



# Universidad Austral de Chile

---

Escuela de Ingeniería en Alimentos

## Efecto del *Lactobacillus paracasei* subs. *paracasei* y de la Inulina sobre los Parámetros Reológicos de Queso Gauda Semidescremado

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

**Blanca Andrea Alvarado Gallardo**

Valdivia - Chile  
2008

**PROFESOR PATROCINANTE:**

---

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

**PROFESORES INFORMANTES:**

---

Sr. Kong Shun Ah-Hen  
Ingeniero en Alimentos, Dipl.- Ing.; Dr.-Ing.  
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

---

Sr. Bernardo Carrillo López  
Ingeniero Agrónomo, Ms. en Ciencia e Ingeniería en  
Alimentos  
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mis padres José y Verónica por el infinito amor entregado durante estos años, por su maravillosa formación, por que sin escatimar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme, porque la ilusión de su vida ha sido convertirme en una mujer de bien y por realizar la más grande de mis metas, la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.*

*A mi hermanito Felipe por que siempre me ha brindado un amor infinito y me has alegrado la vida desde el momento en que naciste.*

*A mis tíos Blanca y Andrés por que siempre me han acompañado y confiado en mí, porque me han brindado un amor infinito, por que siempre me han comprendido y han dado lo mejor de si mismos sin esperar nada a cambio.*

*A mis tíos Pepe y Susana y mis primos Camila y Diego por que ha pesar de la distancia que nos separa siempre han confiado en mí y han estado en los momentos más importantes de mi vida acompañándome en todas mi etapas de superación.*

*A mi hijito Sebastián porque su presencia ha sido y será siempre el motivo más grande que ha impulsado para lograr esta meta, y por ser lo más importante dentro de mi vida, por que cada sonrisa y gesto de amor me ayudaban a superar la distancia que nos separaba.*

*A Pablo por amarme incondicionalmente, por estar siempre dispuesto a ayudarme y por ser el pilar fundamental que me ayudo a superar lo difícil que es estar lejos de nuestro hermoso hijo.*

*A mi amiguita Colomín por que tu amistad me ha acompañado durante lindos 18 años, por ser la hermana que no tengo, por compartir mis alegrías y mis penas, por retarme cuando yo cometía un error y por haberme permitido ser tu amiga.*

*A mis amigos Jessy, Valeska, Paolita y Bastian por que a pesar de la distancia siempre me han acompañado y apoyado en cada uno de mis logros.*

*A mis a amigos y futuros colegas Marta, Caro, Gaby, Marisol, Monse, Aníbal, Karen, Natacha y Loreto, por brindarme su hermosa amistad, por que siempre estuvieron apoyándome e incentivándome para seguir luchando, por compartir los hermosos momentos en la vida.*

*A mi colega y amiga Erika por darme la oportunidad de conocerte y por el apoyo brindado en esta etapa.*

*A mi profesora patrocinante de tesis Sra. Carmen Brito, por sus consejos, dedicación y ayuda.*

*A los Académicos, Técnicos Académicos y Funcionarios que laboran en dependencias del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, quienes a través de su*

*desinteresada ayuda hicieron posible la conclusión exitosa de la fase experimental de este trabajo.*

*A los panelistas que participaron en el estudio, los cuales lo hicieron desinteresadamente y dedicaron mucho tiempo en formar parte de mi trabajo.*

*A mi angelito que tengo en el cielo, Mama Mila gracias por que se que cada día que pasaba me dabas más fuerza para seguir adelante, porque desde que me formaste y educaste como una persona de bien, por ser mi ángel que me protegía y me ayudabas a levantar mis alas cuando se me olvidaba volar, por que siempre me has acompañado y se que lo seguirás haciendo para guiar mis pasos aunque físicamente no te encuentres a mi lado pero desde el cielo me seguirás cubriendo con tu amor.*

*A Dios por darme la fuerza y haber guiado mis pasos durante esta etapa, por ser el pilar fundamental de mi vida.*

*Con cariño a mis  
padres José y Verónica,  
por su esfuerzo, dedicación y apoyo*



## ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
2.1	Definición de queso	2
2.2	Definición y características del queso Gauda	2
2.3	Alimentos de bajo contenido graso	2
2.3.1	Quesos reducidos en grasa	3
2.4	Definición y características de los probióticos	3
2.4.1	Caracterización del grupo <i>Lactobacillus casei</i>	4
2.4.2	Quesos probióticos	5
2.5	Definición y características de los prebióticos	5
2.5.1	Tipos de prebióticos utilizados en alimentos	6
2.5.2	Caracterización del prebiótico inulina	6
2.6	Proceso de maduración en quesos	7
2.6.1	Proceso de glicólisis	7
2.6.2	Proceso de proteólisis	7
2.6.3	Proceso de lipólisis	8
2.7	Características de los parámetros reológicos de quesos	8
2.7.1	Efectos de la reducción de grasa sobre las características reológicas en quesos	10
2.7.2	Efectos de la adición de probióticos y prebióticos sobre las características reológicas en quesos	11
2.8	Tipos de mediciones de los parámetros reológicos	11
2.8.1	Análisis sensorial	12
2.8.2	Análisis instrumental	13
3	MATERIALY MÉTODOS	16
3.1	Lugar de trabajo	16

3.2	Material y equipos	16
3.2.1	Materias primas	16
3.2.2	Cámara de maduración	16
3.2.3	Laboratorio de análisis	16
3.3	Metodología	16
3.3.1	Maduración de los quesos	16
3.3.2	Diseño experimental	17
3.3.3	Métodos de análisis	17
3.3.3.1	Medición instrumental de textura	17
3.3.3.2	Mediciones sensoriales	17
3.4	Análisis estadístico	18
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	19
4.1	Análisis instrumental de los atributos de textura (TPA) durante el periodo de maduración	19
4.1.1	Firmeza	19
4.1.2	Elasticidad	23
4.1.3	Cohesividad	27
4.1.4	Adhesividad	29
4.2	Análisis sensorial: selección y entrenamiento del panel	34
4.2.1	Preselección de panelistas	34
4.2.2	Selección de panelistas	34
4.2.2.1	Reconocimiento de gustos básicos	34
4.2.2.2	Reconocimiento de olores	37
4.2.2.3	Prueba de textura	38
4.2.3	Entrenamiento de panelistas	39
4.3	Análisis sensorial de los atributos de textura durante el periodo de maduración del Gauda	41
4.3.1	Firmeza	41
4.3.2	Elasticidad	44
4.3.3	Cohesividad	46
4.3.4	Adhesividad	49



4.4	Correlación entre los resultados instrumentales y sensoriales de textura	50
5	CONCLUSIONES	53
6	RESUMEN	54
	SUMMARY	55
8	BIBLIOGRAFÍA	56
	ANEXOS	64

