

**2.3.5 Suero en polvo.** La grasa ha sido reemplazada tradicionalmente por agua o aire, o también reformulando el alimento con ingredientes a base de lípidos, proteínas o carbohidratos, individualmente o en combinación. Los reemplazantes grasos se asemejan a las grasas y son generalmente catalogados en dos grupos, los sustitutos grasos y los imitadores grasos, que otorgan mejores características organolépticas a los quesos reducidos o bajos en tenor graso (AKOH, 1998).

Consecuentemente, se incorporan proteínas del suero principalmente para aumentar el valor nutritivo, rendimiento de los quesos y como reemplazante de la materia grasa, sirviendo de relleno a la red caseínica tradicional (MISTRY, 2000).

Según ALAIS (1958), las proteínas del suero están constituidas por  $\beta$ -lactoglobulina (50,0%),  $\alpha$ -lactoalbumina (22,22%), Sero albúmina de bovino (4,6%), Proteasa peptona (11,11%), Globulinas Inmunes (12,03%).

Por otra parte, el suero de quesería contiene elementos de alto valor nutritivo, tales como proteínas hidrosolubles (globulina y albúmina), lactosa, además de minerales como Ca, P, Na, K, y aminoácidos esenciales, principalmente Isoleucina, Lisina, Tirosina y Triptófano (AKOH, 1998).

ALAIS (1985), señala que un componente esencial del extracto seco de los sueros es la lactosa que se encuentra en concentraciones de un 70 a un 75%, lo que conlleva a un aumento de la acidez de los quesos al serles incorporado suero.

Finalmente, de acuerdo a un estudio realizado por ARTEAGA (2004), se pudo establecer que las características sensoriales desfavorables de queso Chanco reducido en grasa pudieron ser mejoradas a partir de la adición de un 2% de suero en polvo. En los quesos elaborados hubo una disminución en la degradación de las  $\alpha_{s1}$ -caseínas y  $\beta$ -caseínas y un aumento en la capacidad de retención de agua del queso, sin ver afectado su deshidratación normal durante la maduración.

#### **2.4 Análisis de perfil textural**

La textura es un atributo multivariable producto de la combinación de propiedades sensoriales físicas incluyendo forma, tamaño, naturaleza y conformación de los alimentos, percibidas a través de los sentidos de la vista, oído, tacto y gusto (DELAHUNTY y DRAKE, 2003).

De esta forma, la textura puede ser percibida a través de:

a) *Sensaciones mecánicas*: Referidas a la oposición de un producto a una fuerza aplicada. A modo de ejemplo es posible nombrar los atributos, tales como, firmeza, elasticidad, cohesividad.

b) *Sensaciones de superficie y táctiles*: Se encuentran relacionadas con el contenido de humedad y materia grasa, que es posible percibir las tanto visual como táctilmente, como por ejemplo se encuentra la humedad superficial.

c) *Sensaciones geométricas*: Vinculadas con el tamaño y forma de las partículas dentro del alimento, ejemplo, granulosis, grumosidad, etc. (DELAHUNTY y DRAKE, 2003; OJEDA, 2005).

Por otra parte, la textura en alimentos puede ser determinada por dos métodos, el análisis sensorial que es usado para evaluar y predecir la aceptabilidad del producto por parte de los consumidores, no obstante las evaluaciones de este tipo requieren de

jueces entrenados, los que demandan mucho tiempo y están limitados por un restringido número de muestras. La otra forma de evaluación es a través de mediciones instrumentales de textura basadas en las propiedades reológicas de ellos mismos, su metodología es objetiva, efectiva y menos costosa, con la cual se puede establecer una relación entre los parámetros químicos y/o reológicos y sus medidas sensoriales (LEBECQUE **et al.**, 2001; DELAHUNTY y DRAKE, 2003).

De acuerdo a lo señalado por HORT (2000), INOCENTE **et al.** (2002) y PINHO **et al.** (2004), uno de los criterios más importantes que determinan la calidad e identidad de los quesos es su textura o cuerpo, la cual se desarrolla durante su período de maduración.

El gel de caseína es el principal responsable de las propiedades reológicas de los quesos, influyendo también en tales características, contenido de sal, humedad, materias grasa, variaciones del pH y extensión de la proteólisis. (TUNICK, 2000; LUCEY **et al.**, 2003)

**2.4.1 Análisis sensorial.** Según DELAHUNTY y DRAKE (2003), este método de evaluación tiene como objetivo medir la respuesta humana a las características del producto, es por ello que comprende una de las vías más confiables para evaluar los alimentos a pesar de que entrega resultados subjetivos porque depende netamente de las sensaciones percibidas por los sentidos del panelista.

Sin embargo, para LEBECQUE **et al.** (2001), la aplicación de este tipo de metodología tiene una serie de restricciones en la industria de alimentos, ya que para obtener resultados óptimos y confiables, es necesario disponer de un panel entrenado de personas que sólo pueden evaluar un número reducido de muestras por sesión, por lo que se convierte en una forma muy costosa (tiempo y dinero) de evaluación de la calidad de los alimentos.

Otros factores que influyen en la percepción de la textura y otros atributos sensoriales, es la complejidad en la masticación y las consecuentes discrepancias entre individuos como respuesta a las diferencias psicológicas, sociales y culturales (XIONG, 2002).

La FIGURA 1 presenta la forma de evaluar sensorialmente la textura de queso Chanco.



**FIGURA 1 Evaluación sensorial de textura de queso Chanco.**

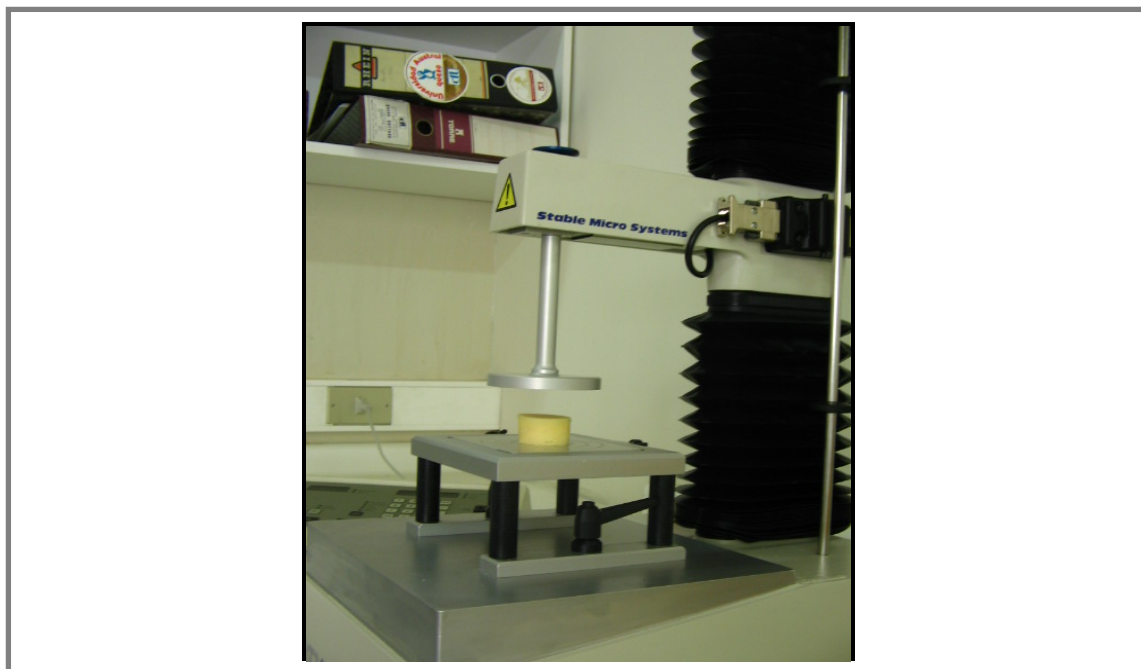
OJEDA (2005), manifiesta que la evaluación de la textura está constituida por una serie de etapas, como mirar y tocar la muestra, posteriormente viene la fase masticatoria, en donde el queso es mordido, masticado y finalmente ingerido, en donde es fundamental medir la velocidad de rompimiento de la muestra, como a su vez el esparcimiento de ésta, interviniendo en ello mandíbulas, dientes, lengua, cavidad bucal y saliva.

**2.4.2 Análisis instrumental.** TUNICK (2000) y LUCEY **et al.** (2003) señalan que existen tres formas de evaluar reológicamente los alimentos a través de mediciones instrumentales:

1. *Pruebas empíricas:* Proporcionan escasa información de las características medidas, ya se que se basan en la manipulación del producto con los dedos y se obtiene como resultado la sensación que esta otorga. En este tipo de test se usa el penetrómetro y compresor de tensión de cuajada.
2. *Pruebas de imitación:* Se utilizan con el fin de simular la acción humana durante la masticación del producto, entregando una información más completa de éste. El instrumento más frecuentemente usado para realizar un análisis de perfil de textura (TPA) ha sido el Texturómetro, como es el "Instron universal testing machine" (ZOON, 1991).
3. *Pruebas fundamentales:* Incluyen test de compresión dinámica y transiente, con lo cual se puede obtener una explicación matemática del comportamiento reológico del producto en cuestión. Las muestras utilizadas en este equipo son de una forma

específica y son deformadas de una misma manera, lo que permite analizar sistemáticamente los resultados (TUNICK, 2000).

En el presente estudio se realizó un test de perfil textural a través de una prueba de imitación, basado en las propiedades reológicas que entregan resultados objetivos mediante la utilización de un texturómetro, como el modelo TA-XT2i (Stable Micro System Texturometer) que imita el movimiento de los dientes durante la masticación y que se puede observar a continuación en la presente figura.

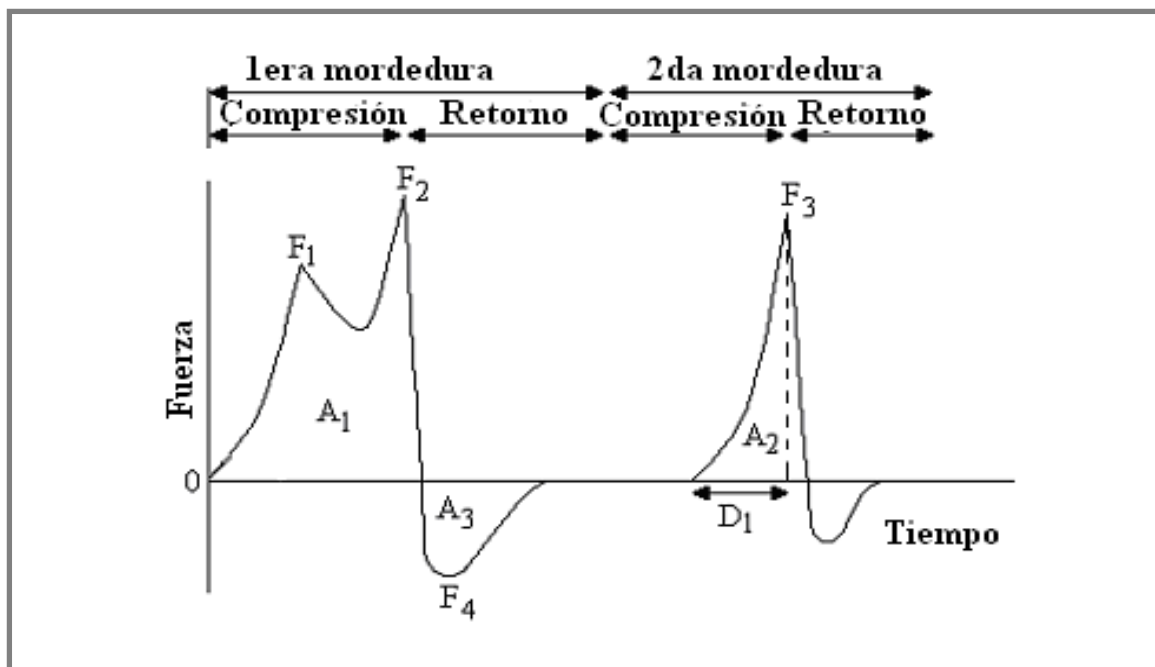


**FIGURA 2 Evaluación instrumental de textura de queso Chanco utilizando un texturómetro modelo TA-XT2i (Stable Micro System Texturometer).**

El TPA (textural profile analysis) es un análisis instrumental basado en una compresión uniaxial. Consiste en comprimir una muestra cilíndrica mediante un plato descendente a velocidad constante, hasta un nivel de deformación superior al del punto de fractura. La resistencia mecánica desarrollada por la muestra en respuesta a la deformación impuesta se registra a través de un software computacional. La medición depende de la velocidad de desplazamiento de la superficie de compresión y de la temperatura (CASTAÑEDA, 2002).

De esta manera, se realiza un reconocimiento de la textura como un atributo con múltiples parámetros. Los parámetros primarios corresponden a firmeza, cohesividad, elasticidad y adhesividad y los parámetros secundarios, o derivados, que son fracturabilidad, chicosidad y otros (XIONG, 2002).

La curva general de perfil textural obtenido en el análisis se ilustra en la FIGURA 3 que se presenta a continuación:



**FIGURA 3** Curva típica del análisis de perfil de textura del queso.  
FUENTE: STEFFE (1996).

**Donde:**

**F 1:** Fracturabilidad

**F 2:** Firmeza 1 (g): Se define como la fuerza necesaria para provocar una deformación dada, y se obtiene a través de la fuerza de compresión máxima durante la primera mordedura (primer ciclo de compresión). Los términos que la describen son: suavidad, firmeza, etc.

**F 3:** Firmeza 2. Fuerza en la compresión máxima durante la segunda mordedura.

**F 4:** Adhesión (Fuerza aplicada).

**A 1:** Trabajo hecho en la muestra durante la primera mordedura.

**A 2:** Trabajo hecho en la muestra durante la segunda mordedura.

**A2/A1:** Cohesividad (adimensional). Se define como la resistencia de los enlaces internos que componen el cuerpo del producto, corresponde a la proporción positiva entre el primer y segundo peak.

**A 3:** Adhesividad (g s). Trabajo necesario para superar las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y la superficie de otros materiales con los que el alimento entra en contacto.

**D 1:** Elasticidad (adimensional): Distancia o longitud del ciclo de compresión durante la segunda mordedura. VAN VLIET (1991) y TUNICK (2000) la define como la velocidad a la cual la muestra retorna a su condición inicial entre la primera y segunda compresión y deformación, luego de remover la fuerza aplicada.



TUNICK (2000) asevera que a través de la elaboración de un TPA, no se obtiene una medida verdadera de las propiedades reológicas. Esto ocurre debido a que los datos instrumentales obtenidos a través del texturómetro son incapaces de duplicar la capacidad humana ya que dependen de una serie de variables, como es la temperatura, tamaño y forma de la muestra y de la velocidad de desplazamiento de las partes móviles del equipo, sin embargo los métodos instrumentales son menos costosos y menos subjetivos o bien más fáciles de interpretar o “transferir valores numéricos” que las pruebas sensoriales (BERTOLA *et al.*, 1992; STEFFE, 1996; DELAHUNTY y DRAKE, 2003).

## 2.5 Queso Chanco

Los orígenes de este tipo de queso se remontan a la Colonia, época en la cual era fabricado en forma artesanal, a partir de leche bovina cruda, y con toda su grasa. Es el queso maduro típico de Chile, el cual actualmente se manufactura a nivel rural, con leche entera; y a nivel industrial con leche pasteurizada parcialmente descremada o con toda su grasa. Es reconocido por diferentes nombres, tales como Mantecoso, Ranco, Llifén, Los Alerces, Los Alpes, etc. (BRITO *et al.*, 2003; OLIVEIRA y BRITO, 2006).

Según Norma Chilena Of. 2090, 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, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, INN, 1999).

Para su elaboración se utiliza una mezcla de cultivos, que consta de cuatro cepas: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* bv. *diacetilactis* y *Leuconostoc spp* (OLIVEIRA y BRITO, 2006).

CHILE, INN (1999) describe tres tipos de queso Chanco, designados de acuerdo a su proceso y período de maduración:

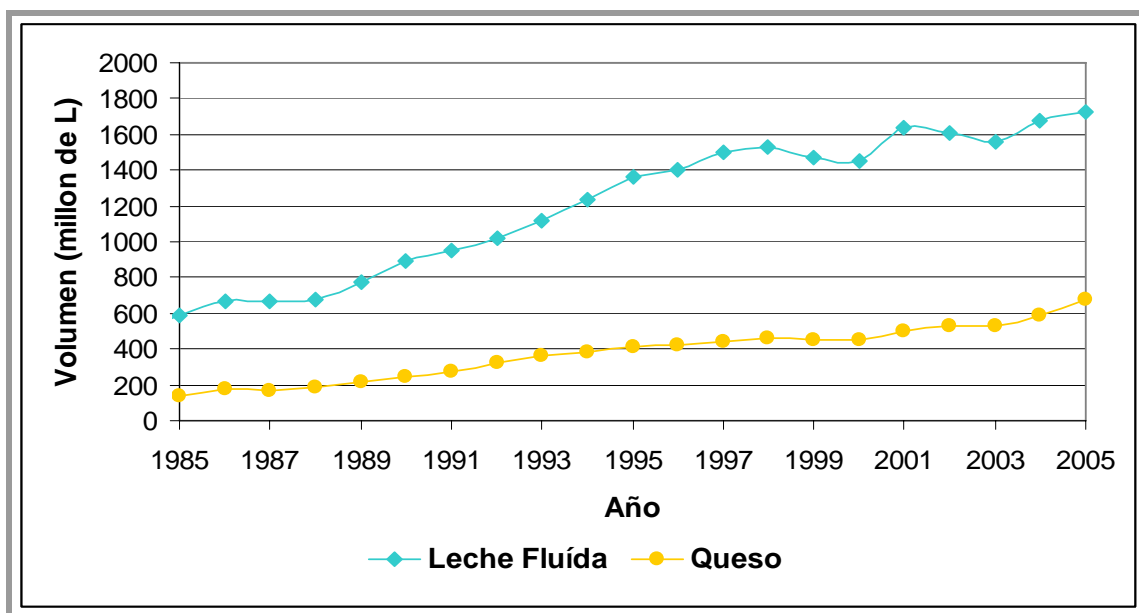
- *Chanco de campo o de fundo de corta maduración*: Corresponde a un queso que debe ser mantecoso, de consistencia semiblanda, elaborado en forma artesanal con leche pasteurizada de vaca, que ha sido madurado por un periodo de entre 8 y 12 días;
- *Chanco de campo o de fundo madurado*: Este tipo de queso, debe ser mantecoso, elaborado en forma artesanal con leche pasteurizada. Corresponde a un queso semiblando que ha sido madurado por al menos 21 días;
- *Queso Chanco*: Debe ser un queso mantecoso, elaborado en forma industrial con leche pasteurizada. Corresponde a un queso semiblando, que tiene un período de maduración de al menos 21 días.

En cuanto a los atributos sensoriales, el queso Chanco debe tener las siguientes características: consistencia semiblanda y mantecosa, cáscara fina, seca y lisa, de color exterior amarillo a amarillo pálido. El color de 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. Al mismo

tiempo, la forma puede ser, en bloque rectangular (8 a 11 Kg.), bloque cuadrado o rectangular (1 a 4 Kg.), cilíndrico, en varios diámetros (1 a 6 Kg.) y deben presentar lados ligeramente convexos (OLIVEIRA y BRITO, 2006; CHILE, INN, 1999).

ODEPA (CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS, ODEPA, 2006) establece que la producción del queso ha tenido un aumento en los últimos 20 años, llegando en el año 2005 a un total de elaboraron 67.175 toneladas de queso, lo que equivale a un 39% del total de la leche procesada.

La FIGURA 4 muestra el incremento sostenido en la producción de quesos industriales.



**FIGURA 4** Recepción de leche y elaboración industrial de queso en Chile, entre los años 1995 y 2005.

FUENTE: CHILE, ODEPA (2006).

ESNAOLA (2005), sostiene que en nuestro país, los dos tipos de quesos de mayor producción son el Gauda, cuya producción en Chile para el año 2004 fue de alrededor de un 70% correspondiente aproximadamente a 41.000 toneladas y el queso Chanco cuya producción a igual fecha fue de más de 12.000 toneladas (20% de la producción) en las industrias tradicionales. Además de 100 unidades queseras pequeñas y medianas en las cuales se elaboró aproximadamente 12.500 toneladas de queso denominado genéricamente como Chanco de campo.

El aumento constante de producción de quesos en nuestro país en las últimas décadas, va desde 13.673 toneladas elaboradas en el año 1985 hasta el año 2005 en el cual se registró una producción de 67.175 toneladas en las empresas tradicionales (CHILE, ODEPA, 2006 a).

Las exportaciones insipientes de queso, para el año 2005 alcanzaron a 17.594 toneladas, cuyo destino principal es México quien adquirió más del 96% de éste producto, y muy por debajo se encuentran países como Colombia, Japón, Perú, Guatemala y Bolivia con, con un 3% de exportación (CHILE, ODEPA, 2006 b).

### 3. MATERIAL Y MÉTODO

#### 3.1 Lugar de trabajo.

Los análisis necesarios para la realización del estudio, se efectuaron en el Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTAL) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile, entre los meses de agosto a diciembre de 2005. Tesis realizada dentro del proyecto FONDECYT 1030345, denominado “Innovación tecnológica en procesamiento y calidad de leche (de variantes genéticas) en el desarrollo de queso Chanco de reducido tenor graso para incrementar calidad y rendimientos”, llevado a cabo entre los años 2003 – 2005.

#### 3.2 Materiales y equipos.

Se utilizaron materiales y equipos necesarios para el desarrollo de esta investigación, de acuerdo a la metodología usada.

#### 3.3 Metodología de trabajo.

El estudio de maduración se realizó sobre muestras provenientes de quesos elaborados de un estudio simultáneo, denominado “Influencia de las variantes genéticas de  $\kappa$  – caseína y  $\beta$  – lactoglobulina y la adición de suero en polvo sobre el procesamiento de queso Chanco de reducida grasa”, correspondiente a tesis de C SOTO (2006), a partir de leches de vacas Holstein - Friesian procedentes del fundo Santa Rosa, perteneciente a la Universidad Austral de Chile, ubicado en la provincia de Valdivia, X Región de Los Lagos.

Los quesos se mantuvieron en maduración en una cámara climatizada por un período de 6 semanas, extrayéndose muestras de éstos en 4 etapas de su período de maduración: 0, 14, 28 y 42 días. Las muestras se extrajeron de diferentes lugares del queso, con un calador, el cual fue previamente esterilizado, y los análisis se realizaron en duplicado.

**3.3.1 Perfil textural.** Se efectuó a través de dos métodos, que se detallan a continuación, en los cuales se midieron los atributos de firmeza, elasticidad, cohesividad y adhesividad de los tratamientos de queso Chanco reducido en grasa.

**3.3.1.1 Análisis sensorial de textura.** Se llevó a cabo a los 14, 28 y 42 días de maduración, por un grupo de 8 panelistas entrenados, que calificaron los tratamientos en estudio de acuerdo a un test de perfil textural, a partir de los 4 atributos antes mencionados, utilizando una pauta con una escala de valoración de 1 a 9 puntos (ANEXO 1).

**3.3.1.2 Análisis instrumental de textura.** El perfil de textura instrumental (TPA), se realizó en un texturómetro modelo TA-XT2i (Stable Micro Systems) y software computacional Texture Expert Exceed TA-XT2i, que calcula los parámetros medidos en base a una curva Fuerza (g)/Tiempo (s).

El análisis se desarrolló estableciendo las siguientes condiciones:

- Dimensiones de la muestra: 2,0 cm de altura x 3,7 cm de diámetro.
- Compresión: 50% de deformación.
- Celda de carga: 25 Kg
- Temperatura de las muestras (ambiental):  $18,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$
- Tiempo de ejecución: 5 segundos.

**3.3.2 Tratamientos y diseño experimental.** Se evaluaron 4 tratamientos con 3 repeticiones, tomando muestras de la producción de quesos de SOTO (2006).

El estudio consistió en la comparación de tres tratamientos frente a un control que se caracteriza por ser queso Chanco reducido en grasa sin aplicación de innovaciones tecnológicas. Los tratamientos específicos corresponden a queso Chanco reducido en grasa (al mismo nivel que el control), los cuales incluyeron el uso de leche mezcla (T2), leche con predominio de variante génica B de  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina (T3 y T4) y suero en polvo al 3% (T2 y T4), incluyendo además cultivo adjunto atenuado.

A continuación se detallan las características de cada tratamiento.

- **Tratamiento 1 (control):** T1, Queso Chanco reducido en grasa, elaborado con leche mezcla.
- **Tratamiento 2:** T2, Queso Chanco reducido en grasa, elaborado con leche mezcla, suero en polvo y cultivo adjunto.
- **Tratamiento 3:** T3, Queso Chanco reducido en grasa, elaborado con leche con predominio de variante genética B de  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina y cultivo adjunto.
- **Tratamiento 4:** T4, Queso Chanco reducido en grasa, elaborado con leche con predominio de variante genética B de  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina, suero en polvo y cultivo adjunto.

Para los cuatro tratamientos, se mantuvo la razón entre materia grasa y sólidos no grasos de 0,192. El cultivo adjunto utilizado fue *Lactobacillus helveticus* CNRZ 32.

El CUADRO 2 muestra el diseño experimental factorial completamente aleatorizado utilizado en este estudio.

**CUADRO 2 Diseño experimental de los tratamientos de queso Chanco reducido en grasa.**

Ensayo	Factores	Respuesta estudiada
Quesos desde 1 al 12, medidos a los 0, 14, 28 y 42 días de maduración.	- Variante genética B de $\kappa$ – caseína y $\beta$ – lactoglobulina. - Suero en polvo.	- Evolución de maduración. - Perfil textural.

4 Tratamientos y 3 repeticiones de cada uno.

**3.3.3 Análisis físico y químico.** A cada muestra se le realizaron los siguientes análisis físicos y químicos:

- Muestreo de los quesos: Según la norma IDF/FIL 50C:1995.
- Determinación de pH: Método potenciométrico NCh.1671-1979 (CHILE, INN, 1979).
- Determinación de materia grasa: Método Gerber Van Gulik, NEN 3059:1957. LEIDEN, HOLANDA; ISO N° 3433. 1975, descrito por PINTO **et al.** (1998).
- Determinación de sólidos totales: Método gravimétrico. IDF/FIL 4 A: 1982, descrito por PINTO **et al.** (1998).
- Determinación del contenido total de cloruros (NaCl). Método por titulación colorimétrica. AOAC. INTERNATIONAL. 33.7.10. 1995, descrito por PINTO **et al.** (1998).
- Determinación del nitrógeno total: Método Kjeldahl. IDF/FIL 20B: 1993, parte 1, modificado a método rápido de rutina micro-Kjeldahl, para una muestra de 0,25 g. de queso, descrito por PINTO **et al.** (1998).
- Determinación de proteínas del extracto de queso: Método según Lowry **et al.** (1951).
- Determinación de fracciones proteicas. Método de electroforesis en tubos de gel de poliacrilamida. Jong y Laemmli, descrito por PINTO **et al.** (1998).

### **3.4 Análisis estadísticos**

Se utilizó el software estadístico Statgraphics Plus versión 5.1 y SPSS 10.0 para realizar las pruebas estadísticas y de esta manera poder detectar diferencias significativas entre las características estudiadas en los tratamientos.

**3.4.1 Análisis físicos y químicos:** Los resultados fueron analizados a través de:

- Promedio y desviación estándar entre las repeticiones para cada tratamiento.
- Test de homoscedasticidad de varianzas, para verificar la pertinencia de la aplicación el test de análisis de varianza.
- Análisis de varianza (ANOVA) de dos vías, por comparación múltiple de promedios, con el objetivo de determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos en estudio.
- Análisis de comparación múltiple a través de Test de Tukey (LSD) con un 5% de nivel de significancia.
- Análisis alternativo para el análisis de varianza de Kruskal-Wallis, utilizado cuando las desviaciones de las muestras no son iguales.

**3.4.2 Análisis sensorial.** Los resultados fueron analizados utilizando:

- Test de concordancia (Test de Kendall), para verificar la concordancia entre los panelistas para cada atributo sensorial medido.
- Prueba de Kruskal-Wallis, que se utilizó para ver si existe o no diferencia significativa entre los tratamientos cuando las varianzas no son iguales.
- Análisis de comparación múltiple, para realizar una comparación entre las medias de los grupos a través del Test de Tukey (LSD al 5%).

**3.4.3. Comparación de resultados sensorial e instrumental.**

- Coeficiente de correlación de Spearman, para estudiar una relación entre los parámetros (textura desglosados en 4 atributos) medidos sensorial e instrumentalmente.

## 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

**4.1 Características químicas y físicas de los quesos en estudio durante la evolución de su maduración.** Se realizó un exhaustivo monitoreo de la maduración de los tratamientos de queso, cuyo principal objetivo fue poder evidenciar los cambios producidos durante esta etapa, en la cual se produce el desarrollo del aroma, sabor y textura característica de los quesos.

**4.1.1 Contenido de materia grasa en base total y en base seca (%).** El contenido de materia grasa contribuye a la formación de algunos componentes que otorgan las características de gusto, apariencia, funcionalidad y propiedades reológicas típicas de cada queso, por lo que al ser removida ocasiona una serie de defectos a nivel físico y químico, influyendo en la proteólisis primaria, en especial sobre las micelas de caseínas, durante la maduración (SCOTT, 1991; RUNDAN *et al.*, 1999; FENELON *et al.*, 2000; FOX, 2003 y BANKS, 2004).

Los efectos ocasionados por la reducción del tenor graso en queso, encontrados por FENELON *et al.* (2000), MISTRY (2000) y BANKS (2004), son el aumento en el contenido de humedad, proteína, pH y de humedad en extracto seco, por lo que, este parámetro tiene un rol fundamental en las características sensoriales de los quesos.

Además, la producción de sabores y aromas en los quesos se debe principalmente a la degradación de la materia grasa durante su maduración, esta hidrólisis al mismo tiempo permite la formación de compuestos volátiles como por ejemplo el ácido caproico, butírico y caprílico que influyen en el desarrollo de las características típicas de suavidad y dureza de los quesos (BRITO, 1990 y 1993).

La Norma Chilena Oficial (CHILE, INN, 1999) establece como característica composicional un 25% de MG/BT y un 45% de MG/BS para queso Chanco completo en grasa. FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION, FAO, (1986) y FARKYE (2004), establecen entre un 45% y 50% como mínimo de materia grasa en base seca para un queso semisuave, clasificación en la cual se encuentra el queso Chanco.

Como los tratamientos en estudio corresponden a queso Chanco de reducido tenor graso, es lógico que los parámetros en cuestión, se encuentren por debajo de lo señalado anteriormente. Sin embargo, CHILE, MINISTERIO DE SALUD (2004), denomina a un producto "reducido" como aquel que presenta un 25% menos de un nutriente en particular, lo que en el Chanco correspondería a un contenido  $\leq 18,75\%$  de materia grasa.



De esta manera, como los tratamientos en estudio concuerdan con lo señalado anteriormente, es posible clasificarlos como queso Chanco reducido en grasa.

Para verificar lo dicho anteriormente y tener una noción más clara de los resultados obtenidos en este estudio, se presentan, a continuación en el CUADRO 3, los niveles promedio de materia grasa en base total (%) y en base seca (%) de los tratamientos de queso Chanco estudiados, con sus correspondientes desviaciones estándar. Los resultados de estos análisis se muestran detalladamente en el ANEXO 2.

**CUADRO 3 Contenido de materia grasa en base total y base seca (%) a los 0, 14, 28 y 42 días de maduración.**

Tiempo	Tratamiento (*)			
	1	2	3	4
0	16,25 ± 0,25 <sup>aB</sup> [34,39 ± 1,12 <sup>aA</sup> ]	16,42 ± 1,59 <sup>aA</sup> [35,74 ± 1,29 <sup>aA</sup> ]	15,92 ± 0,52 <sup>aA</sup> [33,66 ± 0,96 <sup>aA</sup> ]	16,97 ± 2,66 <sup>aA</sup> [37,10 ± 2,85 <sup>aA</sup> ]
14	16,47 ± 0,20 <sup>aAB</sup> [33,44 ± 1,17 <sup>bA</sup> ]	16,92 ± 1,42 <sup>aA</sup> [35,99 ± 0,57 <sup>abA</sup> ]	16,13 ± 0,56 <sup>aA</sup> [33,09 ± 1,27 <sup>bA</sup> ]	17,42 ± 2,53 <sup>aA</sup> [36,71 ± 2,52 <sup>aA</sup> ]
28	16,67 ± 0,14 <sup>aAB</sup> [33,66 ± 1,28 <sup>aA</sup> ]	17,33 ± 1,28 <sup>aA</sup> [36,61 ± 0,20 <sup>aA</sup> ]	16,45 ± 0,50 <sup>aA</sup> [33,34 ± 0,58 <sup>aA</sup> ]	17,82 ± 2,49 <sup>aA</sup> [36,70 ± 3,17 <sup>aA</sup> ]
42	16,92 ± 0,14 <sup>aB</sup> [33,32 ± 1,16 <sup>aA</sup> ]	17,67 ± 1,26 <sup>aA</sup> [36,12 ± 0,72 <sup>aA</sup> ]	16,65 ± 0,54 <sup>aA</sup> [33,60 ± 1,03 <sup>aA</sup> ]	18,13 ± 2,28 <sup>aA</sup> [36,57 ± 3,18 <sup>aA</sup> ]
<b>Promedio</b>	16,58 ± 0,30 <sup>a</sup> [33,70 ± 1,10 <sup>b</sup> ]	17,08 ± 1,29 <sup>a</sup> [36,12 ± 0,76 <sup>a</sup> ]	16,29 ± 0,54 <sup>a</sup> [33,42 ± 0,88 <sup>b</sup> ]	17,58 ± 2,18 <sup>a</sup> [36,77 ± 2,52 <sup>a</sup> ]

(\*) : Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados.