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Taxonomía y propiedades metabólicas del grupo <i>L. casei</i>	5
2	Definición de los parámetros de textura en alimentos	12
3	Definición y formas de medir sensorialmente los parámetros de textura	13
4	Resultados del análisis instrumental de firmeza (g), a los 0, 7, 14 y 21 días de maduración	19
5	Resultados del análisis instrumental de elasticidad a los 0, 7, 14 y 21 días de maduración	24
6	Análisis instrumental del parámetro cohesividad a los 0, 7, 14 y 21 días de maduración	28
7	Análisis instrumental (g s) del parámetro adhesividad a los 0, 7, 14 y 21 días de maduración	30
8	Calificaciones otorgadas por los panelistas a la firmeza del queso Gauda semidescremado al día 15 de maduración y posteriormente al día 21	42
9	Calificaciones otorgadas por los panelistas a la elasticidad de queso Gauda semidescremado al día 15 de maduración y posteriormente al día 21	45
10	Calificaciones otorgadas por los panelistas a la cohesividad de queso Gauda semidescremado al día 15 de maduración y posteriormente al día 21	47
11	Calificaciones otorgadas por los panelistas a la adhesividad de queso Gauda semidescremado al día 15 de maduración y posteriormente al día 21	49
12	Correlación entre los atributos de textura instrumental y sensorial	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Relación directa entre la composición química, estructura y propiedades físicas de un alimento	10
2	Curva típica del análisis de perfil de textura	14
3	Firmeza instrumental obtenida del promedio general de cada tratamiento durante la maduración	20
4	Intervalos de confianza HSD Tukey para el análisis multifactorial de la varianza entre tratamientos	20
5	Evolución de la firmeza instrumental durante la etapa de maduración	21
6	Valores promedios de la firmeza instrumental de los tratamientos en estudio en comparación con quesos comerciales (QC)	23
7	Evolución de la elasticidad instrumental durante la etapa de maduración	25
8	Intervalos de confianza HSD Tukey de elasticidad para el análisis multifactorial de la varianza entre tiempos	26
9	Valores promedios de la elasticidad instrumental de los tratamientos en estudio en comparación con quesos comerciales (QC)	27
10	Valores promedios de la cohesividad instrumental de los tratamientos en estudio en comparación con quesos comerciales (QC)	29
11	Evolución de la adhesividad instrumental durante la etapa de maduración	31
12	Intervalos de confianza HSD Tukey para el análisis simple de la varianza en adhesividad del tratamiento 3 entre tiempos de maduración	31
13	Adhesividad instrumental obtenida del promedio general de	

	cada tratamiento durante la maduración	32
14	Adhesividad instrumental obtenida del promedio general de cada tiempo de maduración	32
15	Valores promedios de la adhesividad instrumental de los tratamientos en estudio en comparación con quesos comerciales (QC)	33
16	Puntaje obtenido por los panelistas en el reconocimiento de cada gusto básico. (a) salado, (b) ácido, (c) amargo, (d) dulce.	36
17	Puntaje total obtenido por cada panelista en el reconocimiento de los gustos básicos	37
18	Puntaje total obtenido por cada panelista en el reconocimiento de olores	38
19	Puntaje total de respuestas correctas de cada panelista de las pruebas de selección	39
20	Perfil de textura de queso Gauda elaborado por los panelistas durante el periodo de entrenamiento. (Intensidad mínima =1; intensidad máxima=7)	41
21	Medición sensorial de la firmeza	42
22	Calificación otorgada al atributo firmeza durante maduración de los quesos en estudio	43
23	Medición sensorial de la elasticidad	44
24	Calificación otorgada al atributo elasticidad durante maduración de los quesos en estudio	46
25	Calificación otorgada al atributo cohesividad durante maduración de los quesos en estudio	48
26	Calificación otorgada al atributo adhesividad durante maduración de los quesos en estudio	50

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Guía de uso del texturómetro TA-XT2i	65
2	Guía de calificación de los parámetros sensoriales de textura en queso Gauda	67
3	Descripción de los atributos sensoriales de textura en queso Gauda	68
4	Tabla de respuestas para la evaluación sensorial de textura en queso Gauda	69
5	Resultados de los parámetros texturales medidos instrumentalmente en quesos comerciales de la X región	70
6	Resultados de firmeza instrumental (g)	72
7	Resultados de elasticidad instrumental	75
8	Resultados de cohesividad instrumental	79
9	Resultados de adhesividad instrumental (g s)	82
10	Encuesta para los candidatos a panelistas	86
11	Productos utilizados para la prueba de selección de panelistas	87
12	Resultados etapa de selección de panelistas	88
13	Calificaciones otorgadas por los panelistas para queso Gauda durante la etapa de entrenamiento	89
14	Calificaciones otorgadas en la evaluación de queso Gauda para los atributos de textura	91
15	Test de concordancia de Kendall para panelistas de evaluación sensorial	99
16	Análisis estadísticos de firmeza sensorial	100
17	Análisis estadísticos de elasticidad sensorial	103
18	Análisis estadísticos de cohesividad sensorial	105
19	Análisis estadísticos de adhesividad sensorial	107

20	Análisis de correlación entre parámetros texturales evaluados sensorial e instrumentalmente	110
----	---	-----

## 1 INTRODUCCIÓN

La obesidad y sobrepeso se ha convertido en los últimos años en Chile, en una de las problemáticas sociales de mayor incidencia sobre la salud de las personas, ocasionando diversos tipos de enfermedades cardiovasculares y crónicas, es por esto que existe una creciente demanda en los consumidores por alimentos saludables, funcionales y beneficiosos para el organismo humano.

A raíz de lo anterior la industria láctea, específicamente la industria quesera desde hace un tiempo está incursionando en el desarrollo de nuevos productos que cumplan con los requerimientos de un alimento funcional y saludable, consecuentemente se está trabajando en el mejoramiento de las características organolépticas que son afectadas por la reducción de la grasa, y además en la incorporación de probióticos y prebióticos, los cuales tienen diversos efectos beneficiosos y propiedades tecnológicas como es la sustitución de grasa, mejoramiento del sabor, textura y reducción calórica.

### Hipótesis

“La adición del probiótico *Lactobacillus paracasei subs. paracasei* y la aplicación de Inulina como prebiótico en queso Gauda semidescremado permite obtener un producto de características de textura superior al queso Gauda semidescremado sin tales incorporaciones.”

### Objetivo general

Estudiar la influencia del probiótico *Lactobacillus paracasei subs. paracasei* y del prebiótico Inulina (dos concentraciones), sobre algunos parámetros reológicos durante la maduración del queso Gauda semidescremado.

### Objetivos específicos

- Evaluar algunos parámetros reológicos durante el desarrollo de la maduración (días 0, 7, 14 y 21) de los quesos funcionales y el queso control sin la incorporación de las variables mencionadas.
- Evaluar la calidad sensorial de los mismos parámetros reológicos de los quesos en estudio (al día 15 de maduración y posteriormente al día 21), con el queso control.
- Comparar los resultados de textura obtenidos por mediciones instrumentales y sensoriales.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Definición de queso.

Queso es el producto madurado o sin madurar, sólido o semisólido, obtenido coagulando leche, leche descremada, leche parcialmente descremada, crema, crema de suero, suero de queso o suero de mantequilla debidamente pasteurizado o una combinación de estas materias, por la acción de cuajo u otros coagulantes apropiados y separando parcialmente el suero que se produce como consecuencia de tal coagulación (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, RSA, 2001).

Se entiende por queso sometido a maduración el queso que no está listo para el consumo poco después de la fabricación, sino que debe mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y en unas condiciones tales que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos del queso en cuestión (CODEX ALIMENTARIUS, 1978).

### 2.2 Definición y características del queso Gauda

El queso Gauda es una modificación del Gouda holandés, es un queso madurado, sin cáscara, que se elabora con leche pasteurizada de vaca, obtenido por coagulación enzimática coayudado por la acidez desarrollada por los cultivos lácticos puros que se agregan; su maduración se produce en un envase retráctil durante un mínimo de 15 días, en condiciones controladas.

Entre los requisitos organolépticos se encuentran: su consistencia debe ser firme y elástica, adecuada para laminar, el color de la masa interna debe ser amarilla pálida, con una textura cerrada o con escasos ojos (CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN), 1999a).

La producción de queso en Chile ha ido aumentando considerablemente en los últimos años, predominando los quesos Gauda, que ocupan el primer lugar en el mercado. Se puede estimar que, en el año 2004, en torno al 70% del queso que se produjo en el país a nivel industrial fue Gauda, lo que correspondería a poco más de 41.000 toneladas (CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA. OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS (ODEPA), 2006).

Este aumento también es debido al gran incremento de las exportaciones de nuestro país, donde el queso Gauda abarca cerca del 93% de las exportaciones de quesos en el año 2006 (ODEPA, 2007).

### 2.3 Alimentos de bajo contenido graso

Los alimentos que tienen menos cantidad de grasa pueden ayudar a que las personas adopten un estilo de vida más saludable. De hecho, la sugerencia de reducir la grasa



es el fundamento de las pautas dietéticas existentes que han sido diseñadas para promover la salud y el bienestar (HERNÁNDEZ y VARDELET, 2003).

El interés de los consumidores por mantener una adecuada dieta, y evitar problemas a la salud, como enfermedades cardiovasculares y crónicas, ha desafiado a las industrias de alimentos a responder a sus necesidades mediante la elaboración de productos de reducido contenido graso (Robinson, 2000 citado por SALAZAR, 2005).

La demanda de alimentos bajos en grasas, particularmente en el caso de grasas saturadas, está aumentando considerablemente, por lo tanto, la elaboración de quesos de reducida grasa es una interesante alternativa de diversificación industrial en el mundo (BRITO *et al.* 2003).

La mayoría de los estudios clínicos que se han realizado hasta la fecha sugieren que los alimentos con bajo contenido de grasa pueden ayudar a las personas a reducir significativamente la cantidad real de grasa y calorías, además del porcentaje de calorías derivado de las grasas efectivamente consumidas (HERNÁNDEZ y VARDELET, 2003).

**2.3.1 Quesos reducidos en grasa.** El término de quesos reducidos en grasa abarca una amplia gama de variedades incluyendo quesos suaves, semiduros y duros (BANK, 2004).

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

La legislación chilena en tanto, define un queso “reducido” cuando éste contiene 25% menos de un nutriente particular o 25% menos de las kilocalorías del alimento normal de referencia (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2001).

La disminución del tenor graso en los quesos, ocasiona problemas sensoriales que normalmente limitan su aceptación, como también consecuencias negativas en los rendimientos de los procesos productivos (BRITO *et al.* 2002).

El retiro de la grasa del queso produce texturas y sabores no característicos de la variedad en elaboración. Los defectos típicos incluyen una firmeza excesiva, entre otros.

Una forma para mejorar la aceptabilidad y corregir las deficiencias de la textura y el sabor en quesos reducidos en grasa, es estandarizando el nivel de humedad en el queso a través del uso de compuestos que puedan sustituir parcial o completamente la grasa y así llegar a obtener una textura similar a un queso común (ARYANA y HAQUE, 2001).

Según el INN (1999), el queso Gauda semidescremado es aquel que contiene entre 12,5 – 23,3 % de materia grasa.

## **2.4 Definición y características de los probióticos**

“Son microorganismos vivos seleccionados que, al ser ingeridos en cantidades suficientes ejercen un efecto positivo para la salud más allá de los efectos nutricionales tradicionales” (CORRALES *et al.* 2007).

Los microorganismos probióticos aparecen en el tracto gastrointestinal del hombre desde etapas tempranas de la vida, pero al pasar el tiempo y debido a factores como la edad, la dieta, el ambiente, el estrés y la medicación, descienden a cantidades que pueden llegar a ser muy pequeñas, lo cual puede favorecer el crecimiento de bacterias patógenas. Cuando se logra que los probióticos se conserven en número o vuelvan a alcanzar niveles importantes en el intestino, el huésped puede experimentar una serie de beneficios como el mejoramiento de la tolerancia a la lactosa, acción contra bacterias patógenas y el mejoramiento de la respuesta inmune, reducción del colesterol sanguíneo y una mejor respuesta antitumoral (CORRALES *et al.* 2007).

Los probióticos son el ejemplo mejor caracterizado y más estudiado de alimentos funcionales y se han definido como suplementos microbianos vivos con efectos benéficos sobre el consumidor. La mayoría de los microorganismos probióticos para uso en humanos se hallan dentro del grupo de las bacterias lácticas o de las bifidobacterias (Rowland, 2002 citado por HERNÁNDEZ, 2006).

Los probióticos producen diversas características y efectos en el organismo humano como por ejemplo ayudan a mejorar la digestión de la lactosa, reduce los niveles de colesterol, estimula la protección del tracto digestivo, poseen efectos anticancerígenos y disminuyen patologías gastrointestinales (LEAHY *et al.* 2005).

Para que los probióticos actúen en la flora intestinal es necesario una ingesta mayor o igual  $10^7$  células viables por ml o g de producto (BOURLIOUX *et al.*, 2003). Por otro lado VINDEROLA *et al.* (2000), señalan que la ingesta diaria debe ser mayor a 100 gramos de producto que contengan  $10^6$  cel/g de bacterias viables.

Para poder seleccionar una cepa de una bacteria probiótica para ser usada en la incorporación de un alimento debe cumplir diversas características como no ser patógenas, deben mantenerse viables durante el procesamiento, y el tránsito a través del tracto gastrointestinal (SALMINEN y OUWEHAND, 2002).

**2.4.1 Caracterización del grupo *Lactobacillus casei*.** Los miembros del *Lactobacillus casei* son bacterias Gram positivas con forma de bastón inmóviles, las cuales se encuentran en pares o cadenas, son mesófilas heterofermentadoras facultativas, las cuales producen ácido láctico como principal producto final de la fermentación y no producen gas en presencia de glucosa. Su nombre proviene principalmente de la palabra Caseus que significa queso (CURRY y CROW, 2002).