[...] : Materia grasa en base seca (%).

<sup>a, b, c</sup> : En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas al 95% .

<sup>A, B, C</sup> : En cada columna, letras distintas indican diferencias significativas al 95%.

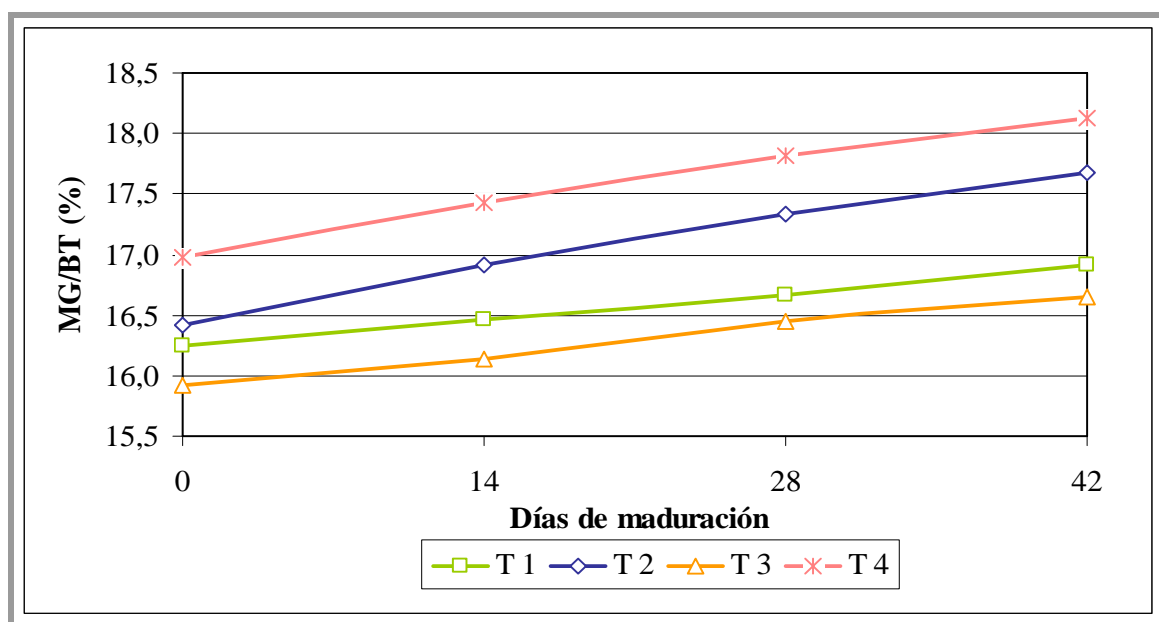
Se midió el contenido de materia grasa en base seca ya que, de acuerdo a lo mencionado por BRITO *et al.* (1995), es preferible considerar el contenido de grasa como porcentaje de materia seca, con el fin de poder representar con mayor exactitud este parámetro y ver la influencia del suero adicionado en los tratamientos evaluados sin la influencia del contenido de humedad, que también varía con el proceso de maduración.

Es importante destacar que en el proceso de elaboración hubo una adecuada estandarización de la materia grasa de la leche (relación materia grasa/sólidos no grasos de 0,192), para compensar el porcentaje de proteína agregado a través del suero, por lo cual la gran diferencia entre repeticiones (en los días 28 y 42 de maduración), que provocó una gran dispersión de valores alrededor de la media en cada tratamiento, manifestado en una alta desviación estándar en la mayoría de los tratamientos medidos a nivel de producto, se debió a un posible error metodológico en la toma de las muestras, por la posibilidad de mayor o menor cercanía a la cáscara o de

la parte central del queso o una falta de precisión de los análisis entre las repeticiones para cada tratamiento evaluado (ANEXO 2.1).

Según el análisis estadístico, no existieron diferencias significativas al 95% de confianza ( $P > 0,05$ ) de los valores de MG/BT (%) y MG/BS (%) entre los tiempos evaluados para cada tratamiento (T2, T3 y T4), a excepción de T1 (tratamiento control) que presentó diferencias en el contenido de materia grasa en base total entre los días 0 y 42 (16,25% y 16,92% respectivamente).

De manera gráfica, se presenta a continuación, en la FIGURA 5 la variación del contenido de materia grasa en base total de los tratamientos en evaluación.



**FIGURA 5** Variación de materia grasa en base total a lo largo del período de maduración.

BRITO *et al.* (1995), señalan que durante la maduración se manifiesta un aumento paulatino de materia grasa y de los componentes sólidos debido a la reducción del contenido de humedad.

Esto se aprecia claramente en la figura anterior, en donde es posible observar la variación de este parámetro a lo largo del período de maduración, teniendo los cuatro tratamientos en estudio la misma tendencia.

A pesar de no existir diferencias estadísticas, al inicio de la maduración los tratamientos T2 y T4 (con suero adicionado al 3%) presentaron un mayor contenido promedio de MG/BT y MG/BS, en comparación con los otros tratamientos T1 (control) y T3, manteniéndose esta diferencia numérica y grupal en los otros tres tiempos siguientes donde fue medido este parámetro.

Por otra parte en un estudio realizado por BRITO *et al.* (2003) y SALAZAR (2005), obtuvieron para el día 42 de maduración un valor promedio de 31,19% y 29,14% MG/BS en queso Chanco reducido en grasa respectivamente, ligeramente inferiores al 33,32% medido en el presente estudio.

Los resultados entregados por el análisis realizado a cada tratamiento en los días 0, 14, 28 y 42 respectivamente y el análisis de varianza multifactorial para el contenido de materia grasa en base total, indican que no existen diferencias a un nivel del 95% de confianza entre los tratamientos en estudio ( $P > 0,05$ ), ni tampoco entre los tiempos de maduración ( $P > 0,05$ ).

En cambio para el contenido promedio de materia grasa en base seca, se encontró diferencias estadísticamente significativa ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos en estudio, dividiéndose éstos claramente en dos grupos homogéneos, uno constituido por los tratamientos T1 y T3 (33,70% y 33,42% de MG/BS respectivamente) y otro grupo constituido por los tratamientos T2 y T4 cuyos promedios fueron de un 36,12% y 36,77% de MG/BS respectivamente y significativamente más altos.

En una investigación realizada por PUNIDADAS *et al.* (2000), encontraron que al agregarle proteínas séricas homogenizadas a queso Cheddar de reducido tenor disminuía el contenido de materia grasa en comparación con el queso control sin la adición de este tipo de proteínas.

A pesar de esto, no cabe determinar la injerencia que el uso de leche con predominio de variante genética B de  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina en la elaboración del queso Chanco, pudiera tener sobre el contenido promedio de materia grasa en base total en el producto final, como tampoco del suero en polvo adicionado a los tratamientos en estudio, ya que el contenido de materia grasa fue estandarizado en la etapa de elaboración acorde con los requerimientos de los tratamientos planteados en el estudio.

**4.1.2 Contenido de humedad en base total y de humedad en queso desgrasado (%).** Un parámetro trascendental de medir en la evolución de maduración corresponde al contenido de humedad, debido a que determina, en gran medida, el curso de las degradaciones ocurridas en el queso en este período de tiempo, facilitando la difusión y solubilidad de los productos de degradación y enzimas en los procesos bioquímicos ocurridos en el queso (BRITO *et al.*, 1995).

Además, tiene un papel importante en la hidratación de la matriz de proteínas formada, de esta manera aquellos quesos de elevada de humedad, presentan una estructura más débil y menos firme (INOCENTE *et al.*, 2002).

Los quesos con alta humedad, se caracterizan por tener una activa fermentación láctica y una hidrólisis más rápida de proteínas durante su etapa de maduración (ALAIS, 1981; SCOTT, 1991; MISTRY y KASPERSON, 1998).

Por esta razón, la humedad relativa del aire tiene un efecto trascendental en el proceso de maduración, por ejemplo con una baja humedad en sala, se produce una excesiva evaporación con una consiguiente pérdida de peso en el queso, por ende el control de este parámetro juega un papel fundamental.

Una forma de mantener las condiciones homogéneas es a través de la regulación de la humedad relativa del aire y la temperatura de la cámara de maduración, con una ventilación suficiente para permitir el intercambio de aire y de esta manera la liberación de compuestos volátiles producto de la degradación de los principales componentes de la leche (proteína, materia grasa, etc), la transformación de ácido láctico a lactato y la degradación del citrato (OLIVEIRA Y BRITO, 2006). Para quesos semiduros, es recomendada una maduración a una temperatura de 10°C a 15°C por 3 a 4 semanas y un 85% a 95% de humedad relativa del aire. (FAO, 1986 y SCOTT, 1991).

Los autores antes mencionados, junto a BRITO *et al.* (1995), señalan además que la temperatura también es de vital importancia, ya que altas temperaturas aceleran los procesos madurativos y las bajas lo retardan, además bajo esta condición existe una menor pérdida de humedad, calidad más uniforme del queso y un menor desarrollo de microorganismos indeseables.

El registro de las condiciones de la cámara de maduración durante el estudio (ANEXO 13) se infiere que en el presente estudio se cumplió con lo estipulado para este tipo de queso, ya que los tratamientos fueron madurados a una temperatura promedio de  $11,20^{\circ}\text{C} \pm 1,21^{\circ}\text{C}$  y un  $88,05\% \pm 5,30\%$  de humedad relativa promedio.

En el CUADRO 4 se enseña el contenido porcentual promedio de humedad en base total (%) y en queso desgrasado (%) de los tratamientos y sus respectivas desviaciones estándar medidos durante la maduración y el ANEXO 3 presenta el detalle de éstos con el correspondiente análisis estadístico.

**CUADRO 4 Contenido de humedad en base total y en queso desgrasado (%) a los 0, 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco.**

Tiempo	Tratamiento (*)			
	1	2	3	4
0	52,97 ± 0,69 <sup>aA</sup> [63,25 ± 0,97 <sup>aA</sup> ]	54,36 ± 2,51 <sup>aA</sup> [65,01 ± 1,83 <sup>aA</sup> ]	52,45 ± 1,45 <sup>aA</sup> [62,38 ± 1,64 <sup>aA</sup> ]	54,55 ± 4,07 <sup>aA</sup> [65,64 ± 2,78 <sup>aA</sup> ]
14	51,14 ± 0,87 <sup>aAB</sup> [61,22 ± 1,19 <sup>aAB</sup> ]	53,17 ± 3,44 <sup>aA</sup> [63,96 ± 3,07 <sup>aA</sup> ]	51,16 ± 0,76 <sup>aA</sup> [61,00 ± 0,69 <sup>aA</sup> ]	52,91 ± 4,24 <sup>aA</sup> [64,01 ± 3,29 <sup>aA</sup> ]
28	50,41 ± 1,25 <sup>aB</sup> [60,50 ± 1,61 <sup>aAB</sup> ]	52,21 ± 3,48 <sup>aA</sup> [63,12 ± 3,25 <sup>aA</sup> ]	50,51 ± 0,84 <sup>aA</sup> [60,45 ± 0,76 <sup>aA</sup> ]	51,54 ± 3,20 <sup>aA</sup> [62,38 ± 2,30 <sup>aA</sup> ]
42	48,93 ± 1,79 <sup>aB</sup> [58,95 ± 2,24 <sup>aB</sup> ]	51,11 ± 2,79 <sup>aA</sup> [62,06 ± 2,49 <sup>aA</sup> ]	50,21 ± 0,70 <sup>aA</sup> [60,23 ± 0,57 <sup>aA</sup> ]	50,43 ± 2,66 <sup>aA</sup> [61,57 ± 1,84 <sup>aA</sup> ]
<b>Promedio</b>	50,87 ± 1,84 <sup>a</sup> [60,98 ± 2,10 <sup>b</sup> ]	52,71 ± 2,91 <sup>a</sup> [63,54 ± 2,58 <sup>a</sup> ]	51,08 ± 1,23 <sup>a</sup> [61,01 ± 1,22 <sup>b</sup> ]	52,36 ± 3,47 <sup>a</sup> [63,47 ± 2,73 <sup>a</sup> ]

(\*) : Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados.

[...] : Humedad en queso desgrasado(%).

<sup>a,b,c</sup> : En cada fila letras, distintas indican diferencias significativas, al 5%.

<sup>A,B,C</sup> : En cada columna, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%.

ARTEAGA (2004), menciona que el contenido de humedad en relación al queso desgrasado es importante para tener una visión de la relación existente entre el contenido de agua y proteínas, ya que éstas son las que retienen el agua, no así la materia grasa presente en el queso.

Al observar lo sucedido durante la evolución de la maduración, entre los días 0 y 28, se aprecia una disminución del contenido promedio de humedad en base total, que solo tuvo efectos significativos en T1 (tratamiento control), donde el contenido de humedad se redujo en un 4,81%, con respecto a los tratamientos T2, T3 y T 4, en los cuales disminuyó en un 3,96%, 3,7% y 5,51%, respectivamente.

Estos valores se encuentran muy por debajo de lo establecido por FAO (1986), el cual menciona una disminución lenta de la humedad que puede variar entre un 6% y un 10%, dependiendo del contenido de humedad inicial del producto y de las condiciones de temperatura y humedad relativa de la bodega de maduración.

ALAIS (1985) y LIZAMA (2004), indican que las pérdidas de humedad a través del tiempo se deben a la difusión continua del agua desde el interior hacia la superficie del queso, aspecto particularmente relevante en el queso Chanco caracterizado por tener una cáscara sin protección externa, siendo además otra de las razones de mantener constantes las condiciones de la cámara de maduración, tanto de humedad relativa del aire, como de temperatura.

Para el día 28 se aprecia claramente que todos los tratamientos poseen valores de H/BT superiores al 48%, y dentro del rango de H/QD, que oscila entre los 58% y 66% que establece como rango promedio la norma vigente en nuestro país, sin embargo no es posible hacer una comparación con ésta ya que los tratamiento en estudio corresponden a queso de reducido tenor graso (CHILE, INN, 1999).

El rango promedio de humedad en base total al día 28 de maduración de los tratamientos en estudio, se encuentran dentro de lo determinado por MANRIQUEZ (2000) de un 49,02% para el tratamiento reducido tenor graso, y por debajo de lo informado por SALAZAR (2005), quien a igual período de maduración (28 días) midió una humedad de un 54,81% para un queso Chanco bajo en grasa y un 53,38% en queso Chanco con suero en polvo adicionado al 3%, siendo este valor muy superior a los tratamientos con suero en polvo (T2 y T4).

BOBE *et al.* (2004), señalan que el uso del fenotipo BB de  $\kappa$ -caseína y  $\beta$ -lactoglobulina es más eficiente en la elaboración de quesos debido a un mayor contenido de materia grasa, proteína y caseína total, lo cual ocurre probablemente al usar leche entera.

Esto no se vio reflejado en el presente estudio ya que al no existir diferencias estadísticas en el contenido de proteínas, derivado de la inexistencia de diferencia del contenido de proteínas en la propia leche, no se producen diferencias significativas en parámetros tales como humedad, materia grasa, textura, etc, que están íntimamente relacionadas con las características de las proteínas.

Por esta razón el predominio de variantes genéticas no influyó en el contenido de H/BT ni tampoco en H/QD, sin embargo, la prueba de comparación múltiple entre tratamientos (para el contenido de humedad en queso desgrasado) indica que existen diferencias significativas entre ellos ( $P < 0,05$ ), dividiéndose en dos grupos, uno constituido por los Tratamientos 2 y 4 con valores más altos de humedad (63,54% y 63,47% respectivamente) y otro grupo formado por los Tratamientos 1 y 3 de valores más bajos (60,98% y 61,01% respectivamente).

Por lo tanto, la incorporación de suero en polvo en el queso efectivamente influyó en la humedad del queso, debido a la capacidad de mayor retención de agua, que poseen las proteínas séricas desnaturalizadas.

Este fenómeno, de acuerdo a ARTEAGA (2004) y ALAIS (1985), es el principal objetivo de incorporar suero en polvo, ya que incrementa la retención de agua y así el rendimiento del queso, debido a la característica de ligar agua que poseen las proteínas séricas.

**4.1.3 Contenido de sólidos totales (%).** En el CUADRO 5 se observan los valores promedio de sólidos totales obtenidos a lo largo de la evolución de su maduración, y en la Figura 6 la evolución de éstos, encontrándose además en el ANEXO 4 los valores detallados de cada uno de los tratamientos y análisis estadísticos respectivos.

**CUADRO 5 Contenido de sólidos totales (%) a los 0, 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco.**

Tiempo	Tratamiento (*)			
	1	2	3	4
0	47,03 ± 0,69 <sup>aB</sup>	45,64 ± 2,50 <sup>aA</sup>	47,55 ± 1,44 <sup>aB</sup>	45,67 ± 4,07 <sup>aA</sup>
14	48,86 ± 0,86 <sup>aAB</sup>	46,83 ± 3,44 <sup>aA</sup>	48,84 ± 0,75 <sup>aAB</sup>	47,09 ± 4,25 <sup>aA</sup>
28	49,55 ± 1,29 <sup>aA</sup>	47,79 ± 3,48 <sup>aA</sup>	49,49 ± 0,84 <sup>aA</sup>	48,46 ± 2,57 <sup>aA</sup>
42	51,02 ± 1,78 <sup>aA</sup>	48,89 ± 2,79 <sup>aA</sup>	49,79 ± 0,70 <sup>aA</sup>	49,57 ± 2,66 <sup>aA</sup>
<b>Promedio</b>	49,12 ± 1,83 <sup>a</sup>	47,29 ± 2,91 <sup>a</sup>	48,92 ± 1,23 <sup>a</sup>	47,64 ± 3,47 <sup>a</sup>

(\*) : Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados

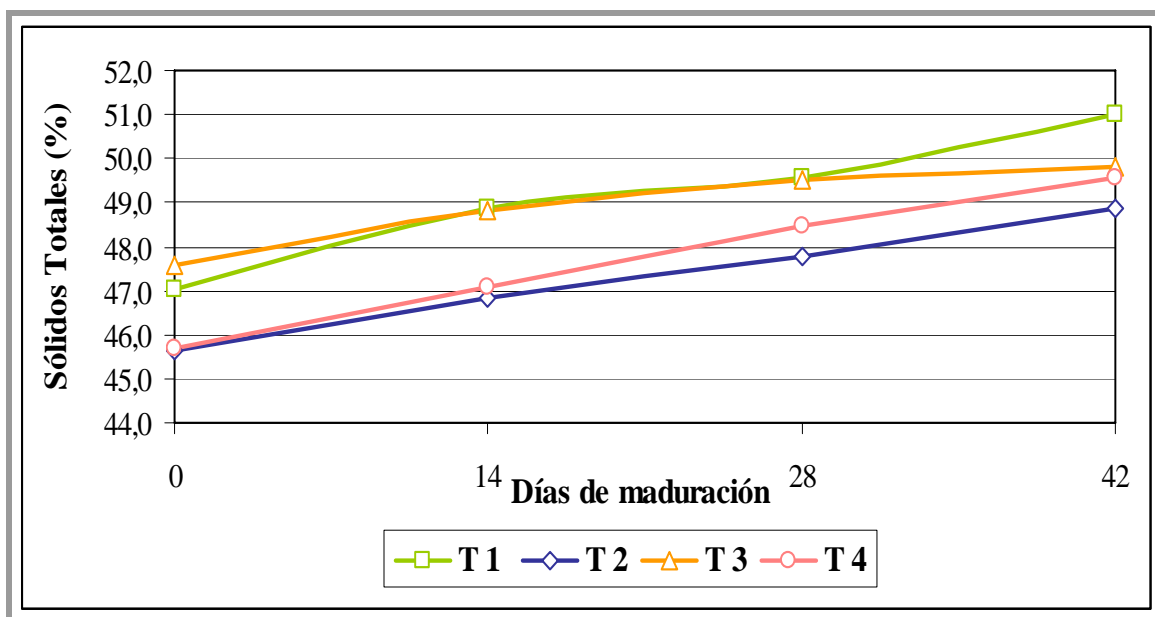
<sup>a,b,c</sup> : En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%

<sup>A,B,C</sup> : En cada columna, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%

El análisis estadístico, agrupado por día de maduración, del contenido de sólidos totales señala, en forma paralela a lo ocurrido en humedad, que no existen diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos. Sin embargo, al medir la evolución de este parámetro a lo largo del tiempo, se observa un leve aumento, en todos los tratamientos, no obstante solo se detectaron diferencias estadísticas en el Tratamiento 1 para los días 0 con respecto al 28 y 42, en ambos casos.

En la FIGURA 6 es posible además observar el aumento progresivo a través del tiempo de maduración en los cuatro tratamientos en estudio, debido fundamentalmente a la pérdida de humedad, producto de la evaporación del agua libre del queso, teniendo un comportamiento inversamente proporcional, esto quiere decir que a medida que el contenido de humedad disminuye los sólidos totales aumentan o viceversa.

Al día 28 de maduración para un queso de este tipo, todos los tratamientos en estudio se encuentran por debajo del rango de ST (%) establecido en la Norma Chilena Oficial 2090 para queso Chanco (CHILE, INN, 1999), cuyo intervalo oscila entre 52% y 56%, resultado obvio para un producto con menor contenido de grasa.



**FIGURA 6** Variación de sólidos totales (%) a lo largo del período de maduración.

Los quesos con suero correspondientes a los tratamientos T2 y T4 poseen un menor contenido promedio de sólidos totales en comparación con T1, esto se debe, según ARTEAGA (2004) a que las proteínas desnaturalizadas que posee el suero en polvo tratado, atrapan el agua, aumentando su contenido de humedad y por ende disminuye el de sólidos totales. La cantidad de agua depende de la concentración de proteínas séricas adicionadas.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas a un nivel del 95% de confianza en el análisis de varianza multifactorial (ANEXO 4) con respecto al control. Esto indica que el suero en polvo adicionado y la leche con predominio de variantes genéticas de B de  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina utilizada como materia prima no afectan en el contenido promedio de sólidos totales.

Sin embargo, los tratamientos con adición de suero en polvo tienen un contenido levemente inferior de sólidos totales que los tratamientos sin suero. Esto se debe, según SCOTT (1991), LO y BASTIAN (1998) a que los quesos con adición de suero presentan proteínas séricas desnaturalizadas que poseen un poder de ligar agua superior al de la paraceseína aumentando su contenido de humedad, disminuyendo, por lo tanto, los sólidos totales.

**4.1.4 Contenido de sal y de sal en humedad (%).** La presencia de sal en el queso tiene un efecto significativo en el desarrollo de sus características. Promueve el desarrollo de cambios físicos y químicos en el queso durante la evolución de la



maduración (textura y solubilidad de las proteínas), detiene la proliferación de microorganismos indeseables, modifica directamente el sabor característico de la cuajada e inhibe sabores desagradables, regula la actividad y el crecimiento de la microflora del queso, como por ejemplo las bacterias ácido lácticas, etc. (MISTRY y KASPERSON, 1998; SUTHERLAND, 2003; FOX, 2003; BINTSIS, 2006).

INOCENTE *et al.* (2002), señalan que la sal es la responsable de la reducción de agua libre de los quesos promoviendo de esta manera la formación de las características de rigidez en éstos.

Esto sucede porque el NaCl promueve la sinéresis de la cuajada dando como resultado la expulsión del suero, lo que se traduce en una reducción en el contenido de agua del queso (BINTSIS, 2006).

OLIVEIRA y BRITO (2006), mencionan que el método combinado de salazón que posee el queso Chanco (salado parcial de la cuajada antes del prensado y salado por inmersión en salmuera), asegura la rápida difusión de la sal al interior del queso durante el período relativamente corto de maduración que posee éste, logrando así un sabor homogéneo.

Este fenómeno de difusión se produce debido a un intercambio osmótico continuo ocurrido entre la fase acuosa del queso y el cloruro sódico de la salmuera, hasta que en el centro del queso se alcanza la misma concentración de sal que en la salmuera. Por esta razón, el grado de salado se regula modificando el tiempo de permanencia en ella. En este sentido el queso Chanco debe estar sumergido en una salmuera cuya concentración es de  $22\text{g NaCl } 100\text{ mL}^{-1}$  por un período de 6 a 8 horas (OLIVEIRA y BRITO, 2006).

En el CUADRO 6 se exhiben los resultados del contenido de sal en base total (NaCl) y sal/ humedad (NaCl/H %) de los tratamientos en estudio, durante la maduración, la evolución de la concentración de sal a través del tiempo se encuentra representada en la FIGURA 7. En el ANEXO 5 se presenta el detalle con los correspondientes resultados estadísticos.

Es importante medir el NaCl/Humedad (NaCl/H), ya que expresa el contenido de sal en el queso a través de la fase acuosa que tengan los tratamientos, lo que afecta su calidad final.

Este es una característica importante a considerar, dado que a través de la fase líquida la sal se disuelve y difunde (FAO, 1986).

Además GONZÁLEZ DEL LLANO (1990), sostiene que a una concentración de 3% de NaCl/Humedad, la hidrólisis de la caseína es óptima. Sin embargo, si este parámetro se eleva por sobre un 4%, se produce un retardo de la actividad proteolítica (FAO, 1986). Por esta razón es importante su monitoreo en estudios de maduración de quesos.

**CUADRO 6 Contenido de NaCl en base total y NaCl/Humedad (%), a los 0, 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco.**

Tiempo	Tratamiento (*)			
	1	2	3	4
0	0,90 ± 0,06 <sup>bB</sup> [1,70 ± 0,11 <sup>bC</sup> ]	1,25 ± 0,13 <sup>aB</sup> [2,30 ± 0,23 <sup>aC</sup> ]	1,05 ± 0,07 <sup>bB</sup> [1,99 ± 0,17 <sup>bC</sup> ]	1,30 ± 0,07 <sup>aB</sup> [2,89 ± 0,18 <sup>aB</sup> ]
14	1,38 ± 0,27 <sup>aAB</sup> [2,70 ± 0,55 <sup>aB</sup> ]	1,58 ± 0,11 <sup>aAB</sup> [2,97 ± 0,11 <sup>aB</sup> ]	1,39 ± 0,29 <sup>aB</sup> [2,72 ± 0,59 <sup>aB</sup> ]	1,79 ± 0,26 <sup>aA</sup> [3,40 ± 0,55 <sup>aA</sup> ]
28	1,70 ± 0,20 <sup>aA</sup> [3,37 ± 0,34 <sup>aAB</sup> ]	1,69 ± 0,16 <sup>aA</sup> [3,24 ± 0,18 <sup>aAB</sup> ]	1,76 ± 0,16 <sup>aA</sup> [3,48 ± 0,28 <sup>aA</sup> ]	1,83 ± 0,27 <sup>aA</sup> [3,57 ± 0,56 <sup>aA</sup> ]
42	1,78 ± 0,22 <sup>aA</sup> [3,63 ± 0,32 <sup>aA</sup> ]	1,79 ± 0,28 <sup>aA</sup> [3,49 ± 0,42 <sup>aA</sup> ]	1,80 ± 0,17 <sup>aA</sup> [3,59 ± 0,30 <sup>aA</sup> ]	1,91 ± 0,29 <sup>aA</sup> [3,80 ± 0,61 <sup>aA</sup> ]
<b>Promedio</b>	1,44 ± 0,40 <sup>b</sup> [2,85 ± 0,84 <sup>b</sup> ]	1,58 ± 0,26 <sup>ab</sup> [2,99 ± 0,51 <sup>b</sup> ]	1,50 ± 0,36 <sup>b</sup> [2,95 ± 0,74 <sup>ab</sup> ]	1,71 ± 0,32 <sup>a</sup> [3,29 ± 0,71 <sup>a</sup> ]

(\*) : Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados.

[..] : NaCl/Humedad (%).

<sup>a, b, c</sup> : En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas al 95% .

<sup>A, B, C</sup> : En cada columna, letras distintas indican diferencias significativas al 95%.

Los resultados del análisis de varianza multifactorial, aplicado al contenido de NaCl en base total, arroja que existe un efecto estadísticamente significativo entre los tratamientos en estudio, ya que el tratamiento T3 es estadísticamente igual a T1 (control) y ambos significativamente inferiores a T4, tratamiento con suero en polvo adicionado.

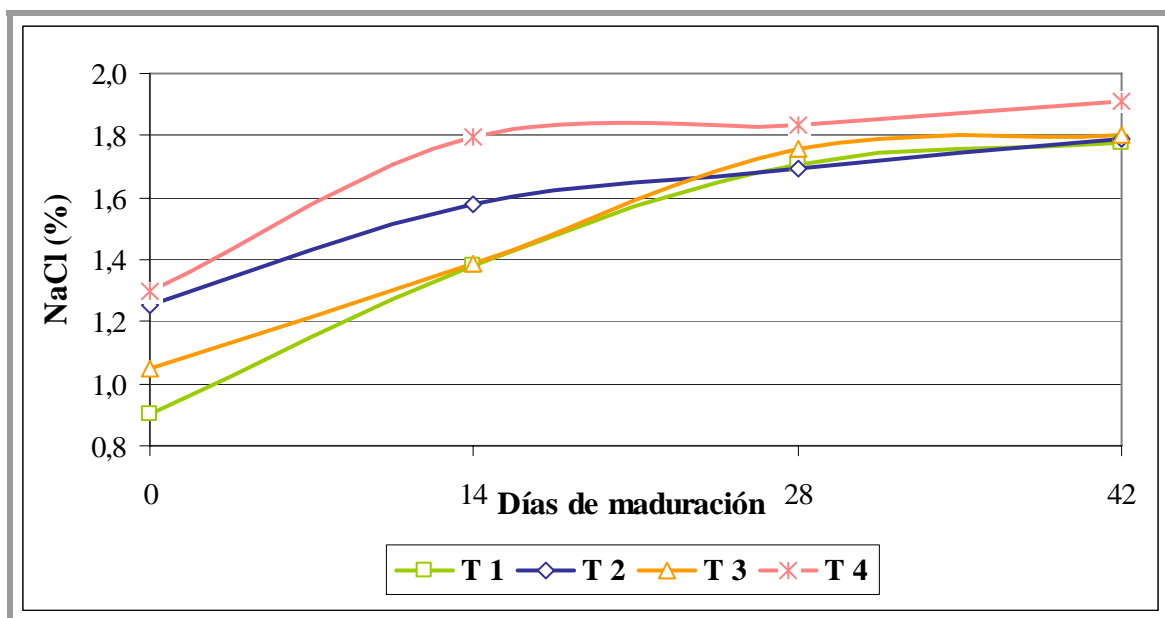
Este mismo tipo de análisis, aplicado en NaCl/H, también revela diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo T4 significativamente superior a T1 y T2.

Esto podría ser explicado con lo señalado por FOX y McSWEENEY (1998), quienes aseveran que el suero contiene calcio, fósforo, sodio y potasio, minerales constituyentes de la sal de la leche y el suero.

De acuerdo al test de rango múltiple (método de Tuckey), aplicado en el contenido de NaCl en base total y de NaCl/H, sólo se manifestaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en el día 0 de maduración entre los distintos tratamientos.

Se puede percibir un incremento de estos parámetros a medida que avanza el período de maduración, el análisis estadístico al respecto dio diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ), entre el día 0 y 28 de maduración, para los cuatro tratamientos en estudio.

T1 (control) presenta menor contenido de NaCl/H que el resto de los tratamientos en el inicio de maduración. Los tratamientos T2 y T4, que corresponden a quesos con adición de suero en polvo (3% m/m), revelan un contenido más alto para los días 0 y 14 (T2) y 0, 14, 28 y 42 (T4), infiriéndose el efecto que posee el agregado de proteínas séricas sobre este parámetro.



**FIGURA 7** Variación del contenido de NaCl a lo largo del período de maduración.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente y a la presente figura, se observa que existe una tendencia al aumento progresivo del contenido de sal a través del tiempo en todos los tratamientos en estudio.

Según FOX y McSWEENEY (1998), esto se debe a dos fenómenos ocurridos durante el proceso de maduración; evaporación de la humedad del queso, en el cual se reduce ligeramente la cantidad de agua de éste y difusión de la sal desde el exterior al interior del queso.