Las cepas de *Lactobacillus casei* se encuentran en forma natural en vegetales fermentados, leche, carne, así como en el intestino. El grupo de *L. casei* se divide en diversas subespecies (CUADRO 1).

**CUADRO 1 Taxonomía y propiedades metabólicas del grupo *Lactobacillus casei*.**

Taxonomía	Propiedades metabólicas	
	T ° de crecimiento (°C)	Fermentación de azúcares
<i>L. Casei</i>	10-40	Ribosa-sacarosa
<i>L. paracasei</i> subs. <i>paracasei</i>	10-40	Gran variedad de azúcares
<i>L. paracasei</i> subs. <i>tolerans</i>	10-37	Gran variedad de azúcares
<i>L. rhamnosus</i>	15-45	Ramnosa

FUENTE: SHAH (2001)

**2.4.2 Quesos probióticos.** Entre los productos lácteos, los quesos son el mejor vehículo para estos microorganismos, por presentar una [estructura](#) muy estable y adecuada por la [matriz](#) proteica que lo conforma; protege de forma adecuada los microorganismos probióticos de una serie de factores que los afectan en su desarrollo y crecimiento, además en los quesos el pH, el contenido de grasa, el nivel de oxígeno y las condiciones de almacenamiento son más adecuadas para la supervivencia de este tipo de microorganismos durante el procesamiento y la digestión (Boylston y Cols 2004, citado por HERNÁNDEZ 2006).

El papel de las bacterias probióticas en las fermentaciones de la leche es asistir en la preservación de ella por generación de ácido láctico y posibles compuestos antimicrobianos. Además, la producción de compuestos del sabor (acetaldehídos) y otros metabolitos (polisacáridos extracelulares) otorgan características organolépticas requeridas por el consumidor y permiten mejorar el nivel nutricional del queso, como por ejemplo la liberación de aminoácidos y la síntesis de proteínas (PARVEZ *et al.* 2006).

Durante la maduración del queso el grupo *Lactobacillus casei* puede provocar diversos efectos en el producto dependiendo de la cepa que se esté utilizando, así se ha reportado que algunas cepas de este grupo producen efectos negativos como amargor, malos gustos y una textura abierta y dezmenuzable, en cambio existen otras cepas que contribuyen positivamente en el sabor y no modifican la textura (CURRY y CROW, 2002).

## 2.5 Definición y características de los prebióticos

“Un prebiótico es el sustrato trófico del probiótico. Son sustancias no digeribles por el hombre que forman parte de los alimentos. Benefician al huésped estimulando de forma selectiva el crecimiento y/o actividad de una o un número limitado de bacterias intestinales” (SILVEIRA *et al.* 2003).

Una de las características de los prebióticos es aumentar el número de bacterias beneficiosas para el tracto gastrointestinal a través del suministro de sustratos específicos que sirven como alimento y que son utilizados preferentemente por estas bacterias (TANAKA y SAKO, 2002).

Los prebióticos se dedican a la modulación de la población bacteriana del colon y ellos constituyen una categoría específica de lo que se ha llamado como alimentos colónicos (HERNÁNDEZ, 2006).

Algunas características confirmadas de los prebióticos son:

- No son digeribles y tienen un bajo contenido energético (< 9 kJ/g)
- Provocan un incremento en el volumen de las heces
- Modulan la flora del colon por estimulación de bacterias benéficas e inhibición de bacterias indeseables

En la actualidad se considera que para que pueda ejercer su efecto prebiótico, un producto con fibra soluble debe contener a lo menos 1,5 g por porción y el nivel mínimo de ingestión debería ser 3 g por día, con un máximo aconsejado de 30 g al día.

Ensayos clínicos indican que una dosis de hasta 30 g/día de inulina es bien tolerada por algunos sujetos sanos; otros ensayos muestran que la ingestión de 12 g diario de polidextrosa mejora la función intestinal sin efectos adversos (GOTTELAND y BRUNSER, 2006).

**2.5.1 Tipos de prebióticos utilizados en alimentos.** Según SILVEIRA *et al.* (2003), por el momento los únicos datos relevante, en cuanto a prebióticos corresponde a los fructanos tipo inulina. La mayoría de su producción industrial procede de la achicoria. Además de forma natural está presente en trigo, cebolla, plátanos, ajo y puerros.

La lactosa, es bien conocida como una fuente de prebióticos; sin embargo, existen muchas otras fuentes diferentes a los de la leche, realmente no importa la fuente de la cual provengan los prebióticos, estos siempre producen efectos benéficos sobre los probióticos; es decir, como mezcla simbiótica.

Se conocen más de 10 diferentes disacáridos y oligosacáridos que son considerados como agentes prebióticos con beneficios a la salud por mucho más amplios que los esperados (TANAKA y SAKO, 2002). Según GOTTELAND y BRUNSER (2006) se han descrito diversos tipos de prebióticos como los fructooligosacáridos, inulina, galactosacáridos, lactulosa, lactilol, siendo la inulina y los fructooligosacáridos los prebióticos más estudiados y con mejor respuesta clínica.

**2.5.2 Caracterización del prebiótico inulina.** La inulina es una fibra dietética soluble extraída de vegetales, constituida por polímeros de fructosa unida por enlaces  $\beta$  (2 $\rightarrow$ 1). Esta molécula llega al colon donde es fermentada por la microflora; Su fermentación en el colon produce gases y ácidos grasos de cadena corta que acidifican el contenido del lumen, es este fenómeno el que mejoraría la resistencia a agentes patógenos, facilitaría la absorción de minerales como el calcio y contribuiría a disminuir los niveles circulantes de colesterol y triglicéridos (SHAH, 2001).

Según BALCÁZAR *et al.* (2003), la inulina es un prebiótico, proveniente de la fructosa, no digerible, libre de sabor y con bajo aporte calórico, que se emplea en la preparación de varios alimentos para darles cuerpo, textura, consistencia, viscosidad y humedad, proporciona una sensación en la boca similar a la grasa y se ha empleado con éxito

para reemplazarla en postres helados, aderezos, rellenos y productos lácteos, así como para añadir fibra a productos alimenticios.

## 2.6 Proceso de maduración en quesos

“Se entiende por maduración al periodo comprendido entre el término de su elaboración hasta que el queso está listo para el consumo” (BRITO, 1982).

“La maduración de los quesos es el resultado global de una serie de variados fenómenos: proteólisis, desaminación y descarboxilación; lipólisis y degradación de ácidos grasos; sacarólisis y fermentación de ácido láctico; reacciones ácido básicas y efecto tampón” (ALAIS, 1985).

La acción bacteriana y enzimática constante a través de la maduración son responsables de la interrupción de la matriz de la proteína, lo que conduce al desarrollo de las texturas típicas, sabores, y aromas de quesos maduros (POLLARD *et al.* 2003).