MISTRY y KASPERSON (1998), observaron que por efecto de la concentración producida por la reducción de la humedad, se produce un aumento del contenido de sal, proteínas y materia grasa a lo largo del período de maduración.

El contenido promedio de NaCl del tratamiento testigo reducido en grasa (T1) fue de 1,70% y de 1,69% para el T2 (con adición de 3% de suero en polvo) a los 28 días de maduración, siendo estos valores relativamente cercanos a los encontrados por SALAZAR (2005), quien informó un 1,84% y 1,56% en los tratamientos semejantes a T1 y T3, respectivamente.

El análisis de varianza para el día 0 de maduración, arroja la existencia de diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos, formando dos grupos uno constituido por los tratamientos T1 y T3 con un contenido de NaCl/H inferior al 2% y el otro grupo (T2 y T4) con un contenido notoriamente más alto (igual o superior al 2,30%, este fenómeno no se aprecia en los siguientes tres tiempos en lo que se verificó esta característica, situación paralela a lo ocurrido en el contenido de NaCl en base total.

Por otra parte el análisis estadístico multifactorial, encontró un efecto significativo de este parámetro en los diversos tratamientos, por lo que habría una influencia estadística del uso de suero en polvo ya que T4 posee un nivel más alto de NaCl/H con respecto al control T1, a diferencia del predominio de la variante B de  $\kappa$ -Cn y B de  $\beta$ -Lg que no ejerció un efecto estadístico sobre este parámetro, por lo que T1 es igual a T3.

Un estudio realizado por SALAZAR (2005), informa un contenido promedio de 3,35% y 2,93% de NaCl/H a los 28 días de maduración en un tratamiento reducido en grasa y en otro con adición de suero en polvo al 3%. En el actual estudio, se obtuvo un contenido de 3,37% y 3,28% de NaCl/H en los tratamientos homólogos (T1 y T2, respectivamente).

**4.1.5 Evolución de pH.** Es de primordial importancia el control de este parámetro, debido a su influencia en el crecimiento de microorganismos y consecuentemente en la actividad proteolítica, durante la maduración, lo que influye en la textura de los quesos al tener un efecto sobre la solubilidad de las caseínas (SCOTT, 1991; McSWEENEY, 2004).

Además se ha señalado que el grado de acidificación está determinado por las primeras operaciones de la elaboración del queso, hasta el momento del salado, lo cual en conjunto con la pérdida de lactosa, determina el valor final del pH del queso en cuestión. A partir de este momento el pH se eleva porque las bacterias degradan los componentes de la cuajada en sustancias neutras o alcalinas (SCOTT, 1991).

A continuación, en el CUADRO 7, se presentan la evolución durante la maduración del pH obtenido en los tratamientos de queso Chanco en estudio, los resultados de las tres repeticiones por tratamiento, su desviación estándar y análisis estadístico se informan en forma detallada en el ANEXO 6.

**CUADRO 7 Valores de pH obtenidos a los 0, 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco.**

Tiempo	Tratamiento (*)			
	1	2	3	4
0	5,31 ± 0,04 <sup>aA</sup>	5,08 ± 0,03 <sup>bA</sup>	5,32 ± 0,05 <sup>aA</sup>	5,10 ± 0,09 <sup>bA</sup>
14	5,31 ± 0,03 <sup>aA</sup>	5,04 ± 0,09 <sup>bA</sup>	5,32 ± 0,02 <sup>aA</sup>	5,05 ± 0,11 <sup>bA</sup>
28	5,33 ± 0,07 <sup>aA</sup>	5,04 ± 0,09 <sup>bA</sup>	5,33 ± 0,04 <sup>aA</sup>	5,05 ± 0,13 <sup>bA</sup>
42	5,33 ± 0,10 <sup>aA</sup>	4,99 ± 0,05 <sup>bA</sup>	5,31 ± 0,07 <sup>aA</sup>	5,03 ± 0,14 <sup>bA</sup>
<b>Promedio</b>	5,32 ± 0,06 <sup>a</sup>	5,04 ± 0,061 <sup>b</sup>	5,32 ± 0,042 <sup>a</sup>	5,06 ± 0,01 <sup>b</sup>

(\*) : Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados.

a,b,c : En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%.

A,B,C : En cada columna, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%.

El análisis estadístico de los valores del pH en cada tiempo de medición evaluado encontró en el análisis de varianza (ANDEVA) diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95% entre tratamientos, por lo cual el test de rango múltiple (método de Tukey LSD) reporta la formación de dos grupos, uno constituido por los tratamientos T1 y T3, de pH notoriamente superiores a los del otro grupo formado por los tratamientos T2 y T4. De esta forma se infiere que la adición de suero en polvo ejerce un efecto significativo en la evolución de este parámetro. El predominio de variante genética B de  $\kappa$ -caseína y B  $\beta$ -lactoglobulina en cambio no afecta a este parámetro siendo en todos los tratamientos estadísticamente iguales.

Al medir la evolución del pH a través del tiempo (entre 0 y 42 días), se observa que no existen diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los días de maduración evaluados para todos los tratamientos.

BRITO **et al.** (1995), señalan que al inicio de la maduración el queso Chanco tipo campo debería tener un pH de 5,2 - 5,25, por lo que ninguno de los tratamientos se encuentran en el rango especificado por estos autores, ya que los tratamientos T2 y T4 (con adición de suero en polvo) se encuentran por debajo del mínimo y los demás tratamientos (T1 y T3) se encuentran ligeramente por encima de estos valores.

Por otra parte, únicamente los tratamientos T1 y T3 (ambos con pH 5,33), se encuentran dentro del rango establecido por la Norma Chilena Oficial 2090 (CHILE, INN, 1999), quien establece como característica composicional propia de un queso tipo Chanco un valor promedio de pH entre 5,2 y 5,4 a los 21 días de maduración. Los valores también se encuentran dentro del rango establecido por Brito **et al.** (1995), quienes señalan que el pH del queso Chanco proveniente de queserías prediales de la V a X región, presenta en promedio un valor de  $5,42 \pm 0,21$ , de este modo quedan fuera de toda especificación los tratamientos T2 y T4 de pH 5,04 y 5,05, respectivamente.

ALAIS (1985); FAO (1986) y BRITO **et al.** (1995), mencionan que a pH inferiores a 5,0 la velocidad de degradación de los componentes disminuye considerablemente, pues

se retarda la proteólisis en la cual se reduce la producción de compuestos nitrogenados de bajo peso molecular, entre otros.

Al existir pH altos (sobre 5,0), se produce un aumento de la actividad de los microorganismos y enzimas que aceleran la degradación de las caseínas (BRITO *et al.*, 1996).

El pH asciende progresivamente a través del tiempo, dependiendo del tipo de queso, como consecuencia del aumento de la actividad de bacterias que degradan los componentes de la cuajada en sustancias alcalinas o neutras, por otra parte, el ácido láctico se neutraliza o desaparece durante esta etapa al combinarse con el calcio y sales tampones existentes en el queso, se produce la liberación de compuestos nitrogenados alcalinos (aminoácidos básicos y  $\text{NH}_3$ ) y también se presenta la descomposición del lactato, que en el caso de los quesos semiduros puede ascender desde 5,2 hasta 5,7 (ALAIS, 1985; FAO, 1986; SCOTT, 1991; MISTRY y KASPERSON, 1998).

De acuerdo a los datos obtenidos en el presente estudio, este fenómeno no sucedió, ya que en los tratamientos se mantuvo el pH aún hasta el día 42 de maduración. Esto ocurre, porque en estos tratamientos continúa el proceso de glicólisis, ya que dispone de un mayor nivel de sustrato (lactosa) aportada por el agregado de suero en polvo (3%).

No existen diferencias estadísticamente significativas, sin embargo numéricamente, en los quesos sin agregado de suero, el pH aumenta levemente entre los días 0 y 28 de maduración, ya que el ácido láctico producido por el cultivo a partir de la lactosa es bastante menor y no se acumula en la cuajada, porque sufre transformaciones, principalmente formando lactato.

El proceso de glicólisis, debería terminar dentro de las dos primeras semanas de maduración (donde desaparece casi por completo la lactosa), a diferencia de lo que ocurre en los tratamientos con adición de suero en polvo, donde continúa la presencia de lactosa lo que se traduce en un descenso de este parámetro (FAO, 1986).

El suero en polvo está compuesto de lactosa, proteína, materia grasa, cenizas, etc. Al respecto la INDA (2000), establece un contenido de lactosa un 75,0%, por lo cual, los cambios obtenidos en el pH de los quesos en T2 y T4 obedecen al alto nivel de lactosa disponible.

Finalmente, en un estudio realizado por BRITO *et al.* (2000), en queso Maribo (variedad semidura paralela al Chanco) con adición de leche en polvo; se produjo un comportamiento similar en el pH de los quesos, siendo atribuido este descenso de pH a

través del tiempo, a la alta concentración de sólidos de la leche y particularmente a la lactosa retenida.

## 4.2 Evolución de la maduración en degradación de proteínas.

**4.2.1 Contenido de Proteína y Nitrógeno total (%).** Las proteínas constituyen la parte más importante en los quesos, porque constituye la estructura o malla en la cual se alojan la grasa y parte de la humedad, por lo que tienen un papel trascendental en el desarrollo de las propiedades reológicas del producto, aunque estas últimas también dependen del contenido de agua, grasa y NaCl (ALAIS, 1985; GONZÁLEZ DEL LLANO, 1991; INOCENTE *et al.*, 2002).

En el CUADRO 8, se exhiben los promedios de Proteína y Nitrógeno total (NT) de los cuatro tratamientos en estudio, cuyos valores fueron obtenidos a través de la maduración del queso Chanco.

Los valores detallados de cada uno de los tratamientos, con sus respectivas repeticiones, desviaciones estándar y análisis estadístico se encuentran en el ANEXO 7.

**CUADRO 8 Contenido de Proteína y Nitrógeno total (%) obtenidos a los 0, 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco.**

Tiempo	Tratamiento (*)			
	1	2	3	4
0	26,02 ± 0,16 <sup>aB</sup> [ 4,07 ± 0,02 <sup>aC</sup> ]	25,35 ± 0,06 <sup>bC</sup> [3,56 ± 0,01 <sup>bC</sup> ]	26,09 ± 0,06 <sup>aC</sup> [4,02 ± 0,05 <sup>aC</sup> ]	25,32 ± 0,08 <sup>bB</sup> [3,70 ± 0,06 <sup>cB</sup> ]
14	26,29 ± 0,29 <sup>aB</sup> [ 4,16 ± 0,01 <sup>aB</sup> ]	25,46 ± 0,05 <sup>bB</sup> [3,71 ± 0,01 <sup>bB</sup> ]	26,37 ± 0,03 <sup>aC</sup> [4,14 ± 0,04 <sup>aB</sup> ]	25,41 ± 0,09 <sup>bB</sup> [3,80 ± 0,11 <sup>bAB</sup> ]
28	26,54 ± 0,26 <sup>aAB</sup> [4,22 ± 0,01 <sup>aB</sup> ]	25,52 ± 0,05 <sup>bB</sup> [3,80 ± 0,02 <sup>bB</sup> ]	26,65 ± 0,06 <sup>aB</sup> [4,26 ± 0,08 <sup>aA</sup> ]	25,49 ± 0,09 <sup>bB</sup> [3,93 ± 0,15 <sup>bAB</sup> ]
42	27,19 ± 0,58 <sup>aA</sup> [4,29 ± 0,01 <sup>aA</sup> ]	25,98 ± 0,10 <sup>bA</sup> [3,99 ± 0,06 <sup>bA</sup> ]	27,29 ± 0,26 <sup>aA</sup> [4,32 ± 0,08 <sup>aA</sup> ]	25,97 ± 0,24 <sup>bA</sup> [4,06 ± 0,12 <sup>bA</sup> ]
<b>Promedio</b>	26,51 ± 0,54 <sup>a</sup> [4,19 ± 0,08 <sup>a</sup> ]	25,57 ± 0,26 <sup>b</sup> [3,76 ± 0,16 <sup>b</sup> ]	26,60 ± 0,48 <sup>a</sup> [4,32 ± 0,08 <sup>a</sup> ]	25,55 ± 0,28 <sup>b</sup> [3,88 ± 0,17 <sup>b</sup> ]

(\*) : Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados.

[...] : Nitrógeno total (%).

<sup>a,b,c</sup> : En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%.

<sup>A,B,C</sup> : En cada columna, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%.

El análisis estadístico multifactorial indica que existen diferencias significativas con un nivel de confianza del 95% entre los tratamientos en estudio, los cuales se dividen en dos grupos: uno constituido por los tratamientos T1 y T3 con un mayor porcentaje de proteínas y el segundo grupo homogéneo formado por los tratamientos T2 y T4.

Esto se repite para el análisis de varianza individual (realizado cada 14 días de maduración), que arroja diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos, en ambos parámetros en medición.

Lo anterior coincide con estudios anteriores como el de MANRIQUEZ (2000) y LIZAMA (2004), quienes reportaron un 4,90% y 4,55% de NT; 31,26% y 29,04% de Proteínas, respectivamente para un queso homólogo a T1 en el día 28 de maduración. Dichos valores fueron superiores al 4,22% de NT y 26,54% de proteínas, obtenidos en el presente estudio.

SALAZAR (2005), evaluando estos atributos en queso Chanco con adición de suero en polvo al 3%, encontró, para el día 28 de maduración un 24,16% de proteínas y un 3,79% de NT, inferiores a lo obtenido en este estudio para los tratamientos T2 y T4, que incorporaron suero en la misma proporción.

FAO (1986), establece un contenido de un 26,5% de proteína para esta variedad de queso, cifra que coincide con los valores obtenidos en el presente estudio, ALAIS (1985), señala para queso con 50% de humedad, un contenido de 22,50% de proteína.

Un queso maduro retiene 2/3 de las proteínas contenidas en la materia prima, estos niveles pueden variar de acuerdo a una serie de factores, tales como estacionalidad, raza, tipo de alimentación y variantes genéticas (SCOTT, 1981 y ALAIS, 1985).

De acuerdo al CUADRO 8, se puede observar que los porcentajes de proteínas y se elevan sostenidamente a través del tiempo. Esto se debe, a la pérdida del contenido de humedad, siendo más alto cuando la deshidratación es mayor (FAO, 1986). Teoría que concuerda con lo obtenido en este estudio, ya que los tratamientos T1 y T3 fueron los que obtuvieron un menor contenido de humedad.

El análisis estadístico aplicado a los días de maduración y el análisis de varianza multifactorial, establece que se manifestaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los distintos tratamientos, siendo T2 y T4 estadísticamente inferiores a T1 y T3, en el contenido de NT.

Respecto de la influencia de las variantes genéticas de las proteínas en estudio sobre el contenido de proteínas, BOBE *et al.* (2004); RAMÍREZ (2005); URRUTIA (2006) y MOLINA *et al.* (2006 b) sostienen que la variante B de  $\beta$ -lactoglobulina y B de  $\kappa$ -caseína, presentan un mayor contenido de proteínas en la leche, lo que la hace apta para su utilización en la industria quesera. Pero al no existir diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) en el contenido promedio de proteínas en los



tratamientos en donde esta variable estuvo presente (T2 y T3) con respecto a los tratamientos T1 (control) y T4 elaborados a partir de leche mezcla de similares características físico químicas que las leche con variantes genéticas, por lo que no fue posible establecer alguna relación.

Finalmente es importante destacar que los tratamientos a los cuales se les incorporó proteína sérica (T2 y T4) presentan menor contenido promedio de proteína que el tratamiento control (T1), a pesar que según INDA (2000) el suero en polvo está compuesto por un 13% de proteína.

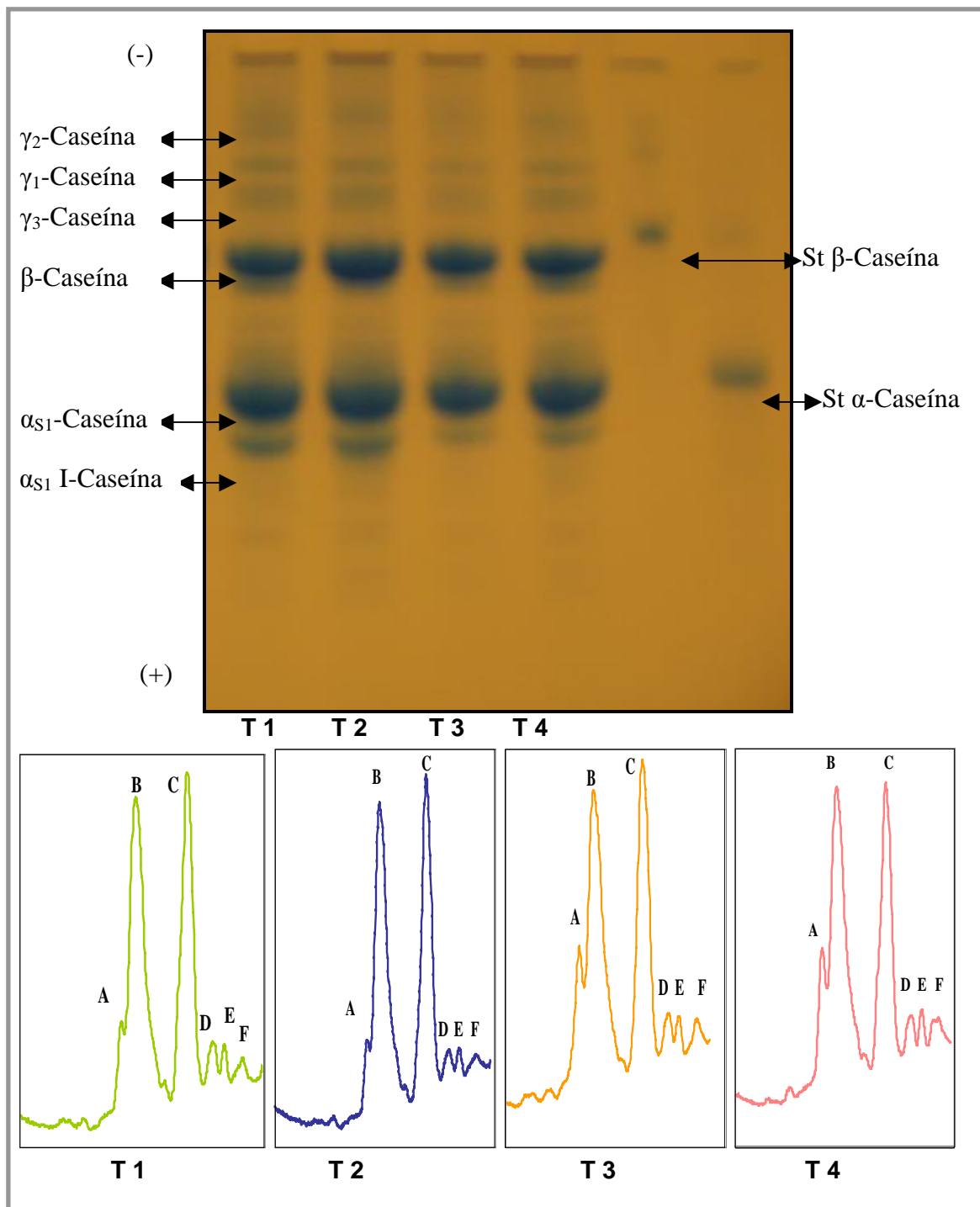
Este fenómeno se debe quizás a que sólo quedan retenidas en la cuajada las proteínas desnaturalizadas y el resto se pierde en suero.

Al respecto, ASTETE (1989), señala que el nivel de proteínas del queso depende principalmente del contenido inicial de éstas en la leche utilizada como materia prima, y de las condiciones de elaboración del producto en el cual pueden haber pérdidas durante el desuere.

Según ALAIS (1985), el nivel de proteínas del queso depende principalmente del contenido inicial de éstas en la leche utilizada como materia prima y de las condiciones de elaboración, lo cual incide en el porcentaje de pérdidas de éste componente en el suero liberado. Además, durante el desuere, sólo quedan retenidas las proteínas séricas del suero en polvo desnaturalizadas, y el resto se pierde en el lactosuero (ASTETE, 1989).

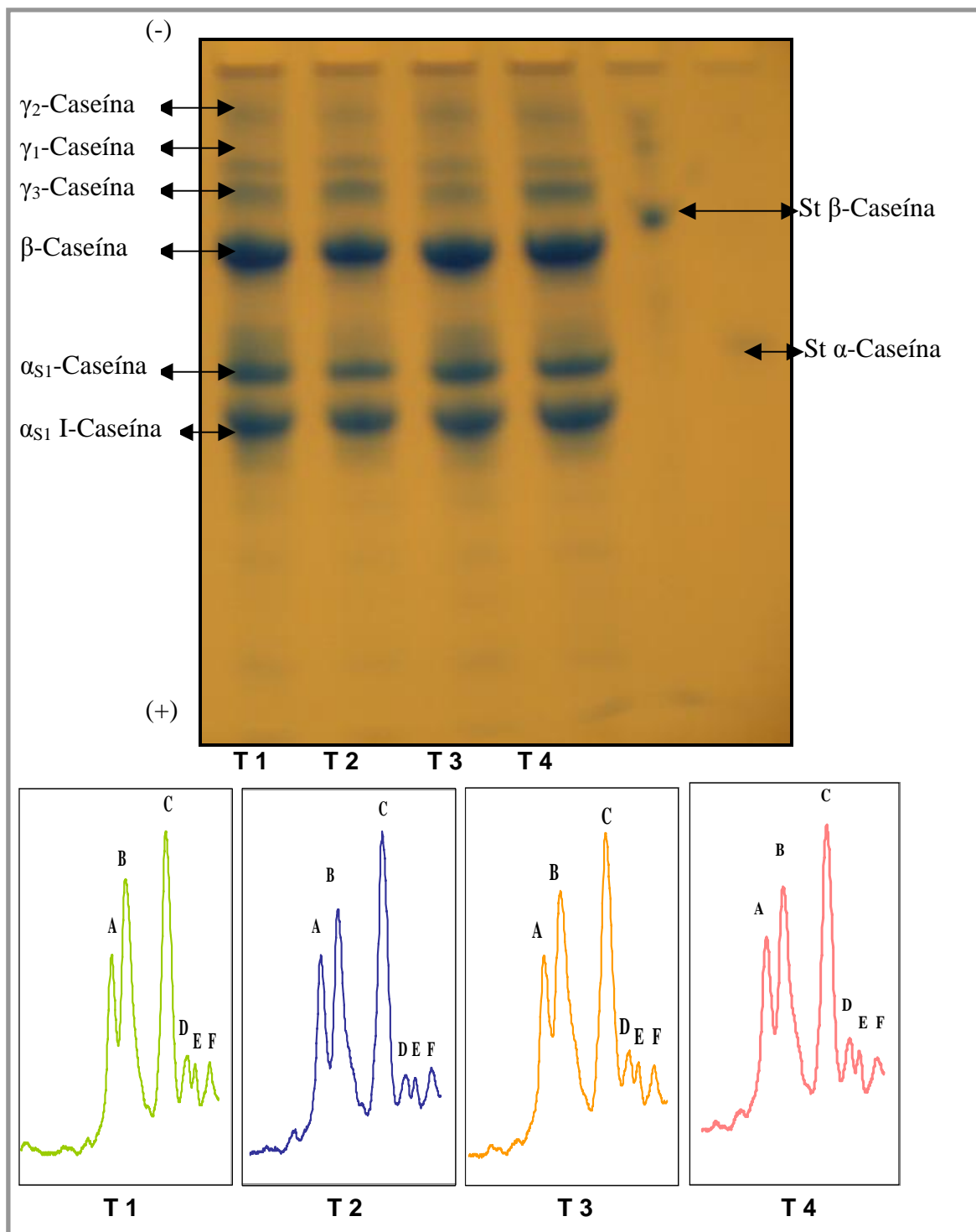
**4.2.2 Degradación primaria de caseínas.** En las figuras 8, 9, 10 y 11 se presentan los resultados de la degradación de caseínas obtenidos de la electroforesis en gel de poliacrilamida (UREA-PAGE) realizada a cada tratamiento en estudio durante su periodo de maduración, con sus respectivos densitogramas efectuados con el programa computacional UNSCANIT.

La electroforesis en gel de poliacrilamida UREA-PAGE, utilizada en este estudio, se ha señalado que es apropiada para monitorear la proteólisis primaria de las caseínas del queso (FOX y McSWEENEY, 1998).



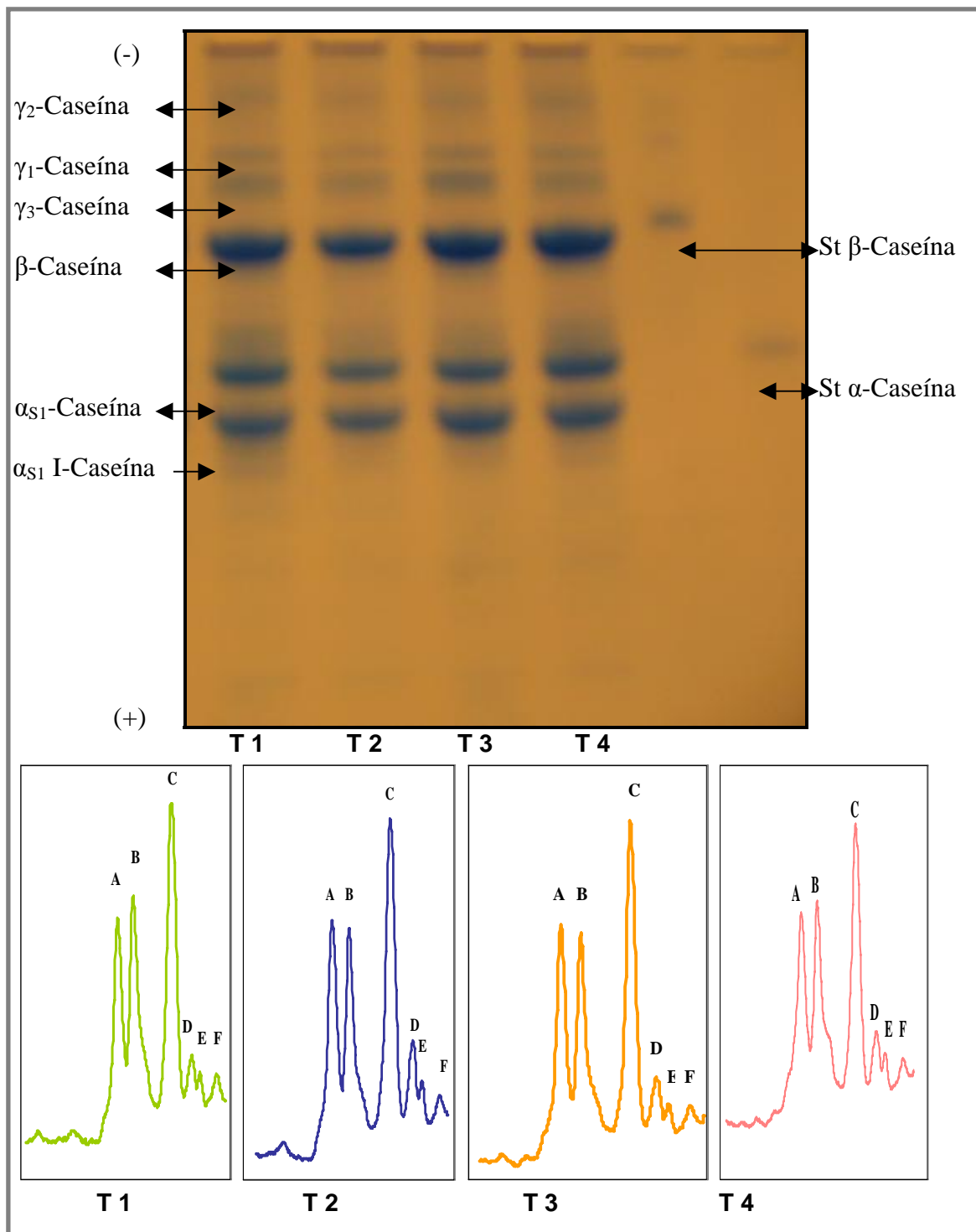
**FIGURA 8** Fotografía y densitograma a los 0 días de maduración.

En donde: **A** :  $\alpha_{S1}$ - I Caseína, **B** :  $\alpha_{S1}$ - Caseína, **C** :  $\beta$  - Caseína, **D** :  $\gamma_3$  - Caseína, **E** :  $\gamma_1$  - Caseína, **F** :  $\gamma_2$  - Caseína.



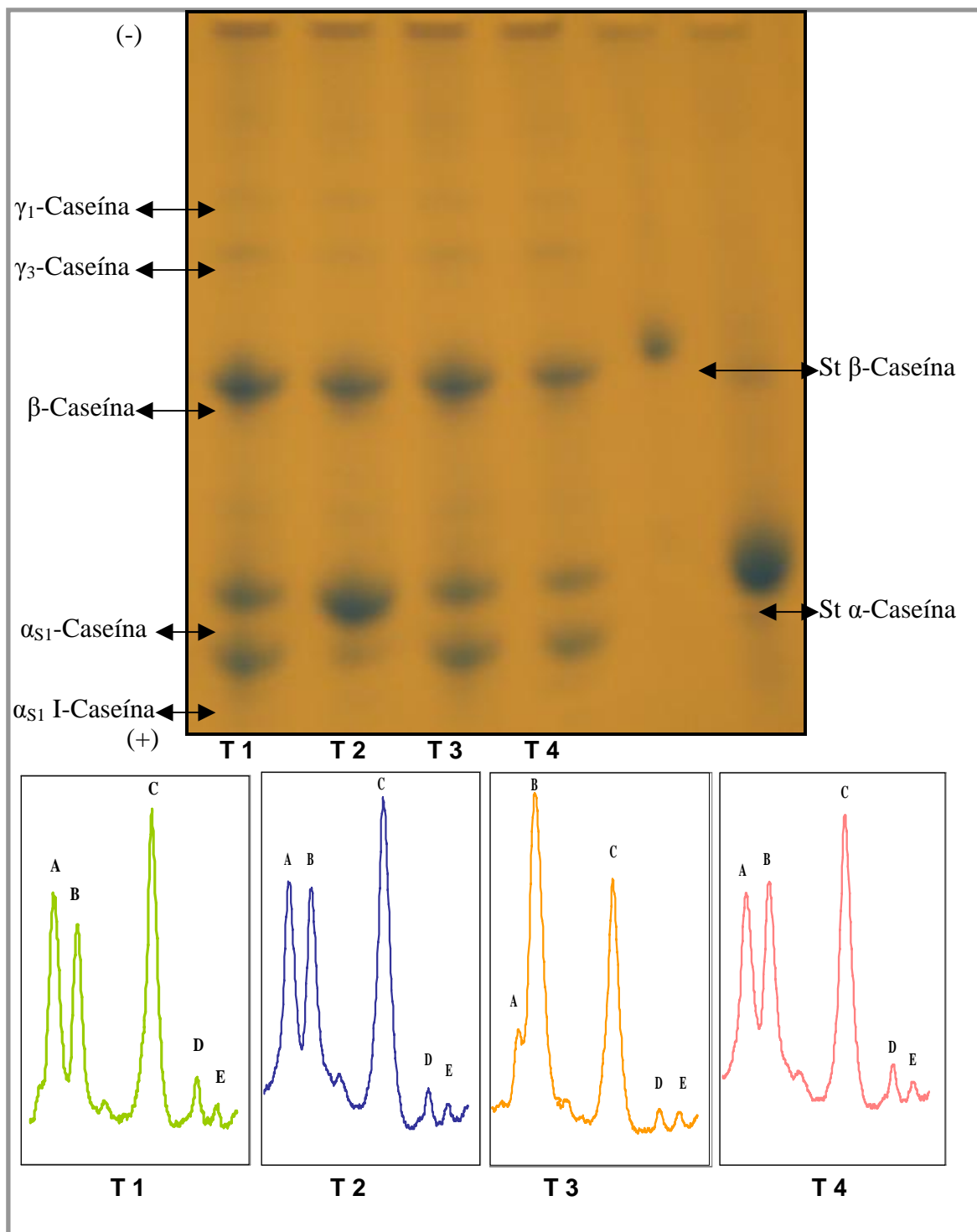
**FIGURA 9** Fotografía y densitograma a los 14 días de maduración.

En donde: **A** :  $\alpha_{S1}$ - I Caseína, **B** :  $\alpha_{S1}$ - Caseína, **C** :  $\beta$  - Caseína, **D** :  $\gamma_3$  - Caseína, **E** :  $\gamma_1$  - Caseína, **F** :  $\gamma_2$  - Caseína.



**FIGURA 10** Fotografía y densitograma a los 28 días de maduración.

En donde: **A** :  $\alpha_{S1}$ -I Caseína, **B** :  $\alpha_{S1}$ -Caseína, **C** :  $\beta$  - Caseína, **D** :  $\gamma_3$  - Caseína, **E** :  $\gamma_1$  - Caseína, **F** :  $\gamma_2$  - Caseína.



**FIGURA 11** Fotografía y densitograma a los 42 días de maduración.

En donde: **A** :  $\alpha_{S1}$  I- Caseína, **B** :  $\alpha_{S1}$ - Caseína, **C** :  $\beta$  - Caseína, **D** :  $\gamma_3$  – Caseína, **E** :  $\gamma_1$  – Caseína, **F** :  $\gamma_2$  – Caseína.

BRITO **et al.** (1996) señalan que la proteólisis, fenómeno principal de la maduración, comienza desde la elaboración del queso y se extiende durante todo el período de maduración, siendo unos de los procesos bioquímicos más importantes en la producción de quesos.

Consiste en una degradación parcial de las proteínas en productos más simples y solubles, influyendo especialmente sobre el aroma, sabor y textura del queso. Entre los productos de la caseína se encuentran aminoácidos y sus productos de descomposición, ácidos, aminas, amoníaco (ALAIS, 1985; AMIOT, 1991).

Los patrones electroforéticos de los distintos tratamientos de las figuras antes vistas, correspondientes a los días 0, 14, 28 y 42, presentaron similares degradaciones para  $\alpha_1$ -Caseína y  $\beta$ -Caseína, además se pueden identificar los productos de degradación (péptidos y polipéptidos), que fueron aumentando sostenidamente a través del tiempo.

Según LO y BASTIAN (1998), el orden de aparición de las  $\beta$ -CN desde el cátodo (-) al ánodo (+) es  $\gamma 2$ - $\gamma 1$ - $\gamma 3$ . Esto se vio reflejado en las figuras anteriormente expuestas.

La unidad de caseína está constituida aproximadamente de un 40% de  $\alpha$ -CN, 35% de  $\beta$ -CN, 15% de K-CN y un 10% de componentes menores (SCOTT, 1991). Las cuales, aparecen al inicio de la maduración y luego son modificadas por la acción de las proteasas sobre estas caseínas (ALAIS, 1985).

Esta hidrólisis, en muchas variedades se produce por la actividad residual del coagulante que se conserva en la cuajada (quimosina) y por la plasmina (enzima proteolítica nativa de la leche) (McSWEENEY, 2004).

Por otro lado, cerca del 30% del coagulante permanece activo en la cuajada, lo que depende de factores tales como, el tipo de enzimas, temperatura de cocción y pH al momento del desuere.

La intensidad de la proteólisis varía entre los tipos de queso, siendo afectada por una serie de factores, tales como, diferencias en las prácticas de fabricación (principalmente la temperatura de cocción) y en los tiempos de maduración; contenido de humedad, pH, temperatura de maduración, actividad residual del coagulante, desarrollo de microflora secundaria altamente proteolítica, etc. (ALAIS, 1981; GONZÁLEZ DEL LLANO, 1990; McSWEENEY, 2004).

UPRETI **et al.** (2006), complementando a lo anterior, señalan que la proteólisis en el queso, además, se ve influenciada por el nivel de enzimas naturales de la leche (plasmina), enzimas externas agregadas para producir la coagulación de la leche

(quimosina) y las enzimas endógenas y exógenas de bacterias ácido lácticas del starter y otras ajenas al starter.

Grappin **et al.** (1985), citado por BRITO (1993), señala que las caseínas  $\alpha_{s1}$  son degradadas por las enzimas coagulantes y enzimas bacterianas en los 30 primeros días, formándose 6 péptidos, denominados  $\alpha_{s1}$  - I, II, III, etc. siendo su degradación en el gel de poliacrilamida, desde el ánodo (+) al cátodo (-) de la siguiente manera, IV, III, II, V, VI, I, s1, VII y VIII. En cambio la caseína  $\beta$  es degradada por acción de enzimas proteolíticas y los péptidos formados son denominados  $\beta$  - I, II, III.

La caseína  $\alpha_{s1}$ , en muchos tipos de quesos, es hidrolizada preferentemente por la quimosina, siendo el primer sitio de acción en el enlace Fe<sub>23</sub> – Fe<sub>24</sub>, Fe<sub>25</sub> – Val<sub>125</sub> para luego actuar en el sitio Leu<sub>101</sub> – Lis<sub>102</sub>, por otra parte, la degradación de esta caseína es la responsable del ablandamiento del queso (McSWEENEY, 2004).

En cambio la plasmina, principal proteinasa nativa de la leche, hidroliza la caseína  $\beta$ , principalmente en tres sitios Lis<sub>28</sub> – Lis<sub>29</sub>, Lis<sub>105</sub> – His<sub>106</sub> y Lis<sub>107</sub> – Glu<sub>108</sub>, produciendo con ello los péptidos  $\gamma$  1-CN ( $\beta$ -CN f29-209),  $\gamma$  2 ( $\beta$ -CN f106-209) y  $\gamma$  2 ( $\beta$ -CN f108-209) (FOY y McSWEENEY, 1998; McSWEENEY 2004).

La hidrólisis de la  $\alpha_{s1}$  por las enzimas de la coagulación de la leche es influenciada por la concentración de NaCl, ya que la actividad de la quimosina y de la pepsina, en fracciones de caseína es estimulada por un incremento de la concentración de cloruro de sodio siendo el óptimo de un 6% w/w (FOX, 2003).

FAO (1986) y BRITO **et al.** (1995), mencionan que la actividad proteolítica se ve influenciada por el pH, disminuyendo a pH inferiores a 5,0; lo que conlleva a una maduración más lenta, reduciéndose con esto la producción de compuestos nitrogenados de bajo peso molecular (aminoácidos, aminos y amoníaco), lo que se ve reflejado en los tratamientos T2 y T4 de la presente investigación, los cuales presentaron un pH inferior y consecuentemente una menor degradación que los tratamientos T1 y T3, cuyos pH fueron significativamente más altos.

Esto es posible observarlo en el ANEXO 8 (8.1 y 8.2), en el cual se expuso el porcentaje correspondiente a las caseínas y sus correspondientes péptidos detectados durante la maduración del queso.

Todos los tratamientos presentaron en los días 0,14 y 28 de maduración una mayor degradación de la caseína  $\alpha_{s1}$ , en comparación a la caseína  $\beta$  de la cual queda un mayor porcentaje sin degradar. En la gran mayoría de los quesos, para un mismo tiempo de maduración, se presenta una mayor degradación de la caseína  $\alpha_{s1}$ , que de la

$\beta$  (Grappin **et al.**, 1985 citado por BRITO, 1993), que no ocurrió en el presente estudio en el día 42 de maduración.

Existen diversos aspectos que pueden variar o alterar los patrones electroforéticos tales como pureza y concentración de los reactivos, preparación de las muestras, temperatura durante la polimerización y corrida del gel, tamaño y espesor del gel y métodos de teñido y desteñido de los geles<sup>1</sup>.

Por otra parte, los resultados de los análisis estadísticos realizados a los porcentajes de las áreas relativas de las caseínas  $\alpha_{s1}$  y  $\beta$  y sus productos de degradación,  $\alpha_{s1}$  - I y los péptidos de  $\beta$  (caseína  $\gamma 1$ ,  $\gamma 2$  y  $\gamma 3$ ), arrojan diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) los tratamientos sólo al día 0 de maduración, para  $\alpha_{s1}$ - I-caseína,  $\alpha_{s1}$  -caseína,  $\beta$ - caseína y  $\gamma 2$  - caseína.

En este sentido FOX y McSWEENEY (1998), afirman que en casi todas las variedades de quesos, la  $\beta$  -CN, es más resistente a la degradación que la  $\alpha_{s1}$ -Cn, típicamente en queso Cheddar, la Cn- $\alpha_{s1}$  es completamente hidrolizada, en 6 meses de maduración, mientras que solo el 50% de la  $\beta$ -Cn. Esta aseveración concuerda con lo sucedido, sin embargo no se encontraron diferencias significativas, a un nivel de confianza del 95%, en la degradación de éstas.

Por otra parte, se observa que en todos los tratamientos existe un aumento en el número de bandas, esto significa un incremento en la degradación de las diversas caseínas, lo cual aumenta a medida que transcurre el tiempo de maduración.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio para los días 14, 28 y 42, por lo que se deduce que el uso de leche con predominio de variante genética B de  $\kappa$ -caseína y  $\beta$ -lactoglobulina en la elaboración del queso Chanco, no influye en la degradación de las caseínas durante la maduración, esto concuerda con HILL y LOWE (2000), los cuales al realizar un estudio en queso Cheddar encontraron que el polimorfismo de la  $\beta$ -Lg no ejerce efecto en la hidrólisis de las caseínas durante la maduración.

ASTETE (1989) y BRITO **et al.** (2000), en queso tipo Maribo, a los 42 días de maduración la caseína  $\alpha_{s1}$  presentó una degradación de un 83%, en cambio la caseína  $\beta$  había sido degradada sólo en un 15,5%, resultados muy distintos a lo encontrado en el presente estudio.

---

<sup>1</sup>: <http://javeriana.edu.com/Facultades/Ciencias/neurobioquímica/libros/celular/eletroforesis.html> (16/06/05)



FOX y McSWEENEY (1998), establecen que la caseína  $\alpha 1$  es degradada en péptidos con una alta movilidad electroforética que no son detectados en el gel PAGE debido a su baja concentración, dado que  $\alpha 1$  - I Cn representa solo el 10% del total de la proteína.

Por otra parte el uso de suero en polvo disminuye el proceso de degradación de las caseínas, ya que la  $\beta$  -lactoglobulina podría inactivar a la plasmina como a su precursor plasminógeno. La plasmina cataboliza la degradación de la  $\beta$  -caseína y  $\alpha 1$ -I caseína lo que es significativo en la maduración del queso Cheddar así como en otras variedades (LO y BASTIAN 1998; FOX, 1998).

Sin embargo, a pesar de ser las degradaciones proteicas inferiores a estudios anteriores, no existen diferencias significativas entre los tratamientos con adición de suero y sin ellos.

Según Visser (1993) citado por ARTEAGA (2004), el proceso de glicólisis anormal, podría causar una disminución o retardo de la degradación de las proteínas al no presentarse el desdoblamiento del ácido láctico, lo que podría afectar también a las características sensoriales de sabor, textura, etc. Esto hecho responde a lo sucedido en el presente estudio, que fue señalado anteriormente (punto 4.1.5).

### **4.3 Análisis textural**

El análisis textural de los tratamientos de queso Chanco en estudio comprendió la medición de cuatro atributos: firmeza, elasticidad, cohesividad y adhesividad, los cuales fueron medidos sensorial e instrumentalmente a fin de determinar una posible correlación entre ambos tipos de análisis.

**4.3.1 Análisis sensorial de textura de los quesos en el período de maduración.** El análisis sensorial se realizó con un panel entrenado de 8 jueces los cuales evaluaron el atributo mediante un perfil textural de tipo analítico, disponiendo de una planilla de evaluación con una escala de medición de 1 a 9 (ANEXO 1).

Para confirmar la evaluación uniforme de cada atributo medido en el presente estudio, se realizó el Test de Kendall cuyos resultados indican la concordancia entre los panelistas, confirmando la uniformidad de criterios entre ellos (ANEXOS 9.2, 10.2, 11.2 y 12.2).

En términos físicos, el queso es un material viscoelástico y todas las características de textura son una combinación de las propiedades reológicas y fracturabilidad de éste, que pueden ser percibidas a través de los órganos de los sentidos (LUCEY, 2003; GUINEE, 2003).

Según lo señalado por BRITO (1990) y MISTRY y KASPERSON (1998), los aspectos reológicos de los quesos son afectados por parámetros físicos y químicos tales como el contenido de humedad, grado de degradación de las proteínas (caseínas) y la interacción de ésta con la materia grasa en el queso.

A lo anterior DELAHUNTY y DRAKE (2003), señalan que estos parámetros se ven afectados por variables del proceso de elaboración del queso, tales como, coagulante, cantidad de sal adicionada, tipo de cultivo, etc.

La textura o cuerpo es uno de los atributos de mayor importancia en la evaluación de la calidad de un queso determinando su identidad (INOCENTE *et al.*, 2002).

De esta manera en algunas variedades se presenta al principio como una masa blanca y ácida que por acción de los procesos proteolíticos se va tornando amarilla y mantecosa y en otros, la masa al principio es elástica y homogénea pudiendo llegar a quedar al final de la etapa de maduración como una masa más soluble y cremosa (FAO, 1981).

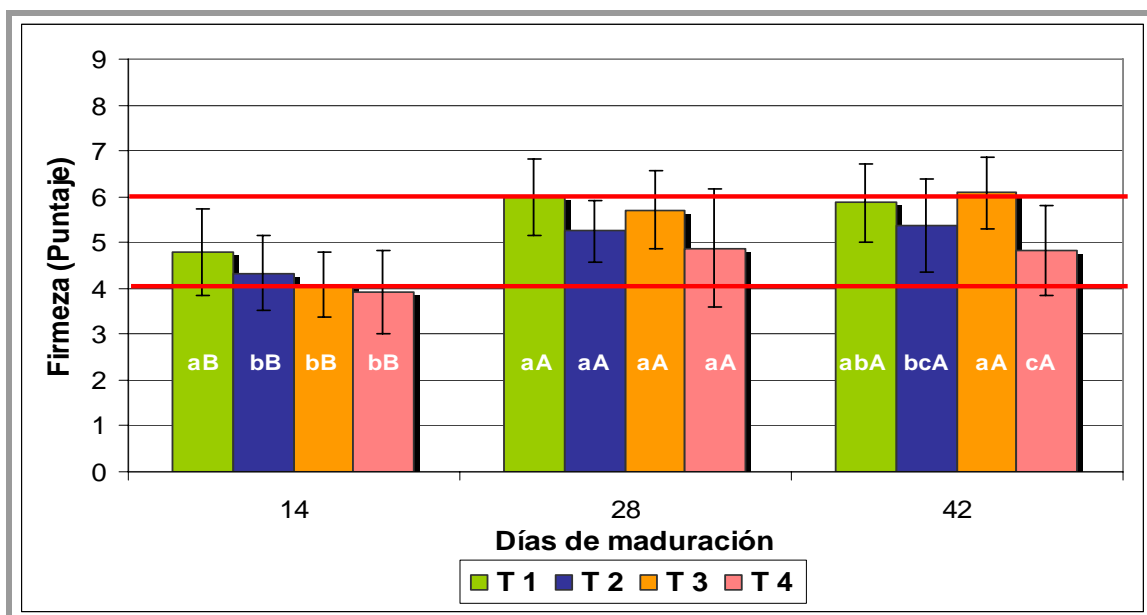
**4.3.1.1 Firmeza.** En términos sensoriales se define como la fuerza necesaria para comprimir una muestra con los molares, o lograr una deformación de ella (FOX *et al.*, 2000 y XIONG *et al.*, 2002).

La firmeza es uno de los atributos más importantes de los quesos (XIONG *et al.*, 2002), la cual decrece a medida que el queso madura (BROWN *et al.*, 2003).

OJEDA (2005), la establece como la resistencia que presenta la muestra a un pequeño desplazamiento de las mandíbulas, y cuya técnica de medición consiste en apretar la muestra de queso entre los premolares, para medir la resistencia que tiene a iniciar una deformación.

El queso Chanco, de acuerdo a la Norma Oficial (CHILE, INN, 1999) posee una consistencia semiblanda, mantecosa. Se considera defecto una masa firme o muy blanda (BRITO, 1985).

En la FIGURA 12 se puede observar la evaluación promedio en firmeza otorgada por los panelistas para este atributo; y en el ANEXO 9 se encuentra el detalle de los análisis estadísticos.



**FIGURA 12** Calificación otorgada al atributo firmeza durante la maduración de los tratamientos en estudio.

Los valores corresponden a un promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados.

El rango de puntaje normal es de 4 a 6.

a,b,c : Letras distintas indican diferencias significativas, al 5% entre tratamientos a los 14, 28 y 42 días.

A,B,C : Letras distintas indican diferencias significativas, al 5% entre tiempos para cada tratamiento.

De acuerdo a la figura anterior y el análisis estadístico realizado, existen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos, tanto en el día 14 de maduración, como en el 42. En el día 14 los tratamientos T2, T3 y T4 son estadísticamente iguales y exhiben valores más bajos que los correspondientes a T1 (control).

Además, se observa un leve aumento de la firmeza de los quesos a lo largo del período de maduración, el cual se vio reflejado en los resultados del análisis estadístico (ANEXO 9). En él, previo análisis de concordancia de jueces, se destaca que para los cuatro tratamientos en estudio no hay diferencias estadísticas entre los días 28 y 42 de maduración, pero sí la hay con respecto al día 14, que presenta una firmeza notoriamente más baja, como por ejemplo, el tratamiento 4 fue evaluado con una nota promedio de solo 3,92.

Teniendo en cuenta que la escala de valoración utilizada para evaluar los atributos de del queso Chanco como normal, según el ANEXO 1, se encuentra dentro del rango de 4 a 6, al día 28 de maduración, todos los tratamientos poseen una firmeza normal para este tipo de queso.

McSWEENEY (2004), señala que la suavidad de la textura de los quesos está directamente relacionada con los cambios en pH y con la hidrólisis de las micelas de caseínas que ocurre durante la proteólisis.

INOCENTE *et al.* (2002), afirman que los quesos con un alto contenido de humedad poseen una estructura más débil y menos firme, en cambio la sal al promover la disminución del agua libre del queso, le comunica rigidez a la masa.

SALAZAR (2005), evaluando la firmeza en queso Chanco reducido en grasa con adición de suero en polvo al 3%, encontró, para el día 28 de maduración, un puntaje de 4,73 para un queso con adición de éste y 5,54 para un queso reducido en grasa sin adición, valores inferiores a lo obtenido en este estudio tanto para los tratamientos con suero adicionado en la misma proporción (T2 y T4), como para los tratamientos T1 y T3 sin adición de suero, respectivamente.

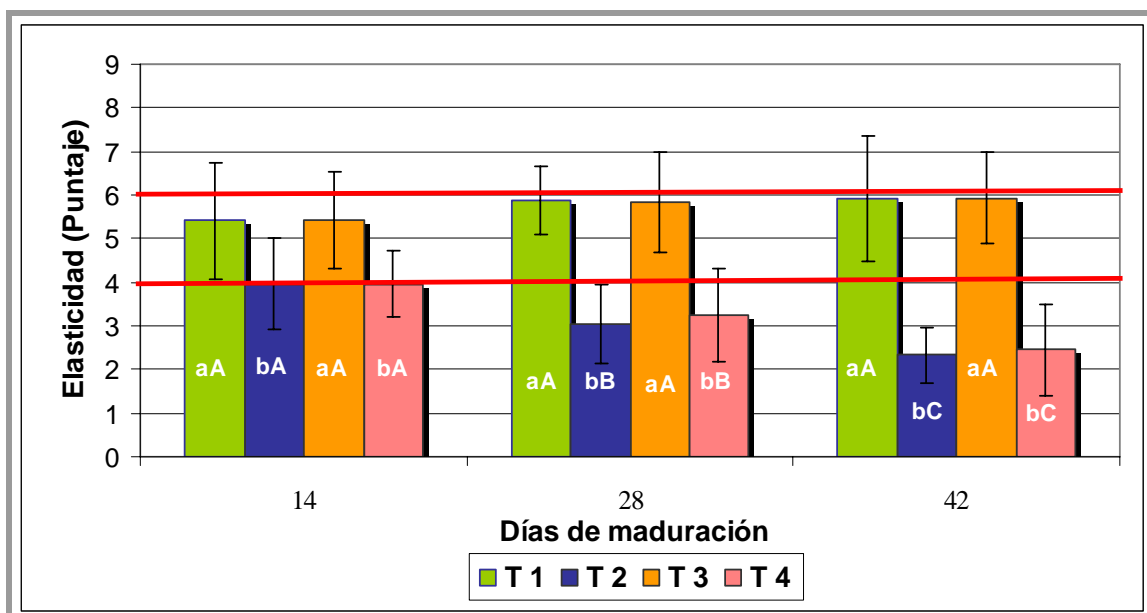
En cambio, en un estudio realizado por BRITO *et al.* (2003), informaron una calificación de 6,83 a las 2 semanas de maduración para un queso Chanco reducido en grasa, visiblemente más alta en comparación con su tratamiento homólogo (T1).

En el presente estudio, no se observó un efecto del uso de leche con predominio de variante genética B de  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina en la elaboración del queso Chanco, ya que al no haber diferencias en el contenido de proteínas de la leche, tampoco existe un efecto en los parámetros antes analizados y tampoco en la textura de los quesos en estudio.

Sin embargo la adición de suero en polvo, ejerce un efecto significativo en el desarrollo de este atributo. Esto se debe a que el suero en polvo produce una textura más blanda en los quesos, ya que aumenta el porcentaje de retención de agua, produciendo una interferencia en la formación de la matriz del queso (ARTEAGA, 2004).

**4.3.1.2 Elasticidad.** Puede ser definida como la aptitud de la muestra para recuperar su espesor inicial después de haber sido comprimida y deformada. Para ello se aplica una ligera deformación con el dedo pulgar, sobre la cara superior del trozo de queso, luego una vez suprimida esta presión se observa el grado de recuperación inmediata (DELAHUNTY y DRAKE, 2003; OJEDA, 2005).

La FIGURA 13 muestra la calificación promedio en elasticidad, previo chequeo de concordancia entre los panelistas y su tendencia a través del tiempo, además en el ANEXO 10 se exhibe una amplia información sobre los valores obtenidos en cada repetición, y las desviaciones estándar con su correspondiente análisis estadístico.



**FIGURA 13** Calificación otorgada al atributo elasticidad durante la maduración de los tratamientos en estudio.

Los valores corresponden a un promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados.

El rango de puntaje normal es de 4 a 6.

<sup>a,b,c</sup> : Letras distintas indican diferencias significativas, al 5% entre tratamientos a los 14, 28 y 42 días.

<sup>A,B,C</sup> : Letras distintas indican diferencias significativas, al 5% entre tiempos para cada tratamiento.

El análisis estadístico de varianza, indica que existen diferencias estadísticas a un nivel de confianza del 95% para la elasticidad entre los tratamientos, en los tres tiempos de medición. En cada uno de estos los tratamientos T2 y T4 (con suero en polvo) presentaron valores significativamente inferiores a los tratamientos T1 y T3. Por otra parte entre los tiempos de maduración existen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los día 14, 28 y 42 sólo en los tratamientos con suero, en T1 y T3, no hubo diferencias entre los días evaluados.

Por otra parte, estos tratamientos, se encuentran dentro del rango normal de calificación para queso Chanco, ya que tanto a los 28 como 42 días de maduración presentaron un puntaje aproximado de 5,72; sin embargo los tratamientos T2 y T4, para este mismo período, se encuentran por debajo del límite mínimo, por lo tanto quedan fuera de la clasificación para este tipo de queso. De esta manera fueron catalogados por los panelistas como poco elásticos.

Al realizar el análisis estadístico multifactorial, se encontraron diferencias entre tratamientos con un nivel de confianza del 95%, formándose dos grupos homogéneos, constituidos por los tratamientos T1-T3 y T2-T4, donde los tratamientos T1 y T3, poseen mayores elasticidades, de acuerdo a las calificaciones otorgadas.

La elasticidad decrece a medida que avanza el período de maduración, debido principalmente a la remoción de iones de calcio desde la molécula de paracaseína mono y dicálcica y por la hidrólisis de esta molécula.

RUNDAN **et al.** (1999), mencionan al respecto, que a medida que aumenta el contenido de proteínas la elasticidad también es mayor, siendo coincidente con lo obtenido en esta investigación.

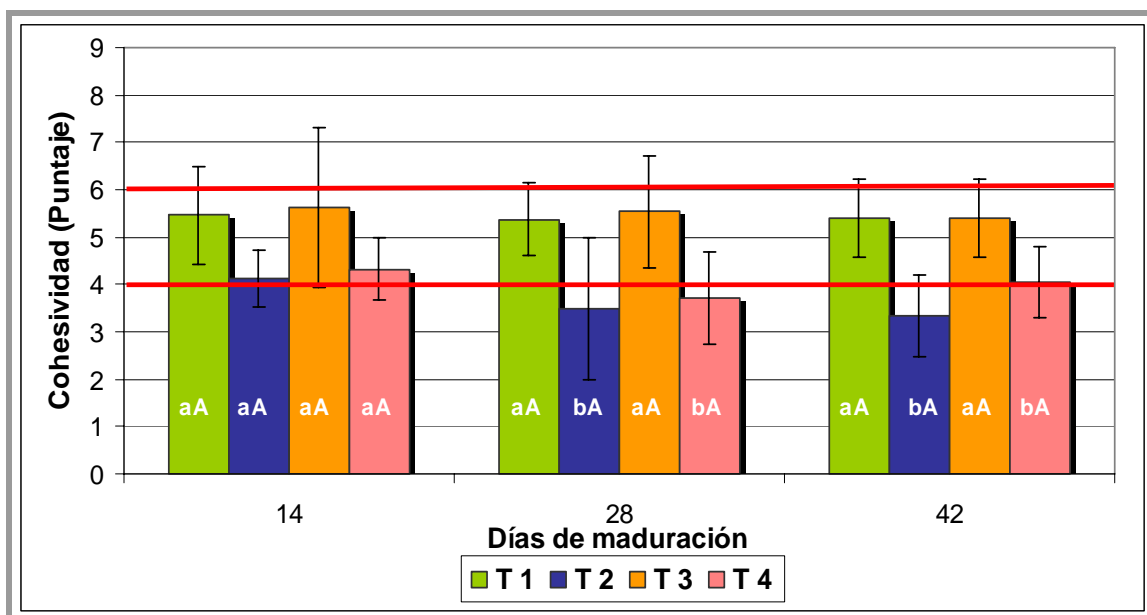
De acuerdo a lo mencionado anteriormente, los tratamientos con predominancia de leche de variantes genéticas no mostraron un efecto significativo en la medición sensorial de este atributo por parte de los panelistas, siendo estadísticamente igual que el tratamiento control, probablemente por las razones antes señaladas, sin embargo el uso de suero en polvo modificó la elasticidad de los tratamientos que lo contenían, obteniendo valores inferiores a T1.

En estudios previos sobre queso Chanco reducido en grasa con adición de suero en polvo, se encontraron, a los 28 días, resultados semejantes con valores menores de elasticidad en quesos con adición de suero (SALAZAR, 2005).

**4.3.1.3 Cohesividad.** Se ha definido como la magnitud en que se deforma la muestra antes de romperse, a la primera mordida, lo que se realiza con los molares (GWARNEY **et al.**, 2002). Según ZOON (1991), se puede evaluar con la boca o con la mano y corresponde a la facilidad con que una muestra se desmenuza.

El queso Chanco debe ser cohesivo, es decir, se debe deshacer homogéneamente en la boca. Se considera defecto una masa desmenuzable, heterogénea e irregular al paladar (BRITO, 1985).

La FIGURA 14 muestra la calificación promedio de cohesividad, previo chequeo de concordancia entre los panelistas y su evolución a través del tiempo, el ANEXO 11 muestra una amplia información sobre los valores obtenidos entre repeticiones, desviaciones estándar con su correspondiente análisis estadístico.



**FIGURA 14** Calificación otorgada al atributo cohesividad durante la maduración de los tratamientos en estudio.

Los valores corresponden a un promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados.

El rango de puntaje normal es de 4 a 6.

<sup>a,b,c</sup> : Letras distintas indican diferencias significativas, al 5% entre tratamientos a los 14, 28 y 42 días.

<sup>A,B,C</sup> : Letras distintas indican diferencias significativas, al 5% entre tiempos para cada tratamiento.

El análisis estadístico encontró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos a los 28 y 42 días de maduración, donde T1 junto a T3 fueron diferentes a T2 y T4, los cuales presentaron similar cohesividad entre ellos.

Por otra parte el análisis de varianza multifactorial indica diferencia estadística entre los grupos anteriormente mencionados, infiriéndose de esta forma el efecto significativo que presenta el uso de suero en polvo sobre este atributo. Los tratamientos con predominancia de variante genética B de las proteínas de la leche, resultan estadísticamente igual al tratamiento control (T1).

SALAZAR (2005), encontró un valor de 5,15 para un queso de las mismas características que T1, a los 28 días de maduración, valor inferior a lo obtenido en el presente estudio.

De acuerdo a la figura anterior, el bajo puntaje promedio asignado a los tratamientos T2 y T4, de un 3,33 y 4,04 respectivamente, los califican por fuera del rango normal estipulado para este tipo de queso, cuyo puntaje debe variar entre 4 y 6 puntos.

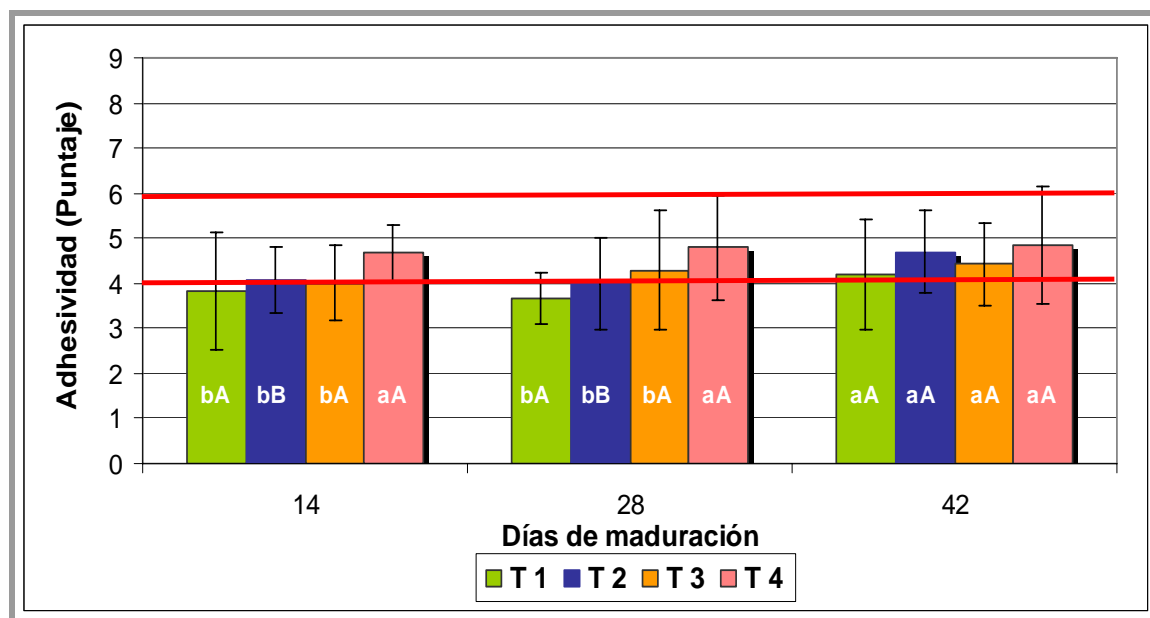
Además se refleja una disminución de la cohesividad en T2, queso con adición de suero en polvo y en T3, sin adición de éste.

Igual fenómeno sucedió en los estudios realizados por ARTEAGA (2004) y SALAZAR (2005), quienes atribuyen la baja cohesividad que posee este tipo de quesos a la mayor retención del contenido de humedad que ocurre en los quesos con adición de suero.

**4.3.1.4 Adhesividad.** OJEDA (2005), define este atributo como el trabajo necesario para despegar con la lengua un producto adherido en el paladar y los dientes, durante el proceso de masticación. La técnica consiste en masticar varias veces consecutivas la muestra, posteriormente se aprieta contra el paladar, para luego apreciar la fuerza necesaria para despegar el alimento del paladar y los dientes.

A continuación en la FIGURA 15 se exhibe la calificación promedio otorgada para la adhesividad y su respectiva evolución durante la maduración.

La información sobre los valores obtenidos entre repeticiones, desviaciones estándar con su correspondiente análisis estadístico se encuentran en el ANEXO 12.



**FIGURA 15** Calificación otorgada al atributo adhesividad durante la maduración de los tratamientos en estudio.

Los valores corresponden a un promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados.

El rango de puntaje normal es de 4 a 6.

<sup>a,b,c</sup> : Letras distintas indican diferencias significativas, al 5% entre tratamientos a los 14, 28 y 42 días.

<sup>A,B,C</sup> : Letras distintas indican diferencias significativas, al 5% entre tiempos para cada tratamiento.



La adhesividad es un atributo fundamental en el queso Chanco, ya que está relacionado con las características de mantecosidad, que es típica de esta variedad, el Chanco debe ser medianamente adhesivo (BRITO *et al.*, 2003).

No se presentaron diferencias estadísticamente significativas, a un nivel del 95% de confianza, durante la evolución de la maduración, medidos en forma independiente en los tres tiempos estudiados (14, 28 y 42). De acuerdo a esta calificación, los tratamientos T1, T2 y T3 se encuentran dentro del rango normal para este tipo de queso, sin embargo T1 queda ligeramente debajo del rango normal.