La maduración de quesos constituye una de las etapas más trascendentes del procesamiento, dado que los cambios bioquímicos ocurridos durante este periodo originan importantes características sensoriales en el producto, focalizados principalmente en los parámetros de consistencia, color, textura, sabor y olor. No obstante la aptitud al proceso de maduración que presentan los quesos depende directamente de las características generales de estos a su entrada a bodega, por lo tanto es necesario controlar la temperatura ambiental de la cámara, ya que a mayor temperatura las reacciones químicas se aceleran (BRITO *et al.* 1995)

En el proceso de maduración existen tres cambios fundamentales en el queso, los cuales le dan las características propias a cada variedad.

**2.6.1 Proceso de glicólisis.** “También denominada fermentación de la lactosa. Corresponde a la acción degradativa de la lactosa por los cultivos lácticos, para transformarla en ácido láctico. También se producen pequeñas cantidades de diacetilo, butilenglicol, CO<sub>2</sub> (por degradación del citrato), los cuales dan características particulares a las diversas variedades” (BRITO, 1993).

El ácido láctico formado entrega al producto mayor protección controlando la contaminación y el desarrollo de flora microbiana indeseada en el queso, además juega un papel importante en la formación del cuerpo adecuado del queso (ALAIS, 1985).

Es importante mencionar que el proceso de glicólisis ocurre en su mayor parte en la elaboración del queso por lo cual existe una muy pequeña cantidad de lactosa disponible durante la maduración, es por eso que el proceso de glicólisis o degradación de la lactosa no ocurre como un cambio fundamental durante la maduración y las influencias de ésta sobre las características del queso se deben principalmente a la lactosa degradada con anterioridad a la maduración.

**2.6.2 Proceso de proteólisis.** Es el fenómeno más importante de la maduración, ya que afecta a la textura y al sabor del queso (ALAIS, 1985).

Los procesos proteolíticos se inician con la formación del gel durante la coagulación de la leche, la cual comienza con la acción de la enzima renina sobre los enlaces FEN 105 y MET 106 de la K-caseína. Posteriormente los agentes proteolíticos hidrolizan las proteínas formando proteasas, peptonas y péptidos, lo cual otorga cuerpo y consistencia al queso. Luego los degradan hasta aminoácidos y otros compuestos menores, aportando sabor y aroma característico de cada tipo de queso (BRITO, 1993).

Según ALAIS (1985), los agentes proteolíticos son los responsables de la degradación de las proteínas durante la maduración del queso; donde destacan las enzimas propias de la leche (plasmina), las enzimas del cuajo (quimosina), bacterias starter y sus enzimas, encargadas de producir acidez durante la elaboración y degradación de proteínas en maduración, bacterias no starter, las cuales pueden ingresar por contaminación y los cultivos secundarios que dan características propias a las variedades de quesos.

**2.6.3 Proceso de lipólisis.** “Se define como la división hidrolítica de los triglicéridos con separación de ácidos grasos libres” (BRITO, 1993).

“La lipólisis durante la maduración es bastante limitada, ya que gran parte de la grasa permanece intacta en esta etapa” (SCOTT, 1990).

El tipo y la magnitud de la degradación de la grasa dependen de los microorganismos que participan en la maduración.

La lipólisis se estimula homogeneizando la leche y agregando microorganismos específicos, que juegan un papel preponderante en la producción de compuesto volátiles, tales como ácidos grasos libres de bajo peso molecular y otros que son precursores de sustancias como metilcetonas, lactonas y ésteres, responsables del aroma y del sabor de algunos quesos (ACUÑA *et al.* 2001).

## **2.7 Características de los parámetros reológicos de quesos**

Las propiedades reológicas del queso dependen de la presencia de agua libre, partículas de grasa y sal en la matriz de las proteínas, afectando la percepción del alimento en la boca y en su manipulación. Estas propiedades varían ampliamente a través de todas las variedades de quesos y pueden cambiar marcadamente durante la maduración (Inocente *et al.*, 2002 citado por ARTEAGA, 2004).

El queso es un material viscoelástico, que se comporta como un sólido esencialmente elástico hasta un cierto punto, lo que se traduce por una relación lineal entre la tensión y la deformación. Si la compresión se detiene en este punto, el queso recupera su forma casi en su totalidad y la estructura queda intacta (CASTAÑEDA, 2002).

La red proteica de los quesos está formada principalmente por las caseínas  $\alpha_{S1}$  y las  $\beta$ , cuyas cadenas helicoidales forman celdas que encierran los glóbulos de grasa, sales, lactosa, enzimas y bacterias, las cuales quedan atrapadas en la estructura tridimensional de la proteína. Junto con los cambios químicos, la acción bacteriana y enzimática constante a través de la maduración son responsables de la interrupción de

la matriz de la proteína, conduciendo en última instancia al desarrollo de las texturas típicas, los sabores, y aromas de quesos maduros (POLLARD *et al.* 2003).

Las propiedades de textura de los quesos presentan una estrecha relación con las características relacionadas con el sentido del tacto y de la vista. La textura de un queso es una de las características más importantes que determinan su identidad y calidad (ZUÑIGA *et al.* 2007).

Según Costell (1994), citado por ZUÑIGA (2007), “la textura se define como el conjunto de propiedades físicas y de estructura de un producto, perceptible por los mecanorreceptores, los receptores táctiles y en ciertos casos por los receptores visuales y auditivos”.

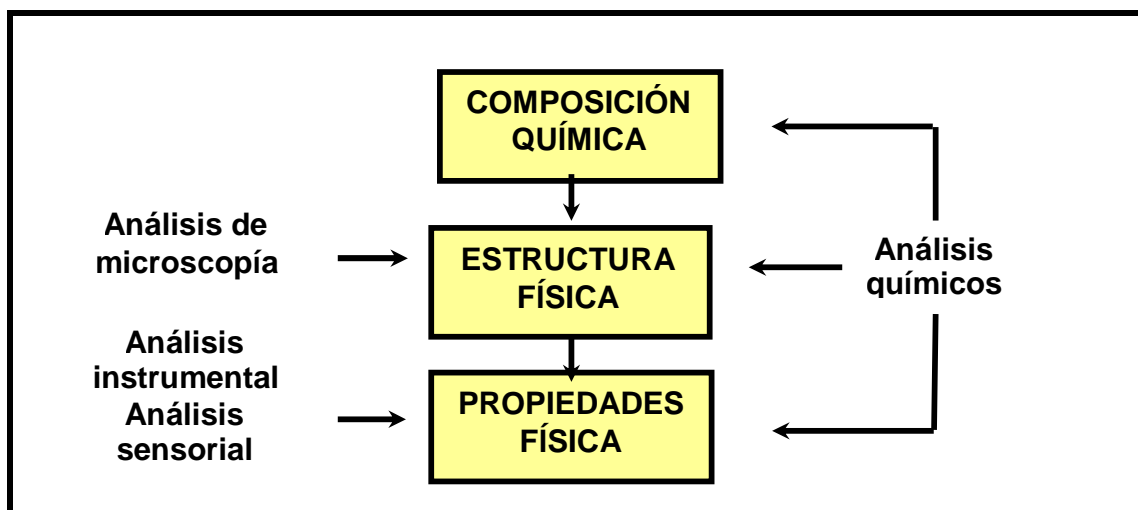
DE MAN (1999), define la textura “como la manera en que los constituyentes y elementos estructurales son ordenados y combinados en micro y macroestructura y la manifestación externa de esta estructura en términos de flujo y deformación”. Hay una relación directa entre composición química de un alimento, su estructura física, y el resultado físico o características mecánicas, como se presenta en la FIGURA 1. Una comprensión apropiada de las características texturales requiere del estudio de la estructura física. La textura del alimento puede ser evaluada por pruebas mecánicas (métodos instrumentales) o por análisis sensorial, en el último caso, se utilizan los órganos humanos del sentido como herramientas analíticas.