De la misma forma, el análisis estadístico multifactorial (ANEXO 12.5), mostró diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre el puntaje promedio de adhesividad asignando por los panelistas, entre los tratamientos, siendo los tratamientos T1, T2 y T3 iguales e inferiores a T1 (control), infiriéndose de esta forma que las variables usadas en este estudio, no influyeron significativamente en este parámetro.

En todos los tratamientos existe un aumento paulatino de este atributo a través del tiempo, comportamiento que concuerda con los estudios realizados por BRITO *et al.* (2003), SALAZAR (2004) y ARTEAGA (2004).

**4.3.2 Análisis instrumental de la textura de los quesos (TPA) en el período de maduración.** La medición instrumental consideró los siguientes parámetros de firmeza, elasticidad, cohesividad y adhesividad.

**4.3.2.1 Firmeza.** El resultado de los valores de firmeza con sus respectivas desviaciones estándar y resultados del análisis estadístico, se encuentran en el CUADRO 10, y el detalle de estos en el ANEXO 9 (repeticiones por tratamiento y análisis estadístico)

**CUADRO 9 Evaluación instrumental de firmeza (g) a los 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco.**

T	Tratamiento (*)			
	1	2	3	4
14	7197,89 ± 1475,68 <sup>aa</sup>	6903,21 ± 587,19 <sup>aa</sup>	6606,58 ± 988,74 <sup>ab</sup>	6071,97 ± 1403,44 <sup>aa</sup>
28	9164,36 ± 1169,29 <sup>aa</sup>	7558,41 ± 1242,25 <sup>aa</sup>	8824,85 ± 765,59 <sup>ab</sup>	7336,33 ± 1414,68 <sup>aa</sup>
42	8971,62 ± 2045,58 <sup>aa</sup>	8165,79 ± 1444,38 <sup>aa</sup>	9612,07 ± 1979,91 <sup>aa</sup>	7300,98 ± 1606,43 <sup>aa</sup>
<b>P</b>	8280,75 ± 1502,5 <sup>a</sup>	7551,14 ± 1137,13 <sup>ab</sup>	8347,83 ± 1786,79 <sup>a</sup>	6903,09 ± 1423,62 <sup>b</sup>

T : Tiempo, P : Promedio.

(\*) : Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados.

<sup>a,b,c</sup> : En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%.

<sup>A,B,C</sup> : En cada columna, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%.

El análisis estadístico multifactorial arrojó diferencias significativas entre los tratamientos, T1 y T3, cuyas firmezas fueron de 8.280,75 g y 7.551,14 g y estadísticamente iguales en comparación a T4, que presentó una firmeza de sólo solo 6.903 g. Además es importante destacar que los valores promedio de firmeza obtenidos son superiores al valor inicial, medido a los 14 días de maduración.

No existen diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tiempos de maduración (14, 28 y 42 días) para los tratamientos T1, T2 y T4, a diferencia de T3 el cual posee diferencias estadísticas entre el día 14 y 42 que tuvo una firmeza considerablemente más alta.

En un estudio realizado por ARTEAGA (2004) para queso Chanco con grasa normal con incorporación de suero en polvo se manifestó una tendencia a la disminución de la firmeza a través del tiempo, hecho que fue atribuido al incremento de la proteólisis, señalando que por ser más abundantes los péptidos solubles se produce un ablandamiento del queso.

Este fenómeno es corroborado por MISTRY (2000) y BROWN *et al.* (2003), quienes aseguran que ocurre una disminución de la firmeza y del cuerpo de los quesos a medida que aumenta la edad éste.

Sin embargo, en la presente investigación la firmeza se mantuvo a través del tiempo, sin haber diferencias estadísticas entre los días 14 y 42 para los tratamientos T1, T2 y T4 42.

De acuerdo a los resultados estadísticos se concluye que el uso de suero en polvo ejerce un efecto significativo sobre este parámetro, ya que los valores obtenidos de firmeza en forma instrumental fueron inferiores a los tratamientos sin incorporación de esta variable.

**4.3.2.2 Elasticidad.** En el CUADRO 11 se presentan los niveles promedio de elasticidad y sus desviaciones estándar medidas durante el transcurso de la maduración, en el ANEXO 10, se expone el detalle de los valores obtenidos con su correspondiente análisis estadístico.

La forma en que ocurre la proteólisis tiene relación directa con el desarrollo de la textura, sobre todo, la elasticidad, en particular por la degradación de las caseínas, en especial la caseína  $\alpha s1$  (McSWEENEY, 2004). En consecuencia, los resultados obtenidos pueden ser corroborados por esta afirmación.

El análisis estadístico encontró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos a los 14, 28 y 42 días de maduración, donde T3 fue similar en elasticidad a T1 (control), pero distinta a los quesos con suero en polvo (T2 y T4), que durante todo el tiempo presentaron valores inferiores en este atributo, de esta manera se puede señalar, que la utilización de suero en polvo no mejoró la característica de elasticidad de los tratamientos en donde fueron agregados éstos.

**CUADRO 10 Evaluación instrumental de elasticidad a los 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco.**

Tiempo	Tratamiento (*)			
	1	2	3	4
14	0,78 ± 0,005 <sup>aA</sup>	0,72 ± 0,010 <sup>abA</sup>	0,78 ± 0,031 <sup>aA</sup>	0,73 ± 0,047 <sup>bA</sup>
28	0,79 ± 0,020 <sup>aA</sup>	0,66 ± 0,015 <sup>cB</sup>	0,79 ± 0,011 <sup>aA</sup>	0,70 ± 0,010 <sup>bA</sup>
42	0,80 ± 0,050 <sup>aA</sup>	0,61 ± 0,013 <sup>bC</sup>	0,81 ± 0,015 <sup>aA</sup>	0,61 ± 0,035 <sup>bB</sup>
<b>Promedio</b>	0,79 ± 0,029 <sup>a</sup>	0,66 ± 0,050 <sup>b</sup>	0,80 ± 0,023 <sup>a</sup>	0,68 ± 0,063 <sup>b</sup>

T : Tiempo, P : Promedio.

(\*) : Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados.

a,b,c : En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%.

A,B,C : En cada columna, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%.

Se aprecia que en los tratamientos T2 y T4 hubo un descenso en los valores de la elasticidad durante la maduración del queso. La reducción del parámetro en cuestión fue estadísticamente diferente en T2 para todos los tiempos en donde se evaluó, en cambio T4 no presentó diferencia entre los días 14 y 28, pero sí con respecto al día 42 en donde fue estadísticamente más baja.

En los tratamientos T1 y T3, en cambio, la elasticidad se mantuvo durante la maduración, sin haber diferencias estadísticas con un nivel de confianza del 95%.

El análisis estadístico multifactorial, indica que existe diferencias entre tratamientos, que afectan de manera significativa a este parámetro ( $P < 0,05$ ), produciéndose la formación de dos grupos T1-T3 y T2-T4 (ANEXO 10).

**4.3.2.3 Cohesividad** En el CUADRO 11 se presentan los niveles promedio de cohesividad y sus desviaciones estándar, medidas durante el transcurso de la maduración y el ANEXO 11, hace referencia al detalle de los valores obtenidos con su correspondiente análisis estadístico.

El ANDEVA multifactorial, indica que existen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos en estudio, en los cuales se conformaron dos grupos homogéneos, constituidos por los tratamientos T1 (0,625) y T3 (0,639) que presentaron cohesividades más altas que el grupo de tratamientos T2 (0,341) y T4 (0,371). Este resultado se reitera al hacer en análisis de varianza en forma individual a los 14, 28 y 42 días.

Además existen diferencias estadísticas, a un nivel de confianza del 95%, durante el transcurso de los días, a excepción de T1 (control) que no presentó variación de cohesividad entre los días 14 y 28.

**CUADRO 11 Evaluación instrumental de cohesividad a los 14, 28 y 42 días de maduración de los distintos tratamientos de queso Chanco.**

Tiempo	Tratamiento (*)			
	1	2	3	4
14	0,630 ± 0,005 <sup>aA</sup>	0,442 ± 0,016 <sup>bA</sup>	0,656 ± 0,011 <sup>aA</sup>	0,475 ± 0,093 <sup>bA</sup>
28	0,617 ± 0,02 <sup>aA</sup>	0,298 ± 0,023 <sup>bB</sup>	0,635 ± 0,015 <sup>aAB</sup>	0,322 ± 0,041 <sup>bB</sup>
42	0,627 ± 0,02 <sup>aA</sup>	0,283 ± 0,040 <sup>bB</sup>	0,628 ± 0,017 <sup>aB</sup>	0,319 ± 0,05 <sup>bB</sup>
<b>Promedio</b>	0,625 ± 0,016 <sup>a</sup>	0,341 ± 0,079 <sup>b</sup>	0,639 ± 0,016 <sup>a</sup>	0,371 ± 0,097 <sup>b</sup>

T : Tiempo, P : Promedio.

(\*) : Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados.

<sup>a,b,c</sup> : En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%.

<sup>A,B,C</sup> : En cada columna, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%.

Se aprecia que en todos los tratamientos presentan una disminución numérica de la cohesividad a través del tiempo.

De esta forma se puede inferir que este parámetro se ve afectado por el uso del suero en polvo (3% m/m) que si ejerció un efecto disminuyendo la cohesividad medida instrumentalmente.

BRYANT *et al.* (1995), menciona que este parámetro está relacionado con el contenido de materia grasa, ya que al aumentar ésta, disminuye la cohesividad, probable razón por la cual los tratamientos T2 y T4 presentaron menor cohesividad, al poseer un mayor contenido de materia grasa en base seca (CUADRO 11).

Otro factor que influye en este parámetro, ocasionando su disminución, es el contenido de proteínas séricas agregadas en los tratamientos T2 y T4, pues actúa en la matriz de la caseína como un sustituto de grasa, donde habrá una mayor retención de suero, lo que aumenta el número de enlaces disulfuros con una disminución relativa de los enlaces electrostáticos, incidiendo directamente sobre esta característica (ARTEAGA, 2004).

**4.3.2.4 Adhesividad.** En el CUADRO 12 se presentan los niveles promedio de adhesividad y sus desviaciones estándar medidas durante el transcurso de la maduración. Además, en el ANEXO 12, se expone el detalle de los valores obtenidos con su correspondiente análisis estadístico.

**CUADRO 12 Evaluación instrumental de adhesividad (g s) a los 14, 28 y 42 días de maduración, de los distintos tratamientos de queso Chanco.**

Tiempo	Tratamiento (*)			
	1	2	3	4
14	-284,55 ± 80,31 <sup>aAB</sup>	-87,62 ± 8,42 <sup>aA</sup>	-177,96 ± 162,15 <sup>aA</sup>	-174,13 ± 111,92 <sup>aA</sup>
28	-187,34 ± 22,12 <sup>abA</sup>	-161,50 ± 76,32 <sup>aA</sup>	-306,88 ± 109,23 <sup>bA</sup>	-107,43 ± 61,32 <sup>aA</sup>
42	-337,87 ± 18,59 <sup>bB</sup>	-114,47 ± 15,83 <sup>aA</sup>	-261,01 ± 88,59 <sup>aA</sup>	-119,29 ± 20,66 <sup>bA</sup>
<b>Promedio</b>	<b>-269,92 ± 78,68<sup>b</sup></b>	<b>-121,20 ± 50,85<sup>a</sup></b>	<b>-248,62 ± 121,33<sup>b</sup></b>	<b>-133,62 ± 71,61<sup>a</sup></b>

T : Tiempo, P : Promedio.

(\*) : Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados.

<sup>a,b,c</sup> : En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%.

<sup>A,B,C</sup> : En cada columna, letras distintas indican diferencias significativas, al 5%.

Al analizar estadísticamente los resultados de adhesividad obtenidos, entre los días 14, 28 y 42, se observa que se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

El análisis estadístico multifactorial indica que existen diferencias significativas entre los tiempos de maduración y los tratamientos en estudio. De acuerdo al cuadro anterior además es posible destacar la existencia de dos grupos homogéneos uno constituido por los tratamientos T1 y T3 con adhesividad de -269,92 g s y -248,62 g s respectivamente, y significativamente superior a los tratamientos T2 (-121,20 g s) y T4 (-133,62 g s)

No existen diferencias significativas entre los días de maduración de cada tratamiento ( $P > 0,05$ ). Sin embargo numéricamente se aprecia que en los tratamientos T1 y T4, existe una disminución de la adhesividad entre los días 14 y 28, y luego asciende hasta el día 42, en cambio los tratamientos T2 y T3 aumenta su adhesividad entre los días 14 y 28, para luego descender en el día 42 de maduración.

El uso de suero en polvo ejerce un efecto, es decir, disminuye la adhesividad en los tratamiento T2 y T4, debido a que las proteínas séricas que contienen también forman parte de la matriz de caseínas, por ende influye sobre las características de textura.

Esto concuerda con ARTEAGA (2004), que utilizó tratamientos de queso Chanco de grasa normal con suero en polvo adicionado en diversas concentraciones y encontró que a medida que aumenta el porcentaje de adición de suero a la leche utilizada para la elaboración de los quesos, se produce una modificación en el pH, afectando la degradación de las proteínas y por ende la adhesividad de los quesos.

**4.4 Comparación de resultados del perfil textural sensorial e instrumental.** Este análisis tiene como finalidad medir el grado de intensidad u asociación de los parámetros obtenidos a través de dos métodos alternativos. El CUADRO 13 muestra la

correlación existente, entre la evaluación sensorial e instrumental aplicada a los tratamientos de queso Chanco reducido en grasa.

### CUADRO 13 Correlación entre los atributos.

Rho de Spearman				
Parámetro	Firmeza (g)	Elasticidad	Cohesividad	Adhesividad (g s)
Coef de Correlación	0,571**	0,891**	0,817**	0,228
Sig. Bilateral	0,000	0,000	0,000	0,181
N° de muestras	36	36	36	36

N° de muestras: 36 (4 tratamientos x 3 tiempos de medición x 3 repeticiones)

(\*\*) Sig. Bilateral: Correlación significativa al nivel 0,01.

Holmos (2000), citado por DELAHUNTY y DRAKE (2003), establecen que la adhesividad es uno de los atributos más difíciles de aprender a evaluar y que a pesar de contar con panelistas entrenados, existen numerosos variables que influyen en la evaluación sensorial (percepción de la textura), entre ellos se encuentra la diversidad entre individuos, producto de la diferencia cultural, psicológica y social.

DELAHUNTY y DRAKE (2003), además señalan que la adhesividad es un atributo mucho más difícil de juzgar por los panelistas, a diferencia de la firmeza, que resulta mucho más fácil.

En un estudio de XIONG *et al.* (2002) realizado a diversos tipos de quesos, se estableció que el porcentaje de compresión de la muestra tiene un efecto significativo en la correlación de la firmeza, por lo que a mayores compresiones existe también un mayor grado de asociación del análisis sensorial e instrumental de éste parámetro.

Según el coeficiente de correlación entre la evaluación sensorial e instrumental, depende de una serie de factores, tales como, homogeneidad de las muestras, experiencia del panel, confiabilidad de la prueba instrumental y de las condiciones de la evaluación. Además se encuentran la velocidad de desplazamiento de las partes móviles del equipo y temperatura, tamaño y forma de las muestras utilizadas (BERTOLA *et al.*, 1992 y DELAHUNTY y DRAKE, 2003).

Es posible destacar la alta correlación existente entre el análisis sensorial e instrumental para los atributos de elasticidad, cohesividad y también en firmeza, habiendo una asociación positiva entre éstos, lo que permite reemplazar el procedimiento para obtener el perfil textural medido en forma sensorial, por la evaluación instrumental a través del texturómetro modelo TA-XT2i (Stable Micro Systems).

Finalmente, no existió un coeficiente de correlación significativa para la adhesividad siendo sólo de 0,228.

## 5. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos y analizados en esta investigación, se concluye que:

- El predominio de variante genética B de  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina, no influyó en las características físicas y químicas del queso durante el proceso de maduración, probablemente porque no se manifestó incremento de proteína en la leche de tales tratamientos.
- Los tratamientos T2 y T4 con incorporación de suero en polvo (3%), presentaron contenidos promedio estadísticamente superiores al tratamiento control (T1) en los porcentajes de materia grasa en base seca, humedad en queso desgrasado y NaCl en base total, sin embargo, no hubo diferencias significativas en el contenido promedio de materia grasa en base total, humedad en base total, sólidos totales ni en NaCl/Humedad entre los tratamientos en estudio.
- El pH de los tratamientos con suero presentó valores inferiores de los sin suero, debido a una intensificación del proceso de glicólisis ocurrida como producto de un mayor nivel de lactosa y humedad en los quesos, sin existir diferencias significativas entre los tiempos evaluados.
- Durante el período de maduración ocurrió el normal aumento de la concentración de proteína y nitrógeno total por reducción de la humedad, sin embargo, esto fue significativamente mayor en los tratamientos con incorporación de suero, por la mayor retención de humedad en éstos.
- El proceso de proteólisis no se ve afectado por el uso de las variables incorporadas en este estudio, ya que no se manifestaron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, en aquellos con incorporación de suero en polvo (T2 y T4), fue numéricamente inferior la degradación de la  $\alpha$ s1-caseína y  $\beta$ -caseínas. Por otra parte, durante el tiempo de maduración de los quesos, en todos los tratamientos hubo un aumento sostenido en la formación de péptidos de ambas caseínas.
- Con respecto a la medición de textura, existe una correlación significativa entre los resultados obtenidos por medio de mediciones instrumentales y los obtenidos por evaluación sensorial en los parámetros de firmeza, elasticidad y cohesividad, a diferencia de la adhesividad que no presentó una asociación entre estos dos métodos de medición.



- La leche con predominio de las variantes genéticas estudiadas no afectó las características de textura, tales como, firmeza, elasticidad, cohesividad, adhesividad, medido en forma sensorial e instrumental, probablemente porque la composición de la leche no se manifestó diferente.
- El uso de suero en polvo influye significativamente disminuyendo los valores de los cuatro parámetros texturales medidos frente a los tratamientos sin adición de suero en polvo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio se rechaza la hipótesis planteada.

## 6. RESUMEN

### **MADURACIÓN DE QUESO CHANCO REDUCIDO EN GRASA, ELABORADO CON LECHE DE VARIANTE GENÉTICA B DE K-CASEÍNA Y B DE B-LACTOGLOBULINA Y ADICIÓN DE SUERO EN POLVO**

El propósito de este estudio fue establecer las diferencias en la evolución de la maduración y en especial de las características de textura de queso Chanco reducido en grasa, que ha sido procesado con leche con predominancia de variante genética B de  $\kappa$ -caseína y  $\beta$ -lactoglobulina, adición de suero en polvo y leche mezcla normal. Los tratamientos fueron: T1 (control), elaborado con leche mezcla; T2, elaborado con leche mezcla, suero en polvo (3%) y cultivo adjunto *Lactobacillus helveticus*; T3, elaborado con leche con predominio de variante genética B de  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina y cultivo adjunto *Lactobacillus helveticus* y T4, elaborado con leche con predominio de variante genética B de  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina, suero en polvo (3%) y cultivo adjunto *Lactobacillus helveticus*. Las variantes utilizadas no influyeron en las características físicas y químicas, proteólisis y perfil textural durante el proceso de maduración, a diferencia del suero en polvo, que favoreció la producción de ácido láctico y retención de humedad, provocando una disminución de pH y de la textura. Finalmente, la correlación significativa entre los resultados obtenidos por métodos instrumentales y sensoriales en los parámetros de firmeza, elasticidad y cohesividad, respalda el uso del texturómetro, a diferencia de la adhesividad que no la obtuvo.

**Palabras claves:** Queso Chanco reducido en grasa, variante genética B de  $\kappa$ -caseína y B de  $\beta$ -lactoglobulina, suero en polvo.

## SUMMARY

### **RIPENING OF REDUCED FAT CHANCO CHEESE, ELABORATED WITH MILK CONTAINING THE GENETIC VARIANT OF K-CASEIN B AND B-LACTOGLOBULIN B AND THE ADDITION OF WHEY POWDER**

The purpose of the research was to establish the differences in the ripening evolution and especially of the textured characteristics of the reduced fat Chanco cheese, which has been processed with a milk mix with predominance of genetic variant B of  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin, whey powder and normal milk. The treatments were: T1 (control), elaborated with normal milk, T2 elaborated with normal milk, whey powder (3% m/m) and an added culture of *Lactobacillus helveticus*, T3 whey powder plus the added culture of *Lactobacillus helveticus*; T3 elaborated with genetically manipulated milk B of  $\kappa$ -casein and B of  $\beta$ -lactoglobulin and a culture of *Lactobacillus helveticus*, and T4 elaborated with genetically manipulated milk B of  $\kappa$ -casein and B of  $\beta$ -lactoglobulin, whey powder (3% m/m) plus a culture of *Lactobacillus helveticus*. The variants did not influence in the physical and chemical characteristics, proteolysis and textural profile during the maturing process, unlike the whey powder, which favored the lactic acid production and moisture retention, causing a reduction of pH and the texture. Finally, significant correlation exists between the results produced by the instrumental and sensorial tests, related to the firmness, springiness and cohesiveness parameters, despite the adhesiveness, which did not present any correlation.

**Keywords:** Reduced fat Chanco cheese, genetic variant of  $\kappa$ -casein B and B-lactoglobulin B, of whey powder.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ALAIS, C. 1985. Ciencia de la Leche; Principios de Técnica Lechera. 2ª ed. Barcelona, España. Reverté. 873 p.
- AKOH, C. 1998. Fat replaces. Food Technology. 52 (3): 47 - 53.
- AMIOT, J. 1991. Ciencia y Tecnología de la Leche. Zaragoza, España. Acribia. 547 p.
- ARDÖ, Y. 1997. Flavour and texture in low-fat cheese. In: Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk. Barry, L. Blackie Academic & Professional, London. pp. 206 - 218.
- ARTEAGA, M. 2004. Evolución de la maduración de queso Chanco con adición de suero en polvo. Tesis M. Sc. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 236 p.
- ASTETE, A.M. 1989. Estudio de procesamiento, maduración y características del queso tipo Maribo, elaborado mediante la adición de sólidos lácteos. Tesis M. Sc. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 164 p.
- BANKS, J. 2004. The Technology of Low – Fat Cheese Manufacture. International Journal of Dairy Technology. 57 (4): 199 – 207.
- BENAVIDES, T. 2003. Efecto de las variantes genéticas A y B de  $\kappa$ -caseína y  $\beta$ -lactoglobulina sobre las propiedades de coagulación de la leche. Tesis Lic. Cs. Alim. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 108 p.
- BERNABUCCI, U., LACETERA, N., RONCHI, B y NARDONE, A. 2002. Effects of the hot season on milk protein fractions in Holstein cows. Animal Research. 51: 25 – 33.
- BERTOLA, N., BEVILACCQUA, A., ZARITZKY, E. 1992. Proteolytic and Rheological Evaluation of Maturation of Tybo Argentino Cheese. Journal of Dairy Science. 75(12): 3273 – 3281.
- BINTSIS, T. 2006. Quality of the Brine. In: TAMIME. A. Y. Brined Cheese. UK. Blackwell. Publishing. pp: 264 - 294.
- BOBE, G., FREEMAN, A., LINDERBERG, G., BEITZ, D. 2004. The influence of milk protein phenotypes on fatty acid composition of milk from Holstein cows. Michwissenschaft. 59 (1/2): 3 - 5.
- BRITO, C., MANRÍQUEZ, X., MOLINA L., PINTO, M. 2003. Estudio de maduración de queso Chanco bajo en grasa elaborado con leche homogeneizada. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 53 (3):209 - 305.

- BRITO, C., ASTETE, M., PINTO, M. Y MOLINA, LH. 2000. Maribo cheese manufactured with concentrated milk: characteristics, maturation and yield. *International Journal of Dairy Technology*. 53(1):6 - 12.
- BRITO, C.; MORALES, O.; PINTO, M.; MOLINA, L. y PESSOT, R. 1996. Evolución de la maduración de queso Chanco tipo campo almacenada a altas temperaturas. Parte II. Proteólisis. *Agrosur*. 24 (1): 1 – 13.
- BRITO, C.; MORALES, O.; MOLINA, L.; PESSOT, R y PINTO, M. 1995. Evolución de la maduración de queso Chanco tipo campo almacenada a altas temperaturas. Parte I. Parámetros fisicoquímicos y pérdida de peso. *Agrosur*. 23 (2): 95 – 106.
- BRITO, C. 1993. Aspectos bioquímicos de la maduración de quesos. *Alimentos*. 18 (4): 40 – 55.
- BRITO, C. 1990. Cultivos Lácticos; Su influencia sobre la calidad físico – organoléptica de los quesos. *Alimentos*. 15 (3): 61 – 65.
- BRITO, C. 1985. Aspectos tecnológicos y caracterización del queso Chanco de campo. *Alimentos*. 10(3): 41 - 46.
- BROWN, J. A., FOGEDING, E. A., DAUBERT, C. R., DRAKE, M. A., Y GUMPERTZ, M. 2003. Relationship among rheological and sensorial properties of young cheeses. *Journal of Dairy Science*. 86(10):3054 - 3067.
- BRYANT, A., USTUNOL, Z., STEFFE, J. 1995. Texture of Cheddar cheese as influenced by fat reduction. *Journal of Food Science*. 60 (6):1217 - 1219.
- CASANUEVA, E., KAUFER, M., PEREZ, A. y ARROYO, P. 2001. *Nutriología Médica*. 2<sup>da</sup> Edición. Buenos Aires. Médica Panamericana. 719 p.
- CASTAÑEDA, R. 2002. La reología en la caracterización y tipificación de quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. (26):48 – 53.
- CHARLES, A., DE ALABA, D., ESCAMILLA, C. 2003 Estudio comparativo del efecto de diferentes sustitutos de grasa en las propiedades de queso tipo OAXACA bajo en grasa. IV Congreso Regional en Ciencias de los Alimentos. Monterrey, México. < <http://www.uanl.mx/publicaciones/respyn/especiales/memorias-atam/16.htm> (18/05/05).
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION, INN. 1999. Productos Lácteos- Queso Chanco: Requisitos. Norma Chilena 2090.Of. 1999. 5 p.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION, INN. 1979. Leche y productos lácteos. Determinación de pH. Norma Chilena 1671. Of. 1979. 3 p.
- CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS, ODEPA. 2006 a. Boletín de la Leche Año 2005. Santiago. Chile. 56 p.
- CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS, ODEPA. 2006 b. Boletín Estadístico de comercio Silvoagropecuario Año 2005. Santiago. Chile. 24 p.
- CHILE, MINISTERIO DE SALUD. 2004. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Departamento de asesoría jurídica. Santiago. Chile. 247 p.
- DELAHUNTY, C. M., DRAKE, M.A. 2003. Sensory character of cheese and its evaluation. In: FOX, P., McSWEENEY, P.L.H., COGAN, M and GUINEE, P. *Cheese. Chemistry, Physics and Microbiology. General Aspects*. 3<sup>rd</sup> edition. London. Elsevier Science. pp: 435-448.

- EL SODA, M., MADKOR, S. A. y TONG, P. S. 2000 a. Adjunct cultures: Recent developments and potential significance to the cheese industry. *Journal of Dairy Science*. 83 (4): 609 – 619.
- EL SODA, M., MADKOR, S. A. y TONG, P. S. 2000 b. Enhancement of cheddar cheese flavour using freeze shocked cells of *L. helveticus* and *L. acidophilus*. In: *Cheese Ripening and Technology: Abstracts of IDF Symposium*. International Dairy Federation Symposium on Cheese Ripening and Technology. Brussels:IDF. pp. 51.
- EL SODA, M., CHEN, C., RIESTERER, B y OLSON, N. 1991. Acceleration of low-fat cheese ripening using lyophilized extracts or freeze shocked cells of some cheese related microorganisms. *Milchwissenschaft*. 46 (6): 358-359.
- ESNAOLA, V. 2005. Situación del mercado del queso en Chile. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA. Santiago. Chile. 20 p.
- FAO, FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. 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. 132 p.
- FARKYE, N. 2004. Cheese technology. *International Journal of Dairy Technology*. 57(2/3): 91 - 98.
- FENELON, M.A., O'CONNOR, P. y GUINEE, T.P. 2000. The effect of fat content on the microbiology and proteolysis in Cheddar cheese during ripening. *Journal of Dairy Science*. 83 (10): 2173 - 2183.
- FENNEMA, O. 2000. *Química de los Alimentos*. 2ª ed. Zaragoza. España. Acribia. 1258 p.
- FITZGERALD, R. y HILL, J. 1997. The Relationship between Milk Protein Polymorphism and the Manufacture and Functionality of Dairy Products. En: *Milk Protein Polymorphism*. International Dairy Federation. Brussels, Belgium. pp. 355-371.
- FOX, P. F. 2003 Biochemistry of Cheese Ripening. In: ROGINSKI, H., FUQUAY, J and FOX, P. (Ed) *Encyclopedia of Dairy Science*. London. Elsevier Science. pp: 320 – 330.
- FOX, P. F, and McSWEENEY, P.L.H. 1998. *Dairy Chemistry and Biochemistry*. London, UK. Blackie Academic and Professional. 479 p.
- GONZÁLES DEL LLANO, D. 1990. Bioquímica de la maduración del queso: (II Proteólisis). *Industrias lácteas españolas*. 147: 47 - 51.
- GUINEE, T, P. 2004. Salting and the role of salt in cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 57 (2/3):99 - 109.
- GWARTNEY, E, A, FOEGEDING, E, A, y LARIK, D, K. 2002. The texture of commercial Full-fat and Reduced-fat Cheese. *Journal of Food Science*. 67 (2): 812 - 816.
- HOIER, E y SORENSEN, N. 2000. Adjunct cultures as flavour tools for cheese. IN: *Cheese Ripening and Technology*. International Dairy Federation. pp: 50.

- HORT, J. GREYS, G., WOODMAN, J. 1998. Developments in the textural and rheological properties of Cheddar cheese during ripening. IN: Cheese ripening and technology. International Dairy Federation. pp: 56.
- IDF, INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. 1982. Cheese and processed cheese. Determination of the total solids content (Reference method) i.s. IDF – FIL. 4-A. Int. Dairy Fed., Brussels, Belgium.
- . 1981. Catalogue of cheeses. Bulletin IDF-FIL. 141. 40 p.
- . 1993. Milk. Determination of nitrogen content. (Reference method) I. S. IDF – FIL. 20B. Int. Dairy Fed., Brussels, Belgium.
- INDA, A. 2000. Optimización de rendimiento y aseguramiento de inocuidad en la industria de la quesería. Organización de los Estados Americanos OEA. México. pp: 64 – 66.
- INOCENTE, N., PITTIA, P., STEFANUTO, O., CORRADINI, C. 2002. Correlation among instrumental texture, chemical composition and presence of characteristic holes in a semi hard Italian cheese. *Milchwissenschaft*. 57 (4):204 - 211.
- KLEIN, N., MAILLARD, A., THIERRY, A. 2000. Cheese volatiles aroma compounds produced by catabolism of amino acids from *Lactobacillus helveticus* and *Brevibacterium linens*. IN: Cheese Ripening and Technology. International Dairy Federation. pp: 78.
- LAWRENCE, R.C; CREAMER, L.K Y GILLES, J. 1991. Symposium: cheese ripening technology. Texture development during cheese ripening. *Journal of Dairy Science* 70 (8): 1748 - 1760.
- LEBECQUE, A., LAGUET, A. DEVAUX, M. Y DUFOUR, E. 2001. Delineation of the texture of Salers cheese by sensory and physical methods. *Le Lait*. 81(5):609 - 624.
- LIZAMA, A. 2004. Estudio de la maduración en Queso Chanco de reducido tenor graso, elaborado con la incorporación de imitadores grasos. Tesis Lic. Cs. Alim. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 180 p.
- LOPEZ, R. 2004. Determinación del sexo y genotipificación del gen de la  $\kappa$ -caseína en embriones bovinos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 17(3): 231 - 240.
- LO, C. y BASTIAN, E. 1998. Incorporation of native and denatured whey proteins into cheese curd for manufacture of reduced fat, Havarti-type cheese. *Journal of Dairy Science*. 81 (1): 16 – 24
- LOWRY, O., ROSEBROUGH, N., FARR, A. y RANDALL, R. 1951. Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent. *Journal of Biological Chemistry*. 193: 265-275.
- LUCEY, J., JOHNSON, M., HORNE, D. 2003. Invited Review: Perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Technology* 86: 2725 - 2743.

- MANRIQUEZ, X. 2000. Desarrollo de queso Chanco de bajo tenor graso utilizando proceso de homogenización. Estudio de maduración. Tesis Lic. Cs. Alim. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 188 p.
- McSWEENEY, P, L, H. 2004. Biochemistry of cheese ripening. International Journal of Dairy Technology. 57 (2/3): 127 - 144.
- MEILGAARD, M., CIVILLE, G y CARR, T 1999. Sensory evaluation techniques. 3<sup>rd</sup> edition. New York. CRC. 387 p.
- MISTRY, V.V. 2000. Low fat cheese technology. In: Cheese ripening and technology. Abstracts of IDF Symposium. International Dairy Federation Symposium on Cheese Ripening and Technology. Brussels: IDF. pp: 57
- MISTRY, V. y KASPERSON, K. 1998. Influence of salt on the quality of reduced fat Cheddar cheese. Journal of Dairy Science. 81(5):1215 - 1221.
- MOLINA, L., KRAMM, J., BRITO, C., CARRILLO, B., PINTO, M. y FERRANDO, A. 2006 a. Protein composition of milk from Holstein-Friesian dairy cows its relationship with the variants A and B of kappa-casein and beta-lactoglobulin (Part I). International Journal of Dairy Technology. 59(3): 193 – 187.
- MOLINA, L., BENAVIDES, T., BRITO, C., CARRILLO, B. y MOLINA, I. 2006 b. Relationship between A and B variants of  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin and coagulation properties of milk (Part II). International Journal of Dairy Technology. 59(3): 188 – 191.
- NG-KWAI-HANG, K., OTTER, D., LOWE, E., BOLAND, M. y AULDIST, M. 2002. Influence of genetic variants of  $\beta$ -lactoglobulin on milk composition and size casein micelles. Milchwissenschaft 57(6): 303 – 306.
- OLIVEIRA, M. N & BRITO, C. 2006. Brined cheeses and analogues of Latin American Origin. In: TAMIME. A. Y. Brined Cheese. UK. Blackwell. Publishing. pp: 211 - 245.
- OJEDA, M. 2005. El análisis sensorial de los alimentos. < [http://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/alimentacion/jornadas/2jornadaqueso/Caracterizacion%20olfatogustativa%20del%20quesos\\_Monica%20.pdf](http://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/alimentacion/jornadas/2jornadaqueso/Caracterizacion%20olfatogustativa%20del%20quesos_Monica%20.pdf) (20/05/2006).
- PINHO, O., MENDES, E., ALVES, M and Ferrerira, I. 2004. Chemical, physical and sensorial characteristics of “TERRINCHO” cheese: Changes during Ripening and intravarietal comparison. Journal of Dairy Science. 87: 249 – 257.
- PINTO, M., VEGA Y LEON, S. Y PÉREZ, N. 1998. Métodos de análisis de la leche y derivados; Garantía de calidad. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 491 p.
- PUNIDADAS, P, TUNG, M. A and FEIRTAG, J. 2000. Potential use of homogenized whey protein dispersions and process modification for the manufacture of low-fat and reduces-fat cheddar type cheeses. International Journal of Dairy Technology. 53 (2): 45 - 50.
- RAMÍREZ, P. 2005. Efecto de las Variantes Genéticas A y B de  $\kappa$ -caseína y  $\beta$  - lactoglobulina, sobre la Composición Proteica y Mineral de la Leche. Época de

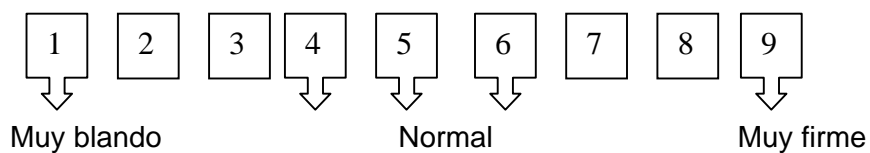
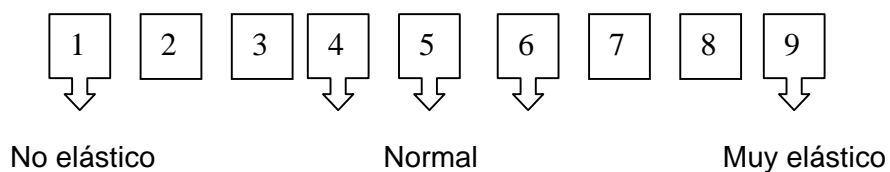
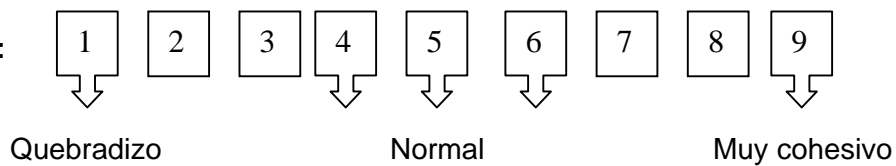
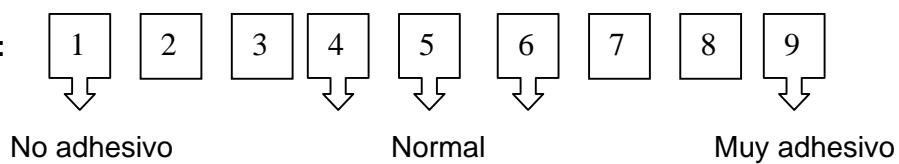


- Otoño Tesis Lic. Cs. Alim. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 102 p.
- RUDAN, M. A. y BARBANO, D. M., YUN, J. J. y KINDSTEDT, P. S. 1999. Effect of fat reduction on chemical composition, proteolysis, functionality, and yield of Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*. 82 (4): 661 - 672.
- SALAZAR, S. 2005. Maduración de Queso Chanco de reducido contenido graso, con adición de suero en polvo y cultivo adjunto atenuado. Tesis Lic. Cs. Alim. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 139 p.
- SCOTT, R. 1991. Fabricación de Queso. Zaragoza, España. Acribia. 520 p.
- STEFFE, J. F 1996. Rheological methods in food process engineering. Miami, Estados Unidos de America. Freeman . 418 p.
- SUTHERLAND, 2003. Salting of cheese. In: ROGINSKI, H, FUQUAY, J and FOX, P. (Ed) *Encyclopedia of Dairy Science*. London. Elsevier Science. pp: 293 - 299
- TAPIA, A. 2006. Ansiedad, un importante factor a considerar para el adecuado diagnóstico y tratamiento de pacientes con sobrepeso y obesidad. Suplemento Revista Chilena de Nutrición. 33 (2): 352 - 357.
- TUNICK, M.2000. Rheology of dairy foods that gel, stretch, and fracture. *Journal of Dairy Science* 83 (8):1892-1898.
- UPRETI, P., METZGER, E., HAYES, K. 2006. Influence of Calcium and Phosphorus, Lactose, and Salt-to-Moisture Ratio on Cheddar Cheese Quality: Proteolysis During Ripening. *Journal of Dairy Science*. 89: 444-453.
- URRUTIA, M. 2006. Relación entre las variantes genéticas de K-caseína con el contenido de proteína, calcio, fósforo y estabilidad térmica en la leche de vacas de Frisón Negro. Época de invierno. Tesis Lic. Cs. Alim. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias.70 p.
- VAN VLIET, T. 1991. Terminology to be used in cheese rheology. In: *Rheological and Fracture Properties of cheese*. IDF Bull 268. International Dairy Federation., Brussels, Belgium. pp 5 – 15.
- WALSH, C.; GUINEE, T.; HARRINGTON, D.; MEHRA, R.; MURPHY, J.; CONNOLLY, J. y FITZGERALD, R. 1998. Cheesemaking, compositional and functional characteristics of low-moisture part-skim Mozzarella cheese from bovine milks containing  $\kappa$ -casein AA, AB or BB genetic variants. *Journal of Dairy Research*. 65: 307-315.
- WALSTRA, P., GEURTS, T., NOOMEN; A., JELLEMA; M. van BOEKEL. 1999. *Dairy Technology; Principles of Milk Properties and Processes*. Marcel Dekker, Inc. New York. 727 p.
- XIONG, R., MEULLENET J. E., HANKINS, J. A. and CHUNG. W. K. 2002. Relationship between sensory and instrumental hardness of commercial cheeses. *Journal of Food Science*. 67 (2):877-883.
- ZOON, P. 1991. The relation between instrumental and sensorial evaluation of the rheological and fracture properties of cheese. *IDF-FIL. Bulletin* 268:30-35.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

## Guía de calificación de los parámetros sensoriales de queso Chanco

**Test: Perfil textural****Tipo: Test analítico****Firmeza:****Elasticidad:****Cohesividad:****Adhesividad:**

## Continuación ANEXO 1

### Descripción de atributos sensoriales de queso Chanco

**Firmeza:** Se evalúa la fuerza requerida para penetrar la masa del queso con los molares.

*Normal:* El queso Chanco debe ser de masa semiblanda, mantecosa, correspondiente a valores entre 4 y 6.

*Defecto:* Masa muy blanda (valor 1) o muy firme (valor 9).

**Elasticidad:** Se evalúa la deformación (estiramiento) de la masa sin producirse ruptura de ésta. Debe doblarse la muestra de queso, levemente con las manos.

*Normal:* El queso Chanco debe ser una masa medianamente elástica, correspondiente a valores entre 4 y 6.

*Defecto:* Masa poco elástica y quebradiza (valor 1) o muy elástica (valor 9).

**Cohesividad:** Se evalúa la masa en relación a su continuidad (homogénea) al paladar.

*Normal:* El queso Chanco debe ser cohesivo, deshacerse homogéneamente en la boca, lo que corresponde a valores entre 4 y 6.

*Defecto:* Masa desmenuzable, heterogénea e irregular al paladar, poco cohesivo y quebradizo (valor 1) o muy cohesivo (valor 9).

**Adhesividad:** Capacidad de la masa de pegarse o unirse al paladar durante su masticación, también corresponde la dificultad para remover el queso desde el paladar durante la degustación.

*Normal:* El queso Chanco debe ser medianamente adhesivo, correspondiendo a valores entre 4 y 6.

*Defecto:* Poco adhesivo (valor 1) o muy adhesivo (valor 9).

**FUENTE:** BRITO (1985); MEILGAARD (1999); GWARTNEY **et al.** (2002); SALAZAR (2005).

## Continuación ANEXO 1

## Tabla de respuestas

Nombre:

Fecha:

Hora:

Sírvase analizar las siguientes muestras, tomando en cuenta las características de los atributos descritos anteriormente. De acuerdo a la guía de calificación, en el casillero correspondiente anote el puntaje que mejor represente su opinión.

Firmeza:	<b>Muestra</b>				
	<b>Puntaje</b>				

Observaciones: \_\_\_\_\_

Elasticidad:	<b>Muestra</b>				
	<b>Puntaje</b>				

Observaciones: \_\_\_\_\_

Cohesividad:	<b>Muestra</b>				
	<b>Puntaje</b>				

Observaciones: \_\_\_\_\_

Adhesividad:	<b>Muestra</b>				
	<b>Puntaje</b>				

Observaciones: \_\_\_\_\_

## ANEXO 2

## Resultados de materia grasa en base total y en base seca (%)

## 2.1 Resultados de los análisis.

MG/BT (%)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
0	1	16,50	15,50	15,50	13,90
	2	16,25	18,25	15,75	18,50
	3	16,00	15,50	16,50	18,50
	<b>Media</b>	<b>16,25</b>	<b>16,42</b>	<b>15,92</b>	<b>16,97</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,25</b>	<b>1,59</b>	<b>0,52</b>	<b>2,66</b>
14	1	16,65	15,75	15,65	14,50
	2	16,50	18,50	16,00	18,75
	3	16,25	16,50	16,75	19,00
	<b>Media</b>	<b>16,47</b>	<b>16,92</b>	<b>16,13</b>	<b>17,42</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,20</b>	<b>1,42</b>	<b>0,56</b>	<b>2,53</b>
28	1	16,75	16,25	16,00	14,95
	2	16,75	18,75	16,35	19,00
	3	16,50	17,00	17,00	19,50
	<b>Media</b>	<b>16,67</b>	<b>17,33</b>	<b>16,45</b>	<b>17,82</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,14</b>	<b>1,28</b>	<b>0,51</b>	<b>2,49</b>
42	1	17,00	16,50	16,20	15,50
	2	17,00	19,00	16,50	19,23
	3	16,75	17,50	17,25	19,65
	<b>Media</b>	<b>16,92</b>	<b>17,67</b>	<b>16,65</b>	<b>18,13</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,14</b>	<b>1,26</b>	<b>0,54</b>	<b>2,28</b>
MG/BS (%)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
0	1	35,67	35,50	33,66	33,84
	2	33,62	37,14	32,70	38,31
	3	33,88	34,59	34,62	39,14
	<b>Media</b>	<b>34,39</b>	<b>35,74</b>	<b>33,66</b>	<b>37,10</b>
	<b>D E</b>	<b>1,12</b>	<b>1,29</b>	<b>0,96</b>	<b>2,85</b>
14	1	34,22	35,38	32,31	34,24
	2	34,01	36,50	32,41	36,60
	3	32,09	36,10	34,56	39,28
	<b>Media</b>	<b>33,44</b>	<b>35,99</b>	<b>33,09</b>	<b>36,71</b>
	<b>D E</b>	<b>1,17</b>	<b>0,57</b>	<b>1,27</b>	<b>2,52</b>
28	1	34,89	36,69	32,98	33,36
	2	33,75	36,76	33,02	37,07
	3	32,33	36,39	34,01	39,67
	<b>Media</b>	<b>33,66</b>	<b>36,61</b>	<b>33,34</b>	<b>36,70</b>
	<b>D E</b>	<b>1,28</b>	<b>0,20</b>	<b>0,58</b>	<b>3,17</b>
42	1	34,43	35,29	33,07	33,21
	2	33,42	36,50	32,94	36,98
	3	32,11	36,57	34,79	39,52
	<b>Media</b>	<b>33,32</b>	<b>36,12</b>	<b>33,60</b>	<b>36,57</b>
	<b>D E</b>	<b>1,16</b>	<b>0,72</b>	<b>1,03</b>	<b>3,17</b>

## 2.2 Análisis estadístico por día de maduración.

P	T	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
<b>MG BT (%)</b>	0	Cochran's	0,712	0,096*				
		Bartlett	3,344	0,046*				
		Levene	0,474	0,709				
	14	Cochran's	0,729	0,079*				
		Bartlett	3,433	0,043*				
		Levene	0,650	0,605				
	28	Cochran's	0,764	0,053*				
		Bartlett	4,207	0,023*				
		Levene	0,830	0,513				
	42	Cochran's	0,733	0,076*				
		Bartlett	3,755	0,033*				
		Levene	0,798	0,529				
<b>MG BS (%)</b>	0	Cochran's	0,679	0,132	Entre	6,918	2,31	0,152
		Bartlett	1,505	0,439	Dentro	2,991		
		Levene	0,443	0,728				
	14	Cochran's	0,657	0,161	Entre	9,821	4,06	0,050*
		Bartlett	1,655	0,343	Dentro	2,419		
		Levene	0,777	0,539				
	28	Cochran's	0,832	0,019*				
		Bartlett	4,422	0,020*				
		Levene	2,080	0,181				
	42	Cochran's	0,774	0,046*				
		Bartlett	1,964	0,215				
		Levene	1,257	0,352				

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas entre los tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza. Esto invalida la mayoría de los tests estadísticos estándar.

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

### 2.3 Análisis estadístico por tratamiento evaluado.

P	T	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
<b>MG BT (%)</b>	1	Cochran's	0,431	0,737	Entre	0,243	6,69	0,014*
		Bartlett	1,117	0,865	Dentro	0,036		
		Levene	0,255	0,856				
	2	Cochran's	0,324	1,000	Entre	0,875	0,45	0,724
		Bartlett	1,018	0,989	Dentro	1,943		
		Levene	0,006	0,999				
	3	Cochran's	0,278	1,000	Entre	0,319	1,12	0,396
		Bartlett	1,003	0,999	Dentro	0,284		
		Levene	0,006	0,999				
	4	Cochran's	0,283	1,000	Entre	0,758	0,12	0,945
		Bartlett	1,006	0,998	Dentro	6,223		
		Levene	0,003	1,000				
<b>MG BS (%)</b>	1	Cochran's	0,293	1,000	Entre	0,690	0,49	0,698
		Bartlett	1,005	0,998	Dentro	1,405		
		Levene	0,022	0,995				
	2	Cochran's	0,655	0,164	Entre	0,401	0,63	0,616
		Bartlett	1,978	0,211	Dentro	0,637		
		Levene	0,846	0,507				
	3	Cochran's	0,410	0,823	Entre	0,204	0,21	0,889
		Bartlett	1,150	0,819	Dentro	0,986		
		Levene	0,119	0,946				
	4	Cochran's	0,291	1,000	Entre	0,156	0,02	0,996
		Bartlett	1,017	0,990	Dentro	8,656		
		Levene	0,039	0,989				

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

### 2.4 Contraste de Kruskal-Wallis.

Parámetro	Tiempo	P-valor
<b>MG/BT (%)</b>	0	0,755
	14	0,791
	28	0,722
	42	0,627
<b>MG/BS (%)</b>	0	0,248
	14	0,057
	28	0,120
	42	0,123

(\*): Valor  $P > 0,05$  indica que el factor no tiene un efecto significativo al 95% de confianza



**2.5 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.**

Parámetro	Tiempo	Día de maduración		Tratamiento	Tratamiento	
		Tratamiento			Tratamiento	Tiempo
MG/BT (%)	0	1	a	1	0	B
		2	a		14	AB
		3	a		28	AB
		4	a		42	A
	14	1	a	2	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A
	28	1	a	3	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A
	42	1	a	4	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A
MG/BS (%)	0	1	a	1	1	A
		2	a		2	A
		3	a		3	A
		4	a		4	A
	14	1	b	2	0	A
		2	ab		14	A
		3	b		28	A
		4	a		42	A
	28	1	a	3	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A
	42	1	a	4	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A

## 2.6 Análisis estadístico combinado del queso Chanco.

Parámetro	Análisis de varianza			
	Fuente	C M	Coef - F	P-Valor
MG/BT (%)	Tratamiento	3,91099	2,35	0,0868
	Tiempo	2,04199	1,22	0,3129
MG/BS (%)	Tratamiento	34,1998	14,51	0,0000*
	Tiempo	0,4064	0,17	0,9144

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza.

## 2.7 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.

Parámetro	Día de maduración		Tratamiento	
	Tratamiento		Tiempo	
MG/BT (%)	1	a	0	A
	2	a	14	A
	3	a	28	A
	4	a	42	A
MG/BS (%)	1	b	0	A
	2	a	14	A
	3	b	28	A
	4	a	42	A

## ANEXO 3

## Resultados de humedad en base total (H/BT) y en queso desgrasado (H/QD) (%)

## 3.1 Resultados de los análisis.

H/BT (%)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
0	1	53,74	56,34	53,95	59,22
	2	52,40	51,54	51,06	51,71
	3	52,78	55,19	52,34	52,73
	<b>Media</b>	<b>52,97</b>	<b>54,36</b>	<b>52,45</b>	<b>54,55</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,69</b>	<b>2,51</b>	<b>1,45</b>	<b>4,07</b>
14	1	51,78	55,91	52,03	57,65
	2	51,48	49,31	50,64	49,46
	3	50,15	54,29	50,81	51,63
	<b>Media</b>	<b>51,14</b>	<b>53,17</b>	<b>51,16</b>	<b>52,91</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,87</b>	<b>3,44</b>	<b>0,76</b>	<b>4,24</b>
28	1	51,17	55,03	51,48	55,03
	2	51,11	48,32	50,03	48,74
	3	48,97	53,28	50,01	50,85
	<b>Media</b>	<b>50,41</b>	<b>52,21</b>	<b>50,51</b>	<b>51,54</b>
	<b>D. E</b>	<b>1,25</b>	<b>3,48</b>	<b>0,84</b>	<b>3,20</b>
42	1	50,62	53,24	51,01	53,32
	2	49,13	47,95	49,91	48,08
	3	47,05	52,15	49,70	49,90
	<b>Media</b>	<b>48,93</b>	<b>51,11</b>	<b>50,21</b>	<b>50,43</b>
	<b>D. E</b>	<b>1,79</b>	<b>2,79</b>	<b>0,70</b>	<b>2,66</b>
H/QD (%)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
0	1	64,36	66,67	63,84	68,78
	2	62,57	63,04	60,61	63,45
	3	62,83	65,32	62,68	64,70
	<b>Media</b>	<b>63,25</b>	<b>65,01</b>	<b>62,38</b>	<b>65,64</b>
	<b>D E</b>	<b>0,97</b>	<b>1,83</b>	<b>1,64</b>	<b>2,78</b>
14	1	62,13	66,36	61,68	67,43
	2	61,65	60,50	60,29	60,87
	3	59,88	65,02	61,03	63,73
	<b>Media</b>	<b>61,22</b>	<b>63,96</b>	<b>61,00</b>	<b>64,01</b>
	<b>D E</b>	<b>1,19</b>	<b>3,07</b>	<b>0,69</b>	<b>3,29</b>
28	1	61,47	65,71	61,29	64,70
	2	61,39	59,47	59,81	60,17
	3	58,64	64,19	60,25	63,17
	<b>Media</b>	<b>60,50</b>	<b>63,12</b>	<b>60,45</b>	<b>62,68</b>
	<b>D E</b>	<b>1,61</b>	<b>3,25</b>	<b>0,76</b>	<b>2,30</b>
42	1	60,99	63,76	60,87	63,10
	2	59,31	59,20	59,77	59,52
	3	56,55	63,21	60,06	62,10
	<b>Media</b>	<b>58,95</b>	<b>62,06</b>	<b>60,23</b>	<b>61,57</b>
	<b>D E</b>	<b>2,24</b>	<b>2,49</b>	<b>0,57</b>	<b>1,84</b>

### 3.2 Análisis estadístico por día de maduración.

P	D	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
<b>H BT</b> (%)	0	Cochran's	0,652	0,169	Entre Dentro	3,195 6,362	0,500	0,691
		Bartlett	1,991	0,207				
		Levene	0,567	0,652				
	14	Cochran's	0,578	0,301	Entre Dentro	3,618 7,791	0,460	0,715
		Bartlett	2,514	0,107				
		Levene	0,958	0,458				
	28	Cochran's	0,492	0,526	Entre Dentro	2,226 6,161	0,360	0,783
		Bartlett	1,796	0,275				
		Levene	0,764	0,546				
	42	Cochran's	0,420	0,782	Entre Dentro	2,490 4,648	0,540	0,671
		Bartlett	1,518	0,430				
		Levene	0,511	0,686				
<b>H QD</b> (%)	0	Cochran's	0,527	0,424	Entre Dentro	6,893 3,687	1,870	0,213
		Bartlett	1,296	0,633				
		Levene	0,381	0,770				
	14	Cochran's	0,489	0,535	Entre Dentro	8,291 5,533	1,500	0,287
		Bartlett	1,918	0,230				
		Levene	0,871	0,495				
	28	Cochran's	0,555	0,352	Entre Dentro	5,988 4,768	1,260	0,353
		Bartlett	1,573	0,391				
		Levene	0,528	0,675				
	42	Cochran's	0,414	0,804	Entre Dentro	5,883 3,740	1,570	0,270
		Bartlett	1,543	0,412				
		Levene	0,404	0,754				

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

### 3.3 Análisis estadístico por tratamiento evaluado.

P	T	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
<b>H<sub>BT</sub></b> (%)	1	Cochran's	0,535	0,403	Entre	8,451	5,620	0,023*
		Bartlett	1,296	0,633	Dentro	1,504		
		Levene	0,390	0,764				
	2	Cochran's	0,319	1,000	Entre	5,722	0,600	0,632
		Bartlett	1,039	0,969	Dentro	9,507		
		Levene	0,057	0,981				
	3	Cochran's	0,541	0,387	Entre	2,975	3,070	0,091
		Bartlett	1,201	0,750	Dentro	0,969		
		Levene	0,345	0,794				
	4	Cochran's	0,347	1,000	Entre	9,501	0,730	0,561
		Bartlett	1,070	0,930	Dentro	12,981		
		Levene	0,079	0,969				
<b>H<sub>QD</sub></b> (%)	1	Cochran's	0,504	0,487	Entre	9,577	3,850	0,057
		Bartlett	1,224	0,720	Dentro	2,490		
		Levene	0,302	0,823				
	2	Cochran's	0,358	1,000	Entre	4,711	0,640	0,612
		Bartlett	1,095	0,897	Dentro	7,394		
		Levene	0,112	0,951				
	3	Cochran's	0,659	0,159	Entre	2,785	2,740	0,113
		Bartlett	1,447	0,485	Dentro	1,016		
		Levene	0,742	0,556				
	4	Cochran's	0,396	0,881	Entre	9,236	1,350	0,325
		Bartlett	1,093	0,899	Dentro	6,827		
		Levene	0,176	0,910				

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

**3.4 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.**

Parámetro	Tiempo	Día de maduración		Tratamiento	Tratamiento	
		Tratamiento			Tiempo	
H/BT (%)	0	1	a	1	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	AB
		4	a		42	B
	14	1	a	2	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A
	28	1	a	3	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A
	42	1	a	4	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A
H/QD (%)	0	1	a	1	1	A
		2	a		2	AB
		3	a		3	AB
		4	a		4	B
	14	1	a	2	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A
	28	1	a	3	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A
	42	1	a	4	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A

### 3.5 Análisis estadístico combinado del queso Chanco.

Parámetro	Análisis de varianza			
	Fuente	C M	Coef - F	P-Valor
H/BT (%)	Tratamiento	25,2381	2,03	0,1241
	Tiempo	10,1177	5,07	0,0044*
H/QD (%)	Tratamiento	25,1934	7,01	0,0007*
	Tiempo	24,4462	6,80	0,0008*

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica que existen diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza.

### 3.6 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.

Parámetro	Día de maduración		Tratamiento	
	Tratamiento		Tiempo	
H/BT (%)	1	a	0	A
	2	a	14	AB
	3	a	28	AB
	4	a	42	B
H/QD (%)	1	b	0	A
	2	a	14	AB
	3	b	28	B
	4	a	42	B

## ANEXO 4

## Resultados de Sólidos Totales (%)

## 4.1 Resultados de los análisis.

Sólidos Totales (%)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
0	1	46,26	43,66	46,06	40,78
	2	47,60	48,46	48,94	48,29
	3	47,22	44,81	47,66	47,27
	<b>Media</b>	<b>47,03</b>	<b>45,64</b>	<b>47,55</b>	<b>45,45</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,69</b>	<b>2,51</b>	<b>1,44</b>	<b>4,07</b>
14	1	48,22	44,09	47,97	42,35
	2	48,52	50,69	49,36	50,55
	3	49,85	45,71	49,19	48,38
	<b>Media</b>	<b>48,86</b>	<b>46,83</b>	<b>48,84</b>	<b>47,09</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,87</b>	<b>3,44</b>	<b>0,76</b>	<b>4,25</b>
28	1	48,73	44,97	48,52	44,97
	2	48,89	51,68	49,97	51,26
	3	51,04	46,72	49,99	49,15
	<b>Media</b>	<b>49,55</b>	<b>47,79</b>	<b>49,49</b>	<b>48,46</b>
	<b>D. E</b>	<b>1,29</b>	<b>3,48</b>	<b>0,84</b>	<b>3,20</b>
42	1	49,38	46,76	48,99	46,68
	2	50,77	52,05	50,09	51,93
	3	52,92	47,85	50,30	50,10
	<b>Media</b>	<b>51,02</b>	<b>48,89</b>	<b>49,79</b>	<b>49,57</b>
	<b>D. E</b>	<b>1,78</b>	<b>2,79</b>	<b>0,70</b>	<b>2,66</b>



#### 4.2 Análisis estadístico por día de maduración y tratamiento evaluado.

P	D	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza				
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor	
ST (%)	0	Cochran's	0,652	0,168	Entre	3,203	0,500	0,690	
		Bartlett	1,993	0,206	Dentro	6,358			
		Levene	0,568	0,652					
	14	Cochran's	0,578	0,300	Entre	3,607	0,460	0,716	
		Bartlett	2,517	0,106	Dentro	7,802			
		Levene	0,958	0,458					
	28	Cochran's	0,490	0,531	Entre	2,182	0,350	0,789	
		Bartlett	1,777	0,283	Dentro	6,184			
		Levene	0,752	0,551					
	42	Cochran's	0,419	0,780	Entre	2,382	0,510	0,685	
		Bartlett	1,519	0,428	Dentro	4,645			
		Levene	0,501	0,686					
		<b>T</b>	<b>Test</b>		<b>P-Valor</b>	<b>Fuente</b>	<b>C M</b>	<b>Coef-F</b>	<b>P-Valor</b>
	1	Cochran's	0,524	0,432	Entre	8,258	5,440	0,025*	
		Bartlett	1,294	0,636	Dentro	1,519			
		Levene	0,382	0,769					
	2	Cochran's	0,319	1,000	Entre	5,722	0,600	0,632	
		Bartlett	1,039	0,969	Dentro	9,507			
		Levene	0,057	0,981					
	3	Cochran's	0,539	0,392	Entre	2,966	3,070	0,091	
		Bartlett	1,199	0,753	Dentro	0,966			
		Levene	0,341	0,796					
	4	Cochran's	0,347	1,000	Entre	9,507	0,730	0,562	
		Bartlett	1,070	0,930	Dentro	12,999			
Levene		0,079	0,970						

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

**4.3 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.**

Parámetro	Tiempo	Día de maduración		Tratamiento	Tratamiento	
		Tratamiento			Tiempo	
ST (%)	0	1	a	1	0	B
		2	a		14	AB
		3	a		28	A
		4	a		42	A
	14	1	a	2	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A
	28	1	a	3	0	B
		2	a		14	AB
		3	a		28	A
		4	a		42	A
	42	1	a	4	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A

**4.4 Análisis estadístico combinado del queso Chanco.**

Parámetro	Análisis de varianza			
	Fuente	C M	Coef - F	P-Valor
ST (%)	Tratamiento	9,98	2,00	0,1283
	Tiempo	25,06	5,03	0,0046*

(\*): P-Valor<0,05 indica que existen diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza.

**4.5 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.**

Parámetro	Día de maduración		Tratamiento	
	Tratamiento		Tiempo	
ST (%)	1	a	0	B
	2	a	14	AB
	3	a	28	AB
	4	a	42	A

## ANEXO 5

## Resultados de NaCl en base total y en humedad (%)

## 5.1 Resultados de los análisis.

NaCl (%)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
0	1	0,95	1,20	1,05	1,34
	2	0,83	1,15	1,12	1,34
	3	0,93	1,41	0,97	1,22
	<b>Media</b>	<b>0,90</b>	<b>1,25</b>	<b>1,05</b>	<b>1,30</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,06</b>	<b>0,13</b>	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>
14	1	1,07	1,70	1,14	1,92
	2	1,58	1,49	1,71	1,97
	3	1,48	1,54	1,32	1,49
	<b>Media</b>	<b>1,38</b>	<b>1,58</b>	<b>1,39</b>	<b>1,79</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,27</b>	<b>0,11</b>	<b>0,29</b>	<b>0,26</b>
28	1	1,92	1,88	1,88	1,95
	2	1,67	1,57	1,82	2,02
	3	1,52	1,63	1,58	1,53
	<b>Media</b>	<b>1,70</b>	<b>1,69</b>	<b>1,76</b>	<b>1,83</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,20</b>	<b>0,16</b>	<b>0,16</b>	<b>0,27</b>
42	1	2,02	2,11	1,90	2,07
	2	1,73	1,61	1,90	2,10
	3	1,59	1,65	1,61	1,57
	<b>Media</b>	<b>1,78</b>	<b>1,79</b>	<b>1,80</b>	<b>1,91</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,22</b>	<b>0,28</b>	<b>0,17</b>	<b>0,29</b>
NaCl en Humedad (%)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
0	1	1,77	2,12	1,94	2,26
	2	1,58	2,22	2,19	2,59
	3	1,76	2,56	1,86	2,31
	<b>Media</b>	<b>1,70</b>	<b>2,30</b>	<b>1,99</b>	<b>2,39</b>
	<b>D E</b>	<b>0,11</b>	<b>0,23</b>	<b>0,17</b>	<b>0,18</b>
14	1	2,07	3,04	2,20	3,33
	2	3,08	3,02	3,37	3,99
	3	2,95	2,84	2,60	2,89
	<b>Media</b>	<b>2,70</b>	<b>2,97</b>	<b>2,72</b>	<b>3,40</b>
	<b>D E</b>	<b>0,55</b>	<b>0,11</b>	<b>0,59</b>	<b>0,55</b>
28	1	3,76	3,41	3,64	3,55
	2	3,27	3,25	3,64	4,14
	3	3,10	3,06	3,16	3,01
	<b>Media</b>	<b>3,38</b>	<b>3,24</b>	<b>3,48</b>	<b>3,57</b>
	<b>D E</b>	<b>0,34</b>	<b>0,18</b>	<b>0,28</b>	<b>0,57</b>
42	1	3,99	3,96	3,72	3,88
	2	3,50	3,35	3,81	4,37
	3	3,38	3,16	3,24	3,15
	<b>Media</b>	<b>3,62</b>	<b>3,49</b>	<b>3,59</b>	<b>3,80</b>
	<b>D E</b>	<b>0,32</b>	<b>0,42</b>	<b>0,31</b>	<b>0,61</b>

## 5.2 Análisis estadístico por día de maduración.

P	D	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
NaCl (%)	0	Cochran's	0,566	0,326	Entre Dentro	0,102 0,008	12,190	0,002*
		Bartlett	1,237	0,704				
		Levene	0,274	0,843				
	14	Cochran's	0,354	1,000	Entre Dentro	0,115 0,060	1,910	0,206
		Bartlett	1,255	0,682				
		Levene	0,233	0,871				
	28	Cochran's	0,430	0,740	Entre Dentro	0,012 0,041	0,300	0,822
		Bartlett	1,092	0,900				
		Levene	0,106	0,954				
	42	Cochran's	0,366	1,000	Entre Dentro	0,011 0,060	0,190	0,901
		Bartlett	1,098	0,893				
		Levene	0,079	0,970				
NaCl H (%)	0	Cochran's	0,423	0,770	Entre Dentro	0,290 0,031	9,220	0,006*
		Bartlett	1,145	0,826				
		Levene	0,176	0,910				
	14	Cochran's	0,363	1,000	Entre Dentro	0,320 0,244	1,310	0,336
		Bartlett	1,725	0,307				
		Levene	0,547	0,664				
	28	Cochran's	0,587	0,282	Entre Dentro	0,059 0,136	0,440	0,733
		Bartlett	1,403	0,523				
		Levene	0,606	0,629				
	42	Cochran's	0,503	0,492	Entre Dentro	0,050 0,187	0,270	0,847
		Bartlett	1,176	0,783				
		Levene	0,322	0,809				

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

## 5.3 Análisis estadístico por tratamiento evaluado.

P	T	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
NaCl (%)	1	Cochran's	0,440	0,704	Entre	0,477	11,490	0,003*
		Bartlett	1,496	0,446	Dentro	0,042		
		Levene	0,450	0,724				
	2	Cochran's	0,571	0,317	Entre	0,164	4,840	0,033*
		Bartlett	1,286	0,644	Dentro	0,034		
		Levene	0,213	0,885				
	3	Cochran's	0,591	0,275	Entre	0,377	10,500	0,004*
		Bartlett	1,491	0,450	Dentro	0,036		
		Levene	0,491	0,698				
	4	Cochran's	0,380	0,954	Entre	0,232	3,970	0,053
		Bartlett	1,536	0,417	Dentro	0,058		
		Levene	0,257	0,854				
NaCl H (%)	1	Cochran's	0,564	0,331	Entre	2,213	16,540	0,001*
		Bartlett	1,659	0,341	Dentro	0,134		
		Levene	0,415	0,747				
	2	Cochran's	0,645	0,179	Entre	0,789	11,650	0,003*
		Bartlett	1,569	0,394	Dentro	0,068		
		Levene	0,585	0,641				
	3	Cochran's	0,638	0,189	Entre	1,651	11,920	0,003*
		Bartlett	1,485	0,454	Dentro	0,138		
		Levene	0,591	0,638				
	4	Cochran's	0,364	1,000	Entre	1,166	4,510	0,039*
		Bartlett	1,399	0,527	Dentro	0,259		
		Levene	0,598	0,634				

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

5.4 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.