La textura del queso es influenciada por los procesos de proteólisis y lipólisis que toman lugar durante la maduración (ARYANA y HAQUE, 2001).

En el desarrollo de la textura de los quesos generalmente hay dos etapas. La primera implica la interrupción relativamente rápida de la red de caseína durante los 7 a 14 días iniciales que siguen a la fabricación. La segunda etapa implica un cambio más gradual en la textura del queso, donde ocurre un rompimiento del resto de la caseína  $\alpha_{s1}$  y de las demás caseínas (ARYANA y HAQUE, 2005).

La microestructura representa la distribución espacial de los constituyentes y los niveles inter e intramoleculares de atracción de estos componentes (YANJIE *et al.* 2007).

La microestructura de los quesos, al ser observadas por un microscopio electrónico revela durante las primeras horas después del moldeado, una matriz de micelas de paracaseína. Las cavidades en la matriz están principalmente llenas con glóbulos grasos y un poco de suero. En esta etapa se observa que el agua aún puede tener fácil movimiento a través de la matriz. Al día siguiente del procesamiento la matriz ya se encuentra más homogénea y se pueden observar muchas, pero pequeñas partículas de proteínas. Las cavidades llenas de suero no pueden ser detectadas y cualquier desplazamiento del agua es cada vez más dificultoso, la causa de estos cambios puede estar asociada a la disolución del fosfato de calcio, y más tarde también al desarrollo de la proteólisis (ARYANA y HENK, 2004).



**FIGURA 1** Relación directa entre la composición química, estructura y propiedades físicas de un alimento.

FUENTE: DE MAN (1999).

**2.7.1 Efectos de la reducción de grasa sobre las características reológicas en quesos.** El queso es una matriz proteica continua con una estructura suelta y abierta de los glóbulos grasos que se encuentran en forma dispersa; la remoción de una cantidad de grasa, cambia su perfil de sabor, aroma y textura. Siendo la naturaleza de esta red proteica la que determina mayoritariamente las propiedades reológicas en el queso, si el contenido de grasa decrece, la matriz proteica se hace más compacta y con menos espacios abiertos lo que afecta la textura (USTUNOL *et al.* 1995).

Según ARDO (1997), dentro de los defectos que existen en quesos con bajo contenido graso, está el de presentar un cuerpo firme y elástico como también el desarrollo de sabores extraños como el amargor. El cuerpo más firme y más elástico en quesos de reducida grasa se ha atribuido a una insuficiente degradación de la matriz caseínica y en especial una menor hidrólisis de la caseína  $\alpha_{S1}$ , por lo cual sería conveniente aumentar la degradación de esta proteína para mejorar la consistencia suave de los quesos.

FENELON y GUINNE (1997), mencionan que el queso Cheddar reducido en grasa frecuentemente se percibe como seco, excesivamente firme, elástico y presenta dificultad al masticarlo, además de una baja intensidad en el sabor y aroma típico del queso Cheddar tradicional.

La relación de grasa/proteína en la leche es crítica, ya que un incremento en la materia grasa y contenido de agua debilitan la estructura proteica, mientras que una disminución de los mismos provoca un endurecimiento en el queso. Un queso con alto contenido de materia grasa incluida en su red proteica es más blando y tiende a aplastarse fácilmente, dependiendo de la firmeza de la red de caseína. La cantidad de materia grasa dentro de la matriz regula la deformación de la misma. Este efecto depende de la temperatura y del tipo de materia grasa. Bajas temperaturas resultan en una estructura más sólida, mientras que quesos que contienen grasas insaturadas



tienen un cuerpo más blando. El contenido de minerales también juega un rol importante en esta matriz (CASTAÑEDA, 2002).

DRAKE *et al.* (1999), realizaron un estudio en queso Cheddar donde se compara un queso reducido en grasa (15,4% MG), con un queso de grasa completa (33% MG), donde aquellos reducidos en grasa resultan con una mayor firmeza y elasticidad y una menor cohesividad en comparación con el de grasa completa.

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

**2.7.2 Efectos de la adición de probióticos y prebióticos sobre las características reológicas en quesos.** Los resultados de la aplicación de probióticos y prebióticos va a depender del tipo de queso en el que se esté implementando estas variables y a su vez del probiótico y prebiótico utilizado. Por ejemplo la utilización conjunta de *Bifidobacterium* y *Lactobacillus acidophilus* en la fabricación de queso Gouda altera el sabor y aroma del mismo, sin embargo se han obtenido buenos resultados con el probiótico *Lactobacillus casei subsp. casei*, el cual es resistente a largos procesos de maduración y su incorporación no afecta la calidad y la textura del queso.

PAVAN *et al.* (2006), elaboraron un queso probiótico tipo Cheddar, inoculado con *Lactobacillus acidophilus*, un queso prebiótico adicionado con goma de algarrobo y un queso simbiótico (presencia del lactobacilo con goma). Debido a las reacciones ocurridas durante el proceso de maduración la firmeza cambia a partir de la séptima semana, en los quesos probiótico y prebiótico desciende, no siendo el caso del queso simbiótico. Esta pérdida de firmeza se atribuye a la retención de agua localizada en los espacios formulados por la red proteica y los glóbulos de grasa y a los cambios bioquímicos que se presentan durante la maduración. La textura del queso tipo Cheddar fue afectada por la incorporación de la goma y del *Lactobacillus acidophilus*.

Según RAMOS *et al.* (2000), un estudio realizado en queso crema con adición del probiótico *L. casei* e inulina dio como resultado para el análisis de textura que el queso con estos dos componentes era mucho más suave que aquel que no los contenía. En cuanto al *L. casei*, el queso crema presentó un recuento de  $1,2 \times 10^7$  ufc/g, por lo que correspondía a un producto probiótico.

## 2.8 Tipos de mediciones de los parámetros reológicos

La textura de un queso es un parámetro importante para su clasificación y para la apreciación de su calidad. Las propiedades mecánicas de la textura pueden medirse a través de sus propiedades reológicas. Se han utilizado varios métodos para medir las propiedades reológicas de los quesos (CASTAÑEDA, 2002).

El CUADRO 2 detalla la definición de los parámetros de textura firmeza, elasticidad, cohesividad y adhesividad.

**CUADRO 2 Definición de los parámetros de textura en alimentos.**

Parámetros	Definición	Autor
Firmeza	Fuerza necesaria para lograr una deformación hasta llegar a la ruptura	TUNICK, 2000 ROHM, 2002
Elasticidad	Capacidad de una sustancia para recobrar su forma y dimensión inicial luego de remover la fuerza que lo deforma	TUNICK, 2000 ROHM, 2002
Cohesividad	Resistencia de las uniones internas del alimento	TUNICK, 2000
Adhesividad	El esfuerzo o trabajo aplicado para vencer la fuerza de atracción entre el alimento y una superficie	TUNICK, 2000 ROHM, 2002

FUENTE: ROHM (2002); TUNICK (2000).

**2.8.1 Análisis sensorial.** El análisis sensorial es usado para evaluar y predecir la aceptabilidad por parte de panelistas entrenados, los cuales demandan de mucho tiempo y se puede medir un número restringido de muestras (Lebecque *et al.*, 2001 citado por ARTEAGA, 2004).

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 *et al.* 2002).

Al llevar a cabo pruebas sensoriales de textura, lo más importante es que quede bien claro para los jueces lo que ellos deben medir, ya que es difícil describir características tan subjetivas como son los atributos sensoriales y hacer que todos los jueces entiendan lo mismo, es por ello que es necesario realizar un entrenamiento adecuado a los jueces (DELAHUNTY, 2002).

El perfil sensorial de textura consiste en el análisis individual de las propiedades a través de un panel entrenado de evaluadores (CASTAÑEDA *et al.* 2004).

El CUADRO 3 presenta la definición de los parámetros de textura para la evaluación sensorial.

**CUADRO 3 Definición y formas de medir sensorialmente los parámetros de textura**

Parámetros	Definición	Autor
Firmeza	Resistencia que presenta la muestra a un pequeño desplazamiento de las mandíbulas hasta lograr la ruptura	CASTAÑEDA, 2004
Elasticidad	La capacidad de una muestra de queso para recuperar rápidamente su dimensión inicial después de la compresión y la deformación.	ROHM, 2002 BROW <i>et al.</i> , 2003
Cohesividad	Facilidad con la cual la muestra, una vez colocada en la boca, deforma en un proceso gradual o se estira antes de la ruptura. Grado en que la masa masticada permanece junta.	ROHM, 2002 BROW <i>et al.</i> , 2003 CASTAÑEDA, 2004
Adhesividad	Esfuerzo o trabajo necesario para separar un producto que se adhiere al paladar y los dientes	ROHM, 2002 CASTAÑEDA, 2004

FUENTE: ROHM (2002); BROW *et al.* (2003); CASTAÑEDA *et al.* (2004).

**2.8.2 Análisis instrumental.** Las mediciones instrumentales de la textura de los quesos están basadas en las propiedades reológicas de ellos mismos, su metodología es objetiva y se puede establecer una relación entre los parámetros químicos y/o reológicos y sus medidas sensoriales. Las medidas tienen en cuenta la fuerza aplicada y el resultado es la deformación, y de este modo se generan parámetros tales como la firmeza, elasticidad y cohesividad (Hort *et al.*, 1997 citado por ARTEAGA, 2004).

Existen los llamados test de imitación, en los que se simula la masticación de una muestra como los análisis de perfiles texturales (TPA, *textural profile analysis*), en que las muestras son sometidas a una compresión uniaxial, registrando el esfuerzo aplicado en datos numéricos de determinados parámetros texturales (ROHM, 2002).

La compresión uniaxial es el método que ha sido utilizado más frecuentemente en la obtención de parámetros reológicos de quesos. El método 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 captor. La medición depende de la velocidad de desplazamiento de la superficie de compresión y de la temperatura (CASTAÑEDA, 2002).

Según ZUÑIGA *et al.* (2007), el análisis de perfil de textura es un procedimiento instrumental para medir, cuantificar y desarrollar nuevos parámetros relacionados con

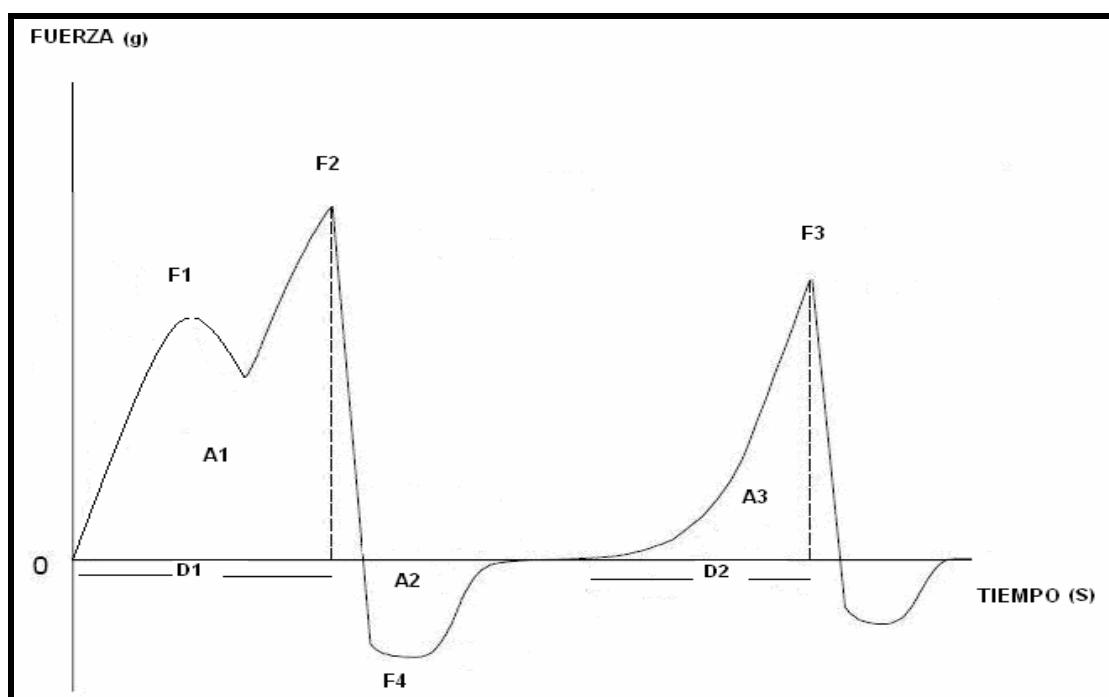
la textura, aunque la magnitud de estos parámetros será influenciada por las variables introducidas en las mediciones como la tasa de deformación. Para que ellas puedan proveer información objetiva y que se pueda comparar es necesario ejecutar las mediciones bajo condiciones estandarizadas.