Parámetro	Tiempo	Día de maduración		Tratamiento		
		Tratamiento		Tratamiento	Tiempo	
NaCl (%)	0	1	b	1	0	C
		2	a		14	B
		3	b		28	AB
		4	a		42	A
	14	1	a	2	0	B
		2	a		14	AB
		3	a		28	A
		4	a		42	A
	28	1	a	3	0	B
		2	a		14	B
		3	a		28	A
		4	a		42	A
	42	1	a	4	0	A
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A
NaCl H (%)	0	1	c	1	1	C
		2	ab		2	B
		3	bc		3	AB
		4	a		4	A
	14	1	a	2	0	C
		2	a		14	B
		3	a		28	AB
		4	a		42	A
	28	1	a	3	0	C
		2	a		14	B
		3	a		28	A
		4	a		42	A
	42	1	a	4	0	B
		2	a		14	A
		3	a		28	A
		4	a		42	A

### 5.5 Análisis estadístico combinado del queso Chanco.

Parámetro	Análisis de varianza			
	Fuente	C M	Coef - F	P-Valor
NaCl (%)	Tratamiento	0,16243	4,18	0,0113*
	Tiempo	1,17106	30,16	0,0000*
NaCl/H (%)	Tratamiento	0,42698	3,09	0,0375*
	Tiempo	5,52555	39,99	0,0000*

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica que existen diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza.

### 5.6 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.

Parámetro	Día de maduración		Tratamiento	
	Tratamiento		Tiempo	
NaCl (%)	1	b	0	C
	2	ab	14	B
	3	b	28	A
	4	a	42	A
NaCl/H (%)	1	b	0	C
	2	b	14	B
	3	ab	28	A
	4	a	42	A

## ANEXO 6

## Resultados de pH

## 6.1 Resultados de los análisis.

pH		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
0	1	5,28	5,05	5,30	5,00
	2	5,35	5,08	5,37	5,13
	3	5,30	5,10	5,28	5,17
	<b>Media</b>	<b>5,31</b>	<b>5,08</b>	<b>5,32</b>	<b>5,10</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>	<b>0,09</b>
14	1	5,28	4,99	5,30	4,93
	2	5,33	5,10	5,31	5,14
	3	5,32	5,03	5,34	5,09
	<b>Media</b>	<b>5,31</b>	<b>5,04</b>	<b>5,32</b>	<b>5,05</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,03</b>	<b>0,06</b>	<b>0,02</b>	<b>0,11</b>
28	1	5,31	4,98	5,35	4,92
	2	5,27	5,15	5,29	5,17
	3	5,40	5,00	5,35	5,05
	<b>Media</b>	<b>5,33</b>	<b>5,04</b>	<b>5,33</b>	<b>5,05</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>	<b>0,03</b>	<b>0,13</b>
42	1	5,25	4,95	5,28	4,91
	2	5,30	5,05	5,25	5,19
	3	5,45	4,97	5,39	5,00
	<b>Media</b>	<b>5,33</b>	<b>4,99</b>	<b>5,31</b>	<b>5,03</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,10</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,14</b>



## 6.2 Análisis estadístico por día de maduración y tratamiento.

P	D	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza				
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor	
pH	0	Cochran's	0,655	0,165	Entre	0,051	16,880	0,001*	
		Bartlett	1,545	0,410	Dentro	0,003			
		Levene	0,559	0,657					
	14	Cochran's	0,740	0,071	Entre	0,071	17,510	0,001*	
		Bartlett	2,217	0,153	Dentro	0,004			
		Levene	0,944	0,463					
	28	Cochran's	0,523	0,435	Entre	0,080	10,740	0,004*	
		Bartlett	1,444	0,488	Dentro	0,007			
		Levene	0,556	0,659					
	42	Cochran's	0,517	0,450	Entre	0,096	9,760	0,005*	
		Bartlett	1,296	0,633	Dentro	0,010			
		Levene	0,412	0,749					
		<b>T</b>	<b>Test</b>		<b>P-Valor</b>	<b>Fuente</b>	<b>CM</b>	<b>Coef-F</b>	<b>P-Valor</b>
	1	Cochran's	0,627	0,207	Entre	0,004	0,100	0,959	
		Bartlett	1,679	0,330	Dentro	0,000			
		Levene	0,680	0,588					
	2	Cochran's	0,569	0,320	Entre	0,004	1,010	0,437	
		Bartlett	1,445	0,487	Dentro	0,004			
		Levene	0,329	0,805					
	3	Cochran's	0,584	0,287	Entre	0,000	0,120	0,947	
		Bartlett	1,467	0,469	Dentro	0,002			
		Levene	0,423	0,742					
	4	Cochran's	0,365	1,000	Entre	0,003	0,180	0,907	
		Bartlett	1,061	0,942	Dentro	0,014			
Levene		0,120	0,946						

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

**6.3 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.**

Parámetro	Día de maduración			Tratamiento	Tratamiento	
	Tiempo	Tratamiento			Tiempo	
pH	0	1	a	1	0	A
		2	b		14	A
		3	a		28	A
		4	b		42	A
	14	1	a	2	0	A
		2	b		14	A
		3	a		28	A
		4	b		42	A
	28	1	a	3	0	A
		2	b		14	A
		3	a		28	A
		4	b		42	A
	42	1	a	4	0	A
		2	b		14	A
		3	a		28	A
		4	b		42	A

**6.4 Análisis estadístico combinado del queso Chanco.**

Parámetro	Análisis de varianza			
	Fuente	C M	Coef - F	P-Valor
pH	Tratamiento	0,294283	57,73	0,0000*
	Tiempo	0,002539	0,50	0,6857

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica que existen diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza.

**6.5 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.**

Parámetro	Día de maduración		Tratamiento	
	Tratamiento		Tiempo	
pH	1	A	0	a
	2	B	14	a
	3	A	28	a
	4	B	42	a

## ANEXO 7

## Resultados de Proteínas y Nitrógeno total (%)

## 7.1 Resultados de los análisis.

Proteínas (%)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
0	1	25,84	25,37	26,02	25,27
	2	26,05	25,28	26,10	25,42
	3	26,17	25,40	26,15	25,29
	<b>Media</b>	<b>26,02</b>	<b>25,35</b>	<b>26,09</b>	<b>25,33</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,17</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>
14	1	25,96	25,42	26,36	25,35
	2	26,49	25,39	26,42	25,52
	3	26,44	25,50	26,35	25,37
	<b>Media</b>	<b>26,30</b>	<b>25,43</b>	<b>26,38</b>	<b>25,41</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,29</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>	<b>0,09</b>
28	1	26,25	25,50	26,72	25,42
	2	26,60	25,48	26,66	25,60
	3	26,77	25,58	26,59	25,47
	<b>Media</b>	<b>26,54</b>	<b>25,52</b>	<b>26,66</b>	<b>25,50</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,26</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,09</b>
42	1	26,63	25,88	27,11	25,88
	2	27,79	25,99	27,60	25,79
	3	27,15	26,09	27,18	26,25
	<b>Media</b>	<b>27,19</b>	<b>25,99</b>	<b>27,30</b>	<b>25,97</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,58</b>	<b>0,11</b>	<b>0,27</b>	<b>0,24</b>
Nitrógeno Total (%)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
0	1	4,05	3,55	4,03	3,63
	2	4,07	3,57	4,02	3,73
	3	4,10	3,57	4,03	3,73
	<b>Media</b>	<b>4,07</b>	<b>3,56</b>	<b>4,02</b>	<b>3,70</b>
	<b>D E</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,07</b>
14	1	4,15	3,72	4,18	3,70
	2	4,16	3,71	4,14	3,91
	3	4,17	3,70	4,10	3,88
	<b>Media</b>	<b>4,16</b>	<b>3,71</b>	<b>4,14</b>	<b>3,83</b>
	<b>D E</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>0,11</b>
28	1	4,23	3,79	4,34	3,78
	2	4,21	3,79	4,26	4,08
	3	4,24	3,83	4,18	3,95
	<b>Media</b>	<b>4,23</b>	<b>3,80</b>	<b>4,26</b>	<b>3,93</b>
	<b>D E</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,08</b>	<b>0,15</b>
42	1	4,31	3,98	4,41	3,93
	2	4,30	4,06	4,32	4,18
	3	4,28	3,93	4,25	4,08
	<b>Media</b>	<b>4,29</b>	<b>3,99</b>	<b>4,32</b>	<b>4,06</b>
	<b>D E</b>	<b>0,01</b>	<b>0,07</b>	<b>0,08</b>	<b>0,12</b>

## 7.2 Análisis estadístico por día de maduración.

P	D	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
Prot. (%)	0	Cochran's	0,653	0,167	Entre	0,516	48,33	0,000
		Bartlett	1,431	0,498	Dentro	0,010		
		Levene	0,66	0,597				
	14	Cochran's	0,865	0,009	Entre	0,834	33,74	0,0001
		Bartlett	3,232	0,051	Dentro	0,025		
		Levene	0,750	0,552				
	28	Cochran's	0,598	0,221	Entre	1,172	33,19	0,000
		Bartlett	1,608	0,309	Dentro	0,029		
		Levene	0,701	0,574				
	42	Cochran's	0,705	0,101	Entre	1,601	13,40	0,0017
		Bartlett	1,904	0,234	Dentro	0,110		
		Levene	1,069	0,417				
NT (%)	0	Cochran's	0,853	0,012*	Entre			
		Bartlett	4,019	0,026*	Dentro			
		Levene	1,300	0,339				
	14	Cochran's	0,877	0,007*	Entre			
		Bartlett	5,452	0,01*	Dentro			
		Levene	1,080	0,410				
	28	Cochran's	0,759	0,055	Entre	0,148	19,98	0,0005
		Bartlett	3,616	0,056	Dentro	0,007		
		Levene	1,995	0,193				
	42	Cochran's	0,591	0,274	Entre	0,084	12,59	0,0021
		Bartlett	2,107	0,176	Dentro	0,006		
		Levene	1,119	0,397				

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas entre los tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza. Esto invalida la mayoría de los tests estadísticos estándar.

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

### 7.3 Análisis estadístico por tratamiento evaluado.

P	T	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
Prot. (%)	1	Cochran's	0,647	0,175	Entre Dentro	0,749 0,130	5,74	0,0215
		Bartlett	1,502	0,441				
		Levene	0,265	0,769				
	2	Cochran's	0,526	0,425	Entre Dentro	0,242 0,005	42,22	0,000
		Bartlett	1,179	0,778				
		Levene	0,373	0,774				
	3	Cochran's	0,875	0,007	Entre Dentro	0,798 0,020	39,82	0,000
		Bartlett	3,064	0,059				
		Levene	0,898	0,480				
	4	Cochran's	0,713	0,09	Entre Dentro	0,250 0,020	12,03	0,0025
		Bartlett	1,591	0,38				
		Levene	0,544	0,66				
NT (%)	1	Cochran's	0,527	0,421	Entre Dentro	0,027 0,000	90,77	0,000
		Bartlett	1,238	0,702				
		Levene	0,452	0,727				
	2	Cochran's	0,848	0,013	Entre Dentro	0,096 0,001	75,61	0,000
		Bartlett	3,029	0,061				
		Levene	1,576	0,260				
	3	Cochran's	0,447	0,680	Entre Dentro	0,052 0,003	14,58	0,0013
		Bartlett	2,971	0,060				
		Levene	1,412	0,308				
	4	Cochran's	0,404	0,846	Entre Dentro	0,069 0,014	4,95	0,0314
		Bartlett	1,157	0,809				
		Levene	0,268	0,846				

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

### 7.4 Contraste de Kruskal-Wallis.

Parámetro	Tiempo	P-valor
NT (%)	0	0,755
	14	0,791

(\*): Valor  $P > 0,05$  indica que el factor no tiene un efecto significativo al 95% de confianza.

**7.5 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.**

Parámetro	Tiempo	Día de maduración		Tratamiento		
		Tratamiento		Tratamiento	Tiempo	
Prot. (%)	0	1	a	1	0	B
		2	b		14	B
		3	a		28	AB
		4	b		42	A
	14	1	a	2	0	C
		2	b		14	B
		3	a		28	AB
		4	b		42	A
	28	1	a	3	0	C
		2	b		14	BC
		3	a		28	B
		4	b		42	A
	42	1	a	4	0	B
		2	b		14	B
		3	a		28	B
		4	b		42	A
NT (%)	0	1	a	1	1	C
		2	c		2	B
		3	a		3	B
		4	b		4	A
	14	1	a	2	0	C
		2	c		14	B
		3	a		28	B
		4	b		42	A
	28	1	a	3	0	C
		2	b		14	B
		3	a		28	A
		4	b		42	A
	42	1	a	4	0	B
		2	b		14	AB
		3	a		28	AB
		4	b		42	A

### 7.6 Análisis estadístico combinado del queso Chanco.

Parámetro	Análisis de varianza			
	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
Proteína (%)	Tratamiento	3,981	85,45	0,000
	Tiempo	1,873	40,22	0,000
Nitrógeno Total (%)	Tratamiento	0,555	118,53	0,000
	Tiempo	0,232	49,52	0,000

(\*): P-Valor<0,05 indica que existen diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza.

### 7.7 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.

Parámetro	Día de maduración		Tratamiento	
	Tratamiento		Tiempo	
Proteína (%)	1	a	0	C
	2	b	14	B
	3	a	28	B
	4	b	42	A
Nitrógeno Total (%)	1	a	0	C
	2	b	14	BC
	3	a	28	B
	4	b	42	A

## ANEXO 8

## Evolución de la proteólisis

## 8.1 Resultados de los análisis de electroforesis.

Día de maduración	Repetición	Tratamiento				
		1	2	3	4	
0	Caseína $\alpha$ s <sub>1</sub>	1	31,69	33,53	33,33	29,32
		2	30,65	32,24	37,86	30,00
		3	28,22	32,45	30,81	23,45
		<b>Media</b>	<b>30,19</b>	<b>32,74</b>	<b>34,00</b>	<b>27,59</b>
		<b>D. E</b>	<b>1,78</b>	<b>0,69</b>	<b>3,57</b>	<b>3,45</b>
	Caseína $\alpha$ s <sub>1</sub> -I	1	9,29	6,36	7,10	14,42
		2	9,05	9,29	7,28	12,50
		3	13,86	8,51	12,12	21,68
		<b>Media</b>	<b>10,73</b>	<b>8,05</b>	<b>8,83</b>	<b>16,20</b>
		<b>D. E</b>	<b>2,71</b>	<b>1,51</b>	<b>2,84</b>	<b>4,84</b>
	Caseína $\beta$	1	27,32	29,48	27,32	25,00
		2	26,13	26,78	26,70	25,50
		3	25,74	26,59	25,25	23,01
		<b>Media</b>	<b>26,40</b>	<b>27,62</b>	<b>26,42</b>	<b>24,50</b>
		<b>D. E</b>	<b>0,82</b>	<b>1,61</b>	<b>1,06</b>	<b>1,31</b>
	Caseína $\gamma$ 1	1	8,74	8,67	9,29	8,17
		2	8,04	8,20	8,25	8,00
		3	8,91	9,04	8,59	9,08
		<b>Media</b>	<b>8,56</b>	<b>8,64</b>	<b>8,71</b>	<b>8,42</b>
		<b>D. E</b>	<b>0,90</b>	<b>0,80</b>	<b>0,89</b>	<b>0,75</b>
	Caseína $\gamma$ 2	1	10,38	11,56	10,38	11,54
		2	14,57	10,93	13,62	12,50
		3	12,87	10,64	12,11	11,72
		<b>Media</b>	<b>12,61</b>	<b>11,04</b>	<b>12,04</b>	<b>11,92</b>
<b>D E</b>		<b>2,10</b>	<b>0,47</b>	<b>1,14</b>	<b>1,09</b>	
Caseína $\gamma$ 3	1	12,57	11,40	12,57	11,54	
	2	11,56	12,57	11,29	11,50	
	3	10,40	12,77	12,12	11,06	
	<b>Media</b>	<b>11,51</b>	<b>12,25</b>	<b>11,99</b>	<b>11,37</b>	
	<b>D E</b>	<b>1,15</b>	<b>1,01</b>	<b>1,20</b>	<b>0,98</b>	



## Continuación ANEXO 8.1

Día de maduración	Repetición	Tratamiento				
		1	2	3	4	
14	Caseína $\alpha s_1$	1	24,66	23,74	28,27	23,92
		2	23,27	22,84	21,15	21,74
		3	21,92	22,33	22,08	22,10
		<b>Media</b>	<b>23,28</b>	<b>22,97</b>	<b>23,83</b>	<b>22,59</b>
		<b>D. E</b>	<b>1,37</b>	<b>0,71</b>	<b>3,87</b>	<b>1,16</b>
	Caseína $\alpha s_{1-l}$	1	21,52	22,54	20,26	20,42
		2	24,49	24,43	24,49	24,52
		3	23,75	24,26	24,32	24,61
		<b>Media</b>	<b>23,25</b>	<b>23,74</b>	<b>23,02</b>	<b>23,18</b>
		<b>D. E</b>	<b>1,54</b>	<b>1,04</b>	<b>2,39</b>	<b>2,39</b>
	Caseína $\beta$	1	23,77	22,83	22,78	21,67
		2	23,08	21,98	23,79	22,61
		3	24,27	23,56	23,81	23,39
		<b>Media</b>	<b>23,71</b>	<b>22,79</b>	<b>23,46</b>	<b>22,56</b>
		<b>D. E</b>	<b>0,59</b>	<b>0,79</b>	<b>0,58</b>	<b>0,86</b>
	Caseína $\gamma 1$	1	8,98	8,68	9,32	8,28
		2	8,24	8,30	8,40	8,06
		3	9,01	9,15	8,72	9,26
		<b>Media</b>	<b>8,74</b>	<b>8,71</b>	<b>8,81</b>	<b>8,53</b>
		<b>D. E</b>	<b>0,62</b>	<b>0,82</b>	<b>0,59</b>	<b>0,77</b>
	Caseína $\gamma 2$	1	10,56	11,87	10,66	11,95
		2	14,86	11,04	13,89	12,90
		3	13,20	10,78	12,72	12,07
		<b>Media</b>	<b>12,87</b>	<b>11,23</b>	<b>12,42</b>	<b>12,31</b>
<b>D E</b>		<b>0,71</b>	<b>1,14</b>	<b>1,66</b>	<b>2,20</b>	
Caseína $\gamma 3$	1	12,31	11,55	12,78	11,58	
	2	11,81	12,67	11,45	11,87	
	3	10,88	12,97	12,26	11,47	
	<b>Media</b>	<b>11,67</b>	<b>12,40</b>	<b>12,16</b>	<b>11,64</b>	
	<b>D E</b>	<b>0,95</b>	<b>1,10</b>	<b>1,02</b>	<b>1,09</b>	

## Continuación ANEXO 8.1

Día de maduración	Repetición	Tratamiento				
		1	2	3	4	
28	Caseína $\alpha$ s <sub>1</sub>	1	22,35	21,31	22,19	21,31
		2	22,22	21,88	22,41	22,37
		3	22,12	22,31	22,39	21,35
		<b>Media</b>	<b>22,23</b>	<b>21,83</b>	<b>22,33</b>	<b>21,68</b>
		<b>D. E</b>	<b>0,11</b>	<b>0,50</b>	<b>0,12</b>	<b>0,60</b>
	Caseína $\alpha$ s <sub>1-l</sub>	1	24,21	22,83	24,15	21,57
		2	24,89	24,68	25,15	25,41
		3	23,84	24,86	24,96	24,89
		<b>Media</b>	<b>24,31</b>	<b>24,12</b>	<b>24,75</b>	<b>23,96</b>
		<b>D. E</b>	<b>0,53</b>	<b>1,12</b>	<b>0,53</b>	<b>2,08</b>
	Caseína $\beta$	1	21,52	22,54	20,34	22,58
		2	23,67	20,62	22,86	22,18
		3	22,05	21,15	21,38	22,2
		<b>Media</b>	<b>22,41</b>	<b>21,44</b>	<b>21,53</b>	<b>22,32</b>
		<b>D. E</b>	<b>1,12</b>	<b>0,99</b>	<b>1,26</b>	<b>0,22</b>
	Caseína $\gamma$ 1	1	9,02	9,02	9,45	8,63
		2	8,35	8,32	8,56	8,26
		3	9,10	8,96	9,02	9,49
		<b>Media</b>	<b>8,82</b>	<b>8,77</b>	<b>9,01</b>	<b>8,79</b>
		<b>D. E</b>	<b>1,05</b>	<b>0,86</b>	<b>1,03</b>	<b>0,80</b>
	Caseína $\gamma$ 2	1	14,77	13,52	14,41	13,58
		2	11,43	10,12	12,65	12,50
		3	13,13	12,69	14,11	13,05
		<b>Media</b>	<b>13,11</b>	<b>12,11</b>	<b>13,72</b>	<b>13,04</b>
<b>D E</b>		<b>1,67</b>	<b>1,77</b>	<b>0,94</b>	<b>0,54</b>	
Caseína $\gamma$ 3	1	12,43	11,87	12,86	11,73	
	2	11,84	12,68	11,84	12,08	
	3	11,20	12,73	12,35	11,82	
	<b>Media</b>	<b>11,82</b>	<b>12,43</b>	<b>12,35</b>	<b>11,88</b>	
	<b>D E</b>	<b>0,96</b>	<b>1,02</b>	<b>0,99</b>	<b>1,04</b>	

## Continuación ANEXO 8.1

Día de maduración	Repetición	Tratamiento				
		1	2	3	4	
42	Caseína $\alpha s_1$	1	18,48	20,01	20,17	20,36
		2	23,17	22,05	21,11	24,23
		3	23,85	21,53	23,64	20,04
		<b>Media</b>	<b>21,83</b>	<b>21,20</b>	<b>21,64</b>	<b>21,54</b>
		<b>D. E</b>	<b>2,92</b>	<b>1,06</b>	<b>1,79</b>	<b>2,33</b>
	Caseína $\alpha s_{1-l}$	1	27,01	24,54	24,62	22,25
		2	22,76	24,22	25,21	25,73
		3	23,69	24,37	25,08	25,06
		<b>Media</b>	<b>24,49</b>	<b>24,38</b>	<b>24,97</b>	<b>24,35</b>
		<b>D. E</b>	<b>2,23</b>	<b>0,16</b>	<b>0,31</b>	<b>1,84</b>
	Caseína $\beta$	1	33,18	29,70	30,05	31,20
		2	30,49	30,86	31,03	32,11
		3	29,71	29,41	31,36	30,18
		<b>Media</b>	<b>31,13</b>	<b>29,99</b>	<b>30,81</b>	<b>31,16</b>
		<b>D. E</b>	<b>1,39</b>	<b>1,08</b>	<b>0,16</b>	<b>2,01</b>
	Caseína $\gamma 1$	1	8,20	9,50	11,45	9,82
		2	7,87	9,65	12,50	11,07
		3	10,46	9,24	8,64	8,76
		<b>Media</b>	<b>8,84</b>	<b>9,46</b>	<b>10,86</b>	<b>9,88</b>
		<b>D. E</b>	<b>0,65</b>	<b>0,89</b>	<b>0,60</b>	<b>0,76</b>
	Caseína $\gamma 2$	1	---	---	---	---
		2	---	---	---	---
		3	---	---	---	---
		<b>Media</b>	---	---	---	---
<b>D E</b>		---	---	---	---	
Caseína $\gamma 3$	1	12,50	12,08	12,91	11,90	
	2	11,91	12,93	12,02	12,21	
	3	11,39	12,99	12,40	12,00	
	<b>Media</b>	<b>11,93</b>	<b>12,67</b>	<b>12,44</b>	<b>12,04</b>	
	<b>D E</b>	<b>0,97</b>	<b>1,08</b>	<b>0,96</b>	<b>10,7</b>	

## 8.2 Análisis estadístico de los resultados de electroforesis.

Tiempo	Caseína/ Péptidos	Tratamiento (*)			
		1	2	3	4
0	$\alpha$ s <sub>1</sub>	30,19 ± 1,78 <sup>abA</sup>	32,74 ± 0,69 <sup>aA</sup>	34,00 ± 3,57 <sup>aA</sup>	27,59 ± 3,60 <sup>bA</sup>
	$\alpha$ s <sub>1-l</sub>	10,73 ± 2,71 <sup>aB</sup>	8,05 ± 1,51 <sup>bB</sup>	8,83 ± 2,84 <sup>aB</sup>	10,20 ± 1,45 <sup>bB</sup>
	$\beta$	26,40 ± 0,82 <sup>abA</sup>	27,62 ± 1,61 <sup>bA</sup>	26,42 ± 1,06 <sup>bA</sup>	24,50 ± 1,31 <sup>aA</sup>
	$\gamma$ 1	8,56 ± 0,90 <sup>aA</sup>	8,64 ± 0,80 <sup>aA</sup>	8,71 ± 0,89 <sup>aB</sup>	8,42 ± 0,75 <sup>aA</sup>
	$\gamma$ 2	12,60 ± 2,10 <sup>bA</sup>	11,04 ± 0,47 <sup>aA</sup>	12,04 ± 1,14 <sup>bB</sup>	11,92 ± 1,09 <sup>aA</sup>
	$\gamma$ 3	11,51 ± 1,15 <sup>aA</sup>	12,25 ± 1,01 <sup>aA</sup>	11,99 ± 1,20 <sup>aA</sup>	11,37 ± 0,98 <sup>aA</sup>
14	$\alpha$ s <sub>1</sub>	24,28 ± 1,37 <sup>aB</sup>	22,97 ± 0,71 <sup>aB</sup>	23,83 ± 3,87 <sup>aB</sup>	22,59 ± 1,16 <sup>aA</sup>
	$\alpha$ s <sub>1-l</sub>	23,25 ± 1,54 <sup>aA</sup>	23,74 ± 1,12 <sup>aA</sup>	23,02 ± 0,53 <sup>aA</sup>	23,18 ± 2,08 <sup>aA</sup>
	$\beta$	23,70 ± 0,59 <sup>aB</sup>	22,79 ± 0,79 <sup>aB</sup>	23,46 ± 0,58 <sup>aB</sup>	22,56 ± 0,86 <sup>aB</sup>
	$\gamma$ 1	8,74 ± 0,62 <sup>aA</sup>	8,71 ± 0,82 <sup>aA</sup>	8,81 ± 0,59 <sup>aA</sup>	8,53 ± 0,77 <sup>aA</sup>
	$\gamma$ 2	12,87 ± 0,71 <sup>aA</sup>	11,23 ± 1,07 <sup>aA</sup>	12,42 ± 1,20 <sup>aB</sup>	12,31 ± 0,80 <sup>aA</sup>
	$\gamma$ 3	11,67 ± 0,95 <sup>aA</sup>	12,40 ± 1,10 <sup>aA</sup>	12,16 ± 1,02 <sup>aA</sup>	11,64 ± 1,09 <sup>aA</sup>
28	$\alpha$ s <sub>1</sub>	23,23 ± 0,11 <sup>aB</sup>	21,83 ± 0,50 <sup>aB</sup>	22,33 ± 0,12 <sup>aB</sup>	21,68 ± 0,60 <sup>aA</sup>
	$\alpha$ s <sub>1-l</sub>	24,41 ± 0,53 <sup>aA</sup>	24,12 ± 1,12 <sup>aA</sup>	24,75 ± 0,53 <sup>aA</sup>	23,96 ± 2,08 <sup>aA</sup>
	$\beta$	22,41 ± 1,12 <sup>aB</sup>	21,44 ± 0,99 <sup>aB</sup>	21,53 ± 1,26 <sup>aB</sup>	22,32 ± 0,22 <sup>aB</sup>
	$\gamma$ 1	8,82 ± 1,05 <sup>aA</sup>	8,77 ± 0,86 <sup>aA</sup>	9,01 ± 1,03 <sup>aA</sup>	8,79 ± 0,80 <sup>aA</sup>
	$\gamma$ 2	13,11 ± 1,67 <sup>aA</sup>	12,11 ± 1,77 <sup>aA</sup>	13,72 ± 0,94 <sup>aA</sup>	13,04 ± 0,54 <sup>aA</sup>
	$\gamma$ 3	11,82 ± 0,96 <sup>aA</sup>	12,43 ± 1,02 <sup>aA</sup>	12,35 ± 0,99 <sup>aA</sup>	11,88 ± 1,04 <sup>aA</sup>
42	$\alpha$ s <sub>1</sub>	21,83 ± 2,92 <sup>aB</sup>	21,20 ± 1,06 <sup>aC</sup>	21,64 ± 1,79 <sup>aB</sup>	21,54 ± 2,33 <sup>aA</sup>
	$\alpha$ s <sub>1-l</sub>	24,49 ± 2,23 <sup>aA</sup>	24,38 ± 0,16 <sup>aA</sup>	24,97 ± 0,31 <sup>aA</sup>	24,35 ± 1,84 <sup>aA</sup>
	$\beta$	31,13 ± 1,39 <sup>aA</sup>	29,99 ± 1,08 <sup>aA</sup>	30,81 ± 0,19 <sup>aA</sup>	31,16 ± 1,01 <sup>aA</sup>
	$\gamma$ 1	8,84 ± 0,65 <sup>bA</sup>	9,46 ± 0,89 <sup>aA</sup>	10,86 ± 0,60 <sup>aA</sup>	9,88 ± 0,76 <sup>aA</sup>
	$\gamma$ 2	-	-	-	-
	$\gamma$ 3	11,93 ± 0,97 <sup>aA</sup>	12,67 ± 1,08 <sup>aA</sup>	12,44 ± 0,95 <sup>aA</sup>	12,04 ± 1,07 <sup>aA</sup>

(\*) : Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados.

a, b, c : En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas al 95% .

A, B, C : En cada columna, letras distintas indican diferencias significativas al 95%.