El TPA consiste en comprimir un trozo de alimento de tamaño pequeño en dos tiempos, en un movimiento recíproco que imita la acción de las mandíbulas y obtiene de los resultados una curva de fuerza versus tiempo en donde se obtienen parámetros de textura.

La curva general de perfil textural obtenido en el análisis se ilustra en la FIGURA 2.

Mediante esta curva se pueden obtener parámetros primarios como la firmeza, elasticidad, cohesividad y adhesividad, de los cuales derivan otros parámetros texturales como son la fracturabilidad, chicosidad y otros (VLIET, 1991; XIONG *et al.*, 2002).

Los métodos instrumentales son menos costosos y menos subjetivos o más fáciles de interpretar o transferir a valores numéricos que las pruebas sensoriales, sin embargo también existen desventajas, ya que los resultados podrían depender de un número de variables, como es la temperatura, tamaño y forma de la muestra y de la velocidad de desplazamiento de las partes móviles del equipo (ZUÑIGA *et al.*, 2007)



**FIGURA 2** Curva típica del análisis de perfil de textura

FUENTE: O' CALLAGHAN y GUINNE (2004).

**Donde:**

F1: Fracturabilidad.

F2: Firmeza 1(g). Máxima fuerza de compresión en la primera mordida.

A1: Corresponde al trabajo realizado durante la primera mordida.

F4: Fuerza adhesiva.

A2: Adhesividad (g s) Trabajo necesario para superar las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y la superficie de otros materiales con las que el alimento entra en contacto. (aceleración constante)

F3: Fuerza aplicada a la segunda mordida.

A3: Corresponde al trabajo realizado durante la segunda mordida.

D2/D1: Elasticidad. Cuocientes entre las longitudes D2 y D1

A3/A1: Cohesividad. Proporción positiva entre el primer y segundo pico.

### 3 MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1 Lugar de trabajo

La investigación consistió en el estudio de parámetros reológicos en la etapa de maduración del queso Gauda semidescremado con el probiótico *Lactobacillus paracasei subs. paracasei* y el prebiótico inulina (dos concentraciones), el cual se efectuó durante el segundo semestre del año 2007.

Los análisis de los parámetros reológicos se realizaron a los 0, 7, 14 y 21 días de maduración, en el Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTAL) de la Universidad Austral de Chile.

#### 3.2 Material y equipos

**3.2.1 Materias primas.** Queso Gauda semidescremado como control, y con adición del probiótico *Lactobacillus paracasei Subs. paracasei* y el prebiótico inulina (dos concentraciones) los cuales fueron elaborados en la Planta Piloto del ICYTAL, dependiente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile. Las muestras estudiadas provenían de una tesis paralela centrada en el procesamiento de este producto, realizado por el estudiante del Magíster en Ciencia y Tecnología de la Leche, Sr. Javier Moscoso.

**3.2.2 Cámara de maduración.** Los quesos fueron almacenados en una cámara de maduración climatizada, la cual se encontraba con una humedad de  $88 \pm 3 \%$  y una temperatura de  $14 \pm 1^\circ \text{C}$ , cuenta con estanterías de madera, ventiladores y un termómetro.

**3.2.3 Laboratorio de análisis.** Los análisis correspondientes a los parámetros reológicos durante la evolución de maduración, y evaluación sensorial, se realizaron en los Laboratorios del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTAL), ubicados en las dependencias de la Universidad Austral de Chile. Los materiales de laboratorio corresponden a los utilizados por las diferentes metodologías usadas en los análisis.

#### 3.3 Metodología

**3.3.1 Maduración de los quesos.** Los quesos permanecieron en la cámara de maduración por un período de 21 días, en las condiciones señaladas en el 3.2.2

**3.3.2 Diseño experimental.** Se estudiaron 4 tratamientos con tres repeticiones, considerando el efecto del tiempo a los 0, 7, 14 y 21 días de maduración, cuyas variables fueron la adición del probiótico y prebiótico inulina en dos concentraciones. Los tratamientos fueron los siguientes:

**Tratamiento 1: (Control)** Queso Gauda semidescremado\*

**Tratamiento 2:** Queso Gauda semidescremado\* con el probiótico *Lactobacillus paracasei* Subs. *paracasei*

**Tratamiento 3:** Queso Gauda semidescremado\* con el probiótico *Lactobacillus paracasei* subs. *paracasei* y con el prebiótico inulina (0,5%).

**Tratamiento 4:** Queso Gauda semidescremado\* con el probiótico *Lactobacillus paracasei* sSubs. *paracasei* y con el prebiótico inulina (1%).

(\*) Elaborado con leche 1,6% MG

**3.3.3 Métodos de análisis.** Los análisis de los parámetros reológicos, como el análisis de perfil de textura fueron realizados a los 0, 7, 14, 21 días del periodo de maduración del queso.

La evaluación sensorial, en particular el perfil de textura fue realizada a los días 15 de maduración y posteriormente al día 21.

**3.3.3.1 Medición instrumental de textura.** La determinación de textura. Se realizó en un texturómetro modelo TA-XT2i (Stable Micro Systems) y software computacional Texture Expert Exceed TA-XT2i.

Para realizar la medición, muestras cilíndricas de 2 cm de altura y 3,7 cm de diámetro fueron sometidas a una doble compresión uniaxial hasta un 50% de deformación, utilizando una célula de carga de 25 Kg. El equipo opera a una velocidad de 1 mm/s. las muestras fueron realizadas en duplicado y a una temperatura de  $18 \pm 2$  °C tomando cada medición en tiempo de 5 segundos. La firmeza, cohesividad, adhesividad y elasticidad son entregadas directamente a través del Software del instrumento llamado Textura Expert Excede, el cual calcula estos parámetros en base a la curva tiempo (s) v/s fuerza (g) obtenida en cada medición.

En el ANEXO 1 se muestra la guía de utilización del equipo, donde se observa el equipo en análisis de textura.

**3.3.3.2 Mediciones sensoriales.** Estas pruebas tuvieron lugar en el laboratorio de análisis sensorial de alimentos, ubicado en las dependencias del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad Austral de Chile.

La evaluación se realizó a los 15 y 21 días de maduración por un panel entrenado formado por 10 jueces; utilizando un test descriptivo, con el objeto de generar un perfil de textura, mediante el uso de una escala de evaluación de 1- 7 puntos. Ver ANEXOS 2, 3 y 4

Las muestras fueron entregadas a los panelistas en forma rectangular con las siguientes dimensiones: 3 cm de largo, 2 cm de ancho y 2 cm de alto.

### 3.4 Análisis estadísticos

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

- Promedio y desviación estándar de las repeticiones para cada tratamiento.
- Test de homogeneidad de varianzas, para determinar si se puede aplicar el análisis de varianza.
- Análisis de varianza (ANDEVA) para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio.
- Análisis alternativo para la varianza de Kruskal-Wallis para usar cuando las varianzas de las muestras no son iguales.
- Análisis de comparación múltiple: Test de