## ANEXO 9

## Análisis estadístico para firmeza

## 9.1 Resultados de los análisis.

Firmeza (Instrumental)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
14	1	5691,90	6556,93	5922,48	4936,54
	2	8641,27	7581,20	7740,21	7641,06
	3	7260,53	6571,51	6157,04	5638,31
	<b>Media</b>	<b>7197,90</b>	<b>6903,21</b>	<b>6606,58</b>	<b>6071,97</b>
	<b>D. E</b>	<b>1475,68</b>	<b>587,20</b>	<b>988,74</b>	<b>1403,44</b>
28	1	8464,30	6249,18	9704,02	5797,26
	2	10514,23	8705,95	8305,10	8579,95
	3	8514,54	7798,09	8465,44	7631,78
	<b>Media</b>	<b>9164,36</b>	<b>7584,41</b>	<b>8824,85</b>	<b>7336,33</b>
	<b>D. E</b>	<b>1169,29</b>	<b>1242,25</b>	<b>765,59</b>	<b>1414,68</b>
42	1	6679,73	6685,39	8659,79	5976,61
	2	9622,76	9571,22	11888,18	9087,96
	3	10612,36	8240,77	8288,24	6838,37
	<b>Media</b>	<b>8971,62</b>	<b>8165,79</b>	<b>9612,07</b>	<b>7300,98</b>
	<b>D. E</b>	<b>2045,58</b>	<b>1444,38</b>	<b>1979,90</b>	<b>1606,43</b>
Firmeza (Sensorial)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
14	1	4,63	4,50	4,13	3,88
	2	4,50	4,38	4,00	4,13
	3	5,25	4,13	4,13	3,75
	<b>Media</b>	<b>4,79</b>	<b>4,33</b>	<b>4,08</b>	<b>3,92</b>
	<b>D E</b>	<b>0,93</b>	<b>0,81</b>	<b>0,07</b>	<b>0,92</b>
28	1	5,88	5,38	5,75	5,75
	2	5,75	5,25	5,50	4,63
	3	6,38	5,13	5,88	4,25
	<b>Media</b>	<b>6,00</b>	<b>5,25</b>	<b>5,71</b>	<b>4,87</b>
	<b>D E</b>	<b>0,83</b>	<b>0,68</b>	<b>0,86</b>	<b>1,29</b>
42	1	6,00	4,88	5,88	4,88
	2	5,50	5,75	6,00	4,63
	3	6,13	5,50	6,38	4,88
	<b>Media</b>	<b>5,87</b>	<b>5,37</b>	<b>6,08</b>	<b>4,79</b>
	<b>D E</b>	<b>0,85</b>	<b>1,01</b>	<b>0,77</b>	<b>0,97</b>

### 9.2 Prueba de concordancia de jueces.

Parámetro	Tiempo	Prueba de concordancia de Kendall			
		W de Kendall	G L	N	Sig. Asintot.
Firmeza	14	0,547	1	96	0,000
	28	0,772	1	96	0,000
	42	0,906	1	96	0,000

(\*): El valor Asymp. Sig < 0,05 indica la existencia de concordancia entre los panelistas.

### 9.3 Análisis estadístico por día de maduración.

P	D	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
F Instr.	14	Cochran's	0,398	0,872	Entre	692.246	0,510	0,689
		Bartlett	1,247	0,691	Dentro	1,37E6		
		Levene	0,364	0,781				
	28	Cochran's	0,364	1,000	Entre	2,442E6	1,780	0,229
		Bartlett	1,096	0,895	Dentro	1,375E6		
		Levene	0,148	0,928				
	42	Cochran's	0,328	1,000	Entre	3,01E6	0,940	0,465
		Bartlett	1,042	0,966	Dentro	3,19E6		
		Levene	0,040	0,988				
F Sens.	14	Cochran's	0,298	0,873	Entre	3,482	4,79	0,0038*
		Bartlett	1,022	0,569	Dentro	0727		
		Levene	0,552	0,647				
	28	Cochran's	0,470	0,003*	Entre			
		Bartlett	1,296	0,013*	Dentro			
		Levene	2,247	0,088				
	42	Cochran's	0,358	0,213	Entre	0,933	9,00	0,0061*
		Bartlett	1,034	0,386	Dentro	0,104		
		Levene	2,28	0,084				

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas entre los tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza. Esto invalida la mayoría de los tests estadísticos estándar.

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

#### 9.4 Análisis estadístico por tratamiento evaluado.

P	T	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
F Instr.	1	Cochran's	0,400	1,000	Entre Dentro	2,96E6 2,10E6	1,41	0,2936
		Bartlett	1,022	0,919				
		Levene	0,213	0,812				
	2	Cochran's	0,525	0,677	Entre Dentro	1,19E6 1,32E6	0,90	0,454
		Bartlett	1,279	0,546				
		Levene	0,577	0,590				
	3	Cochran's	0,715	0,244	Entre Dentro	7,29E6 1,83E6	3,99	0,079
		Bartlett	1,396	0,441				
		Levene	0,317	0,740				
	4	Cochran's	0,524	0,165	Entre Dentro	1,15E7	5,74	0,007*
		Bartlett	1,087	0,264				
		Levene	1,451	0,249				
F Sens.	1	Cochran's	0,379	0,822	Entre Dentro	10,597 0,762	13,91	0,0112*
		Bartlett	1,004	0,852				
		Levene	0,513	0,600				
	2	Cochran's	0,466	0,109	Entre Dentro	13,350 0,756	17,65	0,0048*
		Bartlett	1,049	0,130				
		Levene	0,996	0,373				
	3	Cochran's	0,397	0,621	Entre Dentro	27,125 0,617	43,91	0,0000
		Bartlett	1,011	0,691				
		Levene	0,143	0,325				
	4	Cochran's	0,548	0,015	Entre Dentro	6,764 1,020	6,63	0,0833
		Bartlett	1,121	0,020				
		Levene	2,509	0,088				

(\*): El valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

#### 9.5 Contraste de Kruskal-Wallis.

Parámetro	Tiempo	P-valor
Firmeza (Sensorial)	28	0,0022

(\*): Valor  $P > 0,05$  indica que el factor no tiene un efecto significativo al 95% de confianza.

**9.6 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.**

Día de maduración				Tratamiento			
Parámetro	Tiempo	Tratamiento		Tratamiento	Tiempo		
Firmeza Instrumental	14	1	a	1	14	A	
		2	a		28	A	
		3	a		42	A	
		4	a		14	A	
	28	1	a	2	28	A	
		2	a		42	A	
		3	a		3	14	B
		4	a			28	AB
	42	1	a	4	42	A	
		2	a		14	B	
		3	a		28	A	
		4	a		42	A	
Firmeza Sensorial	14	1	a	1	14	B	
		2	b		28	A	
		3	b		42	A	
		4	b		14	B	
	28	1	a	2	28	A	
		2	ab		42	A	
		3	ab		3	14	B
		4	b			28	A
	42	1	ab	4	42	A	
		2	bc		14	B	
		3	a		28	A	
		4	c		42	A	



### 9.7 Análisis estadístico combinado del queso Chanco.

Parámetro	Análisis de varianza			
	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
<b>Firmeza Instrumental</b>	Tratamiento	4,74447E6	2,75	0,0597
	Tiempo	1,14682E7	6,66	0,0040 *
<b>Firmeza Sensorial</b>	Tratamiento	14,023	17,57	0,0000 *
	Tiempo	47,254	59,20	0,0000 *

(\*): P-Valor 0,05 indica que existen diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza.

### 9.8 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.

Parámetro	Día de maduración		Tratamiento	
	Tratamiento		Tiempo	
<b>Firmeza Instrumental</b>	<b>14</b>	B	<b>1</b>	a
	<b>28</b>	A	<b>2</b>	ab
	<b>42</b>	A	<b>3</b>	a
			<b>4</b>	b
<b>Firmeza Sensorial</b>	<b>14</b>	B	<b>1</b>	a
	<b>28</b>	A	<b>2</b>	b
	<b>42</b>	A	<b>3</b>	ab
			<b>4</b>	c

## ANEXO 10

## Análisis estadístico para elasticidad

## 10.1 Resultados de los análisis.

Elasticidad (Instrumental)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
14	1	0,787	0,710	0,810	0,685
	2	0,776	0,716	0,789	0,773
	3	0,781	0,728	0,748	0,754
	<b>Media</b>	<b>0,781</b>	<b>0,718</b>	<b>0,782</b>	<b>0,737</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,006</b>	<b>0,009</b>	<b>0,031</b>	<b>0,047</b>
28	1	0,795	0,672	0,816	0,701
	2	0,820	0,645	0,820	0,690
	3	0,781	0,685	0,796	0,706
	<b>Media</b>	<b>0,799</b>	<b>0,667</b>	<b>0,811</b>	<b>0,699</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,020</b>	<b>0,020</b>	<b>0,013</b>	<b>0,008</b>
42	1	0,749	0,616	0,806	0,594
	2	0,853	0,613	0,821	0,590
	3	0,815	0,595	0,787	0,655
	<b>Media</b>	<b>0,806</b>	<b>0,608</b>	<b>0,804</b>	<b>0,613</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,053</b>	<b>0,012</b>	<b>0,017</b>	<b>0,036</b>
Elasticidad (Sensorial)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
14	1	5,00	3,88	5,00	3,50
	2	5,88	4,38	5,88	4,25
	3	5,38	3,63	5,38	4,13
	<b>Media</b>	<b>5,42</b>	<b>3,96</b>	<b>5,42</b>	<b>3,96</b>
	<b>D E</b>	<b>1,34</b>	<b>1,04</b>	<b>1,10</b>	<b>0,75</b>
28	1	6,00	2,63	5,63	2,88
	2	5,75	3,75	6,25	4,00
	3	5,88	2,75	5,63	2,88
	<b>Media</b>	<b>5,88</b>	<b>3,04</b>	<b>5,83</b>	<b>3,25</b>
	<b>D E</b>	<b>0,79</b>	<b>0,90</b>	<b>1,16</b>	<b>1,07</b>
42	1	5,38	2,38	6,00	1,50
	2	6,13	2,00	5,63	2,13
	3	6,25	2,63	6,13	3,75
	<b>Media</b>	<b>5,92</b>	<b>2,33</b>	<b>5,92</b>	<b>2,45</b>
	<b>D E</b>	<b>1,44</b>	<b>0,63</b>	<b>1,05</b>	<b>1,06</b>

### 10.2 Prueba de concordancia de jueces.

Parámetro	Tiempo	Prueba de concordancia de Kendall			
		W de Kendall	G L	N	Sig. Asintot.
Elasticidad	14	0,587	1	96	0,000
	28	0,326	1	96	0,000
	42	0,196	1	96	0,000

(\*): Valor Asymp. Sig<0,05 indica que existe concordancia entre los panelistas.

### 10.3 Análisis estadístico por día de maduración.

P	D	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
E Instr.	14	Cochran's	0,677	0,135	Entre	0,003	4,000	0,052
		Bartlett	2,858	0,073	Dentro	0,001		
		Levene	1,031	0,429				
	28	Cochran's	0,481	0,558	Entre	0,015	68,880	0,000*
		Bartlett	1,174	0,786	Dentro	0,000		
		Levene	0,244	0,863				
	42	Cochran's	0,603	0,249	Entre	0,039	36,850	0,000*
		Bartlett	1,646	0,348	Dentro	0,001		
		Levene	0,629	0,617				
E Sen.	14	Cochran's	0,388	0,083	Entre	0,01	14,55	0,000*
		Bartlett	1,085	0,059	Dentro	1,169		
		Levene	2,130	0,091				
	28	Cochran's	0,342	0,317	Entre	8,86	59,24	0,0000*
		Bartlett	1,043	0,279	Dentro	0,99		
		Levene	1,338	0,266				
	42	Cochran's	0,439	0,013*	Entre			
		Bartlett	1,164	0,003*	Dentro			
		Levene	3,528	0,018*				

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas entre los tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza. Esto invalida la mayoría de los tests estadísticos estándar

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

#### 10.4 Análisis estadístico por tratamiento evaluado.

P	T	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
E Instr.	1	Cochran's	0,844	0,073	Entre Dentro	0,000 0,001	0,310	0,744
		Bartlett	3,012	0,067				
		Levene	1,750	0,252				
	2	Cochran's	0,412	1,000	Entre Dentro	0,010 0,000	51,060	0,000 *
		Bartlett	1,074	0,840				
		Levene	0,143	0,870				
	3	Cochran's	0,718	0,239	Entre Dentro	0,001 0,000	1,720	0,257
		Bartlett	1,410	0,430				
		Levene	0,684	0,540				
	4	Cochran's	0,632	0,406	Entre Dentro	0,012 0,001	10,370	0,011 *
		Bartlett	1,827	0,228				
		Levene	0,487	0,637				
E Sens.	1	Cochran's	0,458	0,190	Entre Dentro			
		Bartlett	1,128	0,017*				
		Levene	4,638	0,013*				
	2	Cochran's	0,468	0,151	Entre Dentro	15,93 0,771	20,64	0,000*
		Bartlett	1,081	0,069				
		Levene	1,386	0,257				
	3	Cochran's	0,368	0,957	Entre Dentro	1,722 1,231	1,40	0,2540
		Bartlett	1,003	0,898				
		Levene	0,105	0,900				
	4	Cochran's	0,405	0,555	Entre Dentro	13,51 0,948	14,25	0,000*
		Bartlett	1,051	0,182				
		Levene	0,816	0,446				

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas entre los tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza. Esto invalida la mayoría de los tests estadísticos estándar

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

#### 10.5 Contraste de Kruskal-Wallis.

Parámetro		P-valor
Elasticidad (Sensorial)	T 1	0,427

(\*): Valor  $P > 0,05$  indica que el factor no tiene un efecto significativo al 95% de confianza.

**10.6 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.**

Día de maduración				Tratamiento		
Parámetro	Tiempo	Tratamiento		Tratamiento	Tiempo	
Elasticidad Instrumental	14	1	a	1	14	A
		2	b		28	A
		3	a		42	A
		4	ab	14	A	
	28	1	a	2	28	B
		2	c		42	C
		3	a	3	14	A
		4	b		28	A
	42	1	a	4	42	A
		2	b		14	A
		3	a		28	A
		4	b		42	B
Elasticidad Sensorial	14	1	a	1	14	A
		2	b		28	A
		3	a		42	A
		4	b	14	A	
	28	1	a	2	28	B
		2	b		42	C
		3	a	3	14	A
		4	b		28	A
	42	1	a	4	42	A
		2	b		14	A
		3	a		28	B
		4	b		42	C

### 10.7 Análisis estadístico combinado del queso Chanco.

Parámetro	Análisis de varianza			
	Fuente	C M	Coef - F	P-Valor
<b>Elasticidad Instrumental</b>	Tratamiento	0,047358	30,11	0,0000*
	Tiempo	0,007719	4,91	0,0143*
<b>Elasticidad Sensorial</b>	Tratamiento	157,744	123,55	0,0000*
	Tiempo	6,968	5,46	0,0047*

(\*): P-Valor < 0,05 indica que existen diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza.

### 10.8 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.

Parámetro	Día de maduración		Tratamiento	
	Tratamiento		Tiempo	
<b>Elasticidad Instrumental</b>	14	A	1	a
	28	A	2	b
	42	B	3	a
			4	b
<b>Elasticidad Sensorial</b>	14	B	1	a
	28	A	2	b
	42	A	3	a
			4	b

## ANEXO 11

## Análisis estadístico para cohesividad

## 11.1 Resultados de los análisis.

Cohesividad (Instrumental)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
14	1	0,624	0,433	0,654	0,365
	2	0,633	0,433	0,667	0,523
	3	0,633	0,460	0,646	0,537
	<b>Media</b>	<b>0,630</b>	<b>0,442</b>	<b>0,656</b>	<b>0,475</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,005</b>	<b>0,016</b>	<b>0,011</b>	<b>0,096</b>
28	1	0,599	0,274	0,641	0,286
	2	0,611	0,312	0,618	0,307
	3	0,642	0,309	0,646	0,372
	<b>Media</b>	<b>0,617</b>	<b>0,298</b>	<b>0,635</b>	<b>0,322</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,022</b>	<b>0,021</b>	<b>0,015</b>	<b>0,045</b>
42	1	0,632	0,263	0,621	0,272
	2	0,604	0,260	0,635	0,311
	3	0,645	0,327	0,628	0,373
	<b>Media</b>	<b>0,627</b>	<b>0,283</b>	<b>0,628</b>	<b>0,319</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,021</b>	<b>0,038</b>	<b>0,007</b>	<b>0,051</b>
Cohesividad (Sensorial)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
14	1	5,13	3,88	5,88	4,13
	2	5,75	4,00	5,63	4,13
	3	5,50	4,50	5,38	4,75
	<b>Media</b>	<b>5,46</b>	<b>4,13</b>	<b>5,63</b>	<b>4,33</b>
	<b>D E</b>	<b>1,02</b>	<b>0,61</b>	<b>1,09</b>	<b>0,64</b>
28	1	5,13	3,25	4,75	3,25
	2	5,13	3,00	6,25	3,50
	3	5,25	4,25	5,63	4,38
	<b>Media</b>	<b>5,38</b>	<b>3,50</b>	<b>5,54</b>	<b>3,71</b>
	<b>D E</b>	<b>0,77</b>	<b>1,50</b>	<b>1,18</b>	<b>0,99</b>
42	1	5,50	3,13	5,25	4,25
	2	5,75	3,50	5,50	3,75
	3	5,00	3,38	5,50	4,13
	<b>Media</b>	<b>5,41</b>	<b>3,25</b>	<b>5,41</b>	<b>4,04</b>
	<b>D E</b>	<b>0,83</b>	<b>0,87</b>	<b>0,83</b>	<b>0,75</b>

### 11.2 Prueba de concordancia de jueces.

Parámetro	Tiempo	Prueba de concordancia de Kendall			
		W de Kendall	G L	N	Sig. Asintot.
Elasticidad	14	0,794	1	96	0,000
	28	0,408	1	96	0,000
	42	0,612	1	96	0,000

(\*): Valor Asymp. Sig<0,05 indica la existencia de concordancia entre los panelistas.

### 11.3 Análisis estadístico por día de maduración.

P	D	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
C Instr.	14	Cochran's	0,949	0,0005*	Entre			
		Bartlett	6,945	0,005	Dentro			
		Levene	1,069	0,415				
	28	Cochran's	0,591	0,274	Entre	0,101	137,50	0,000 *
		Bartlett	1,326	0,600	Dentro	0,001		
		Levene	0,364	0,781				
	42	Cochran's	0,539	0,392	Entre	0,107	91,31	0,000 *
		Bartlett	1,806	0,271	Dentro	0,001		
		Levene	0,576	0,646				
C Sen.	14	Cochran's	0,397	0,063	Entre			
		Bartlett	1,144	0,006*	Dentro			
		Levene	2,506	0,063				
	28	Cochran's	0,324	0,498	Entre	27,78	25,94	0,000*
		Bartlett	1,053	0,199	Dentro	1,071		
		Levene	1,330	0,270				
	42	Cochran's	0,279	1,000	Entre	25,93	38,50	0,000*
		Bartlett	1,005	0,920	Dentro	0,673		
		Levene	0,254	0,858				

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas entre los tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza. Esto invalida la mayoría de los tests estadísticos estándar.

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.



#### 11.4 Análisis estadístico por tratamiento evaluado.

P	T	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
C	1	Cochran's	0,481	0,807	Entre Dentro	0,00008 0,0003	0,26	0,7798
		Bartlett	1,628	0,302				
		Levene	0,600	0,579				
	2	Cochran's	0,662	0,342	Entre Dentro	0,0226 0,0008	57,53	0,0009*
		Bartlett	1,286	0,539				
		Levene	0,176	0,843				
	3	Cochran's	0,500	0,749	Entre Dentro	0,00057 0,00015	3,71	0,0892
		Bartlett	1,066	0,856				
		Levene	0,125	0,885				
	4	Cochran's	0,669	0,328	Entre Dentro	0,0245 0,0043	5,72	0,0408
		Bartlett	1,280	0,546				
		Levene	0,263	0,777				
C	1	Cochran's	0,448	0,234	Entre Dentro	0,041 0,774	0,05	0,9475
		Bartlett	1,029	0,369				
		Levene	0,080	0,923				
	2	Cochran's	0,536	0,023	Entre Dentro			
		Bartlett	1,131	0,015*				
		Levene	1,727	0,000*				
	3	Cochran's	0,424	0,393	Entre Dentro	0,264 1,093	0,24	0,786
		Bartlett	1,043	0,236				
		Levene	0,590	0,557				
	4	Cochran's	0,507	0,055	Entre Dentro	2,3470, 0,655	3,58	0,033
		Bartlett	1,073	0,091				
		Levene	1,970	0,140				

(\*): Valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas entre los tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza. Esto invalida la mayoría de los tests estadísticos estándar.

(\*): El valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

#### 11.5 Contraste de Kruskal-Wallis.

Parámetro		P-valor
Cohesividad (Instrumental)	Día 14	0,0352
Cohesividad (Sensorial)	Día 14	0,0255
	T 2	0,0471

(\*): Valor  $P > 0,05$  indica que el factor no tiene un efecto significativo al 95% de confianza.

**11.6 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.**

Día de maduración				Tratamiento			
Parámetro	Tiempo	Tratamiento		Tratamiento	Tiempo		
Cohesividad Instrumental	14	1	<i>a</i>	1	14	A	
		2	<i>b</i>		28	A	
		3	<i>a</i>		42	A	
		4	<i>b</i>		14	A	
	28	1	<i>a</i>	2	28	B	
		2	<i>b</i>		42	B	
		3	<i>a</i>		3	14	A
		4	<i>b</i>			28	AB
	42	1	<i>a</i>	4	42	B	
		2	<i>b</i>		14	A	
		3	<i>a</i>		28	B	
		4	<i>b</i>		42	B	
Cohesividad Sensorial	14	1	<i>a</i>	1	14	A	
		2	<i>b</i>		28	A	
		3	<i>a</i>		42	A	
		4	<i>b</i>		14	A	
	28	1	<i>a</i>	2	28	B	
		2	<i>b</i>		42	B	
		3	<i>a</i>		3	14	A
		4	<i>b</i>			28	A
	42	1	<i>a</i>	4	42	A	
		2	<i>b</i>		14	A	
		3	<i>a</i>		28	B	
		4	<i>b</i>		42	B	

### 11.7 Análisis estadístico combinado del queso Chanco.

Parámetro	Análisis de Varianza			
	Fuente	C M	Coef - F	P-Valor
Cohesividad Instrumental	Tratamiento	0,229885	95,29	0,0000*
	Tiempo	0,028411	11,78	0,0002*
Cohesividad Sensorial	Tratamiento	65,753	78,53	0,0000*
	Tiempo	3,791	4,53	0,0116

(\*): P-Valor<0,05 indica que existen diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza.

### 11.8 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.

Parámetro	Día de maduración		Tratamiento	
	Tiempo		Tratamiento	
Cohesividad Instrumental	14	A	1	a
	28	B	2	b
	42	B	3	a
			4	b
Cohesividad Sensorial	14	A	1	a
	28	B	2	b
	42	B	3	a
			4	b

## ANEXO 12

## Análisis estadístico para adhesividad

## 12.1 Resultados de los análisis.

Adhesividad (Instrumental)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
14	1	-299,564	-83,394	-48,564	-129,877
	2	-356,299	-97,321	-359,858	-91,110
	3	-197,801	-82,155	-125,484	-301,422
	<b>Media</b>	<b>-284,555</b>	<b>-87,623</b>	<b>-177,969</b>	<b>-174,136</b>
	<b>D. E</b>	<b>80,308</b>	<b>8,421</b>	<b>162,148</b>	<b>111,924</b>
28	1	-161,990	-249,307	-264,680	-178,106
	2	-202,696	-124,086	-225,059	-68,461
	3	-197,360	-111,123	-430,918	-75,734
	<b>Media</b>	<b>-187,349</b>	<b>-161,505</b>	<b>-306,886</b>	<b>-107,434</b>
	<b>D. E</b>	<b>22,123</b>	<b>76,314</b>	<b>109,227</b>	<b>61,312</b>
42	1	-359,185	-114,928	-171,798	-135,365
	2	-324,911	-130,072	-348,973	-126,534
	3	-329,527	-98,430	-262,274	-95,988
	<b>Media</b>	<b>-337,874</b>	<b>-114,477</b>	<b>-261,015</b>	<b>-119,296</b>
	<b>D. E</b>	<b>18,599</b>	<b>15,826</b>	<b>88,594</b>	<b>20,662</b>
Adhesividad (Sensorial)		Tratamiento			
Día de maduración	Repetición	1	2	3	4
14	1	4,50	3,63	3,88	4,50
	2	4,25	4,25	4,13	4,75
	3	2,75	4,38	4,00	4,75
	<b>Media</b>	<b>3,83</b>	<b>4,08</b>	<b>4,00</b>	<b>4,67</b>
	<b>D. E</b>	<b>1,30</b>	<b>0,77</b>	<b>0,83</b>	<b>0,64</b>
28	1	3,88	4,13	4,25	4,38
	2	3,63	4,00	4,50	4,88
	3	3,50	3,88	4,13	5,13
	<b>Media</b>	<b>3,67</b>	<b>4,00</b>	<b>4,29</b>	<b>4,79</b>
	<b>D. E</b>	<b>0,56</b>	<b>1,02</b>	<b>1,33</b>	<b>1,17</b>
42	1	4,38	4,50	4,25	4,50
	2	4,38	4,38	4,13	4,88
	3	3,88	5,25	4,88	5,13
	<b>Media</b>	<b>4,20</b>	<b>4,70</b>	<b>4,42</b>	<b>4,83</b>
	<b>D. E</b>	<b>1,21</b>	<b>0,91</b>	<b>0,92</b>	<b>1,30</b>

### 12.2 Prueba de concordancia de jueces.

Parámetro	Tiempo	Prueba de concordancia de Kendall			
		W de Kendall	G L	N	Sig. Asintot.
Adheasividad	14	0,813	1	96	0,000
	28	0,643	1	96	0,000
	42	0,704	1	96	0,000

(\*): Valor Asymp. Sig<0,05 indica que existe concordancia entre los panelistas.

### 12.3 Análisis estadístico por día de maduración

P	D	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
A Instr.	14	Cochran's	0,580	0,297	Entre	19498,8	1,720	0,2398
		Bartlett	3,236	0,051	Dentro	11.335,0		
		Levene	0,811	0,523				
	28	Cochran's	0,542	0,384	Entre	21296,1	3,870	0,0558
		Bartlett	1,636	0,353	Dentro	5500,96		
		Levene	0,392	0,762				
	42	Cochran's	0,885	0,006*	Entre			
		Bartlett	3,021	0,062	Dentro			
		Levene	2,104	0,178				
A Sens.	14	Cochran's	0,501	0,000*	Entre			
		Bartlett	1,162	0,003*	Dentro			
		Levene	3,197	0,027*				
	28	Cochran's	0,392	0,073	Entre			
		Bartlett	1,189	0,001*	Dentro			
		Levene	3,172	0,027*				
	42	Cochran's	0,350	0,025	Entre	1,916	1,57	0,2012
		Bartlett	1,052	0,200	Dentro	1,218		
		Levene	0,976	0,407				

(\*): El valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas entre los tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza. Esto invalida la mayoría de los tests estadísticos estándar.

(\*): El valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

### 12.4 Análisis estadístico por tratamiento evaluado.

P	T	Chequeo de Varianza			Análisis de Varianza			
		Test		P-Valor	Fuente	C M	Coef-F	P-Valor
A	1	Cochran's	0,885	0,039*	Entre Dentro			
		Bartlett	2,358	0,122				
		Levene	1,520	0,292				
	2	Cochran's	0,948	0,008*	Entre Dentro			
		Bartlett	4,364	0,027*				
		Levene	0,913	0,451				
	3	Cochran's	0,571	0,553	Entre Dentro	12.810,7 15.357,8	0,830	0,479
		Bartlett	1,137	0,729				
		Levene	0,204	0,821				
	4	Cochran's	0,749	0,188	Entre Dentro	3.799,75 5.571,04	0,680	0,541
		Bartlett	2,049	0,172				
		Levene	0,636	0,562				
A	1	Cochran's	0,487	0,094	Entre Dentro			
		Bartlett	1,256	0,000*				
		Levene	5,040	0,009*				
	2	Cochran's	0,422	0,402	Entre Dentro	3,597 0,823	4,37	0,0163
		Bartlett	1,025	0,429				
		Levene	0,238	0,788				
	3	Cochran's	0,553	0,253	Entre Dentro	1,097 1,113	0,99	0,378
		Bartlett	1,088	0,056				
		Levene	1,958	0,148				
	4	Cochran's	0,487	0,093	Entre Dentro			
		Bartlett	1,182	0,003*				
		Levene	3,061	0,053				

(\*): El valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas entre los tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza. Esto invalida la mayoría de los tests estadísticos estándar.

(\*): El valor  $P < 0,05$  indica la existencia de diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, medido para cada tiempo, a un nivel del 95% de confianza.

### 12.5 Contraste de Kruskal-Wallis.

Parámetro	Tiempo	P-valor
Adhesividad Instrumental	Día 14	0,058
	T1	0,032
	T2	0,067
Adhesividad Sensorial	Día 14	0,068
	Día 28	0,062
	T 1	0,028
	T 4	0,057

(\*): Valor  $P > 0,05$  indica que el factor no tiene un efecto significativo al 95% de confianza.

### 12.6 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.

Parámetro	Día de maduración			Tratamiento			
	Tiempo	Tratamiento		Tratamiento	Tiempo		
Adhesividad Instrumental	14	1	a	1	14	AB	
		2	a		28	A	
		3	a		42	B	
		4	a		14	A	
	28	1	ab	2	28	A	
		2	a		42	A	
		3	b		3	14	A
		4	a			28	A
	42	1	a	4	42	A	
		2	a		14	A	
		3	a		28	A	
		4	a		42	A	
Adhesividad Sensorial	14	1	b	1	14	A	
		2	b		28	A	
		3	b		42	A	
		4	a		14	B	
	28	1	b	2	28	B	
		2	b		42	A	
		3	b		3	14	A
		4	a			28	A
	42	1	a	4	42	A	
		2	a		14	A	
		3	a		28	A	
		4	a		42	A	

### 12.7 Análisis estadístico combinado del queso Chanco.

Parámetro	Análisis de Varianza			
	Fuente	C M	Coef - F	P-Valor
<b>Adhesividad Instrumental</b>	Tratamiento	53075,1	7,09	0,0010*
	Tiempo	2261,04	0,30	0,7414
<b>Cohesividad Sensorial</b>	Tratamiento	9,07407	8,55	0,000*
	Tiempo	4,54167	4,28	0,0147*

(\*): P-Valor<0,05 indica que existen diferencias significativas a un nivel del 95% de confianza.

### 12.8 Test de rango múltiple, método: Tukey LSD 95,0%, por día de maduración y tratamiento.

Parámetro	Día de maduración		Tratamiento	
	Tiempo		Tratamiento	
<b>Adhesividad Instrumental</b>	14	A	1	b
	28	A	2	a
	42	A	3	b
			4	a
<b>Adhesividad Sensorial</b>	14	B	1	b
	28	B	2	b
	42	A	3	b
			4	a



## ANEXO 13

## Condiciones de la cámara de maduración

## 13.1 Planilla de control.

Fecha	Hora	Día	Temp. (°C)	Humedad (%)	Fecha	Hora	Día	Temp. (°C)	Humedad (%)
30-Ago	13:10	1	10,0	86,0	06-Oct	8:30	16	10,0	87,0
01-Sep	10:35	2	11,5	79,0	07-Oct	9:00	17	10,0	87,0
02-Sep	14:00	3	11,5	80,5	11-Oct	8:30	18	12,0	97,0
05-Sep	9:00	4	13,5	86,0	12-Oct	10:00	19	11,0	93,0
06-Sep	10:00	5	11,0	88,0	13-Oct	9:00	20	11,0	90,0
07-Sep	11:00	6	13,0	86,0	17-Oct	16:00	21	12,5	93,0
08-Sep	9:00	7	14,0	87,0	18-Oct	9:00	22	10,0	87,0
12-Sep	10:00	8	8,5	85,0	19-Oct	9:00	23	12,0	92,0
15-Sep	8:20	9	9,5	83,0	20-Oct	10:15	24	10,5	82,0
23-Sep	10:30	10	12,0	89,0	21-Oct	14:00	25	11,0	81,0
26-Sep	9:00	11	11,0	97,0	25-Oct	8:40	26	10,0	84,0
27-Sep	8:30	12	12,0	98,0	26-Oct	15:30	27	11,0	85,0
29-Sep	9:00	13	12,0	98,0	27-Oct	10:00	28	10,5	84,0
30-Sep	11:00	14	12,0	93,0	28-Oct	15:00	29	10,0	83,0
04-Oct	8:45	15	11,0	92,0	03-Nov	10:00	30	12,0	89,0

## 13.2 Gráfica de las condiciones de la cámara durante el periodo de maduración.

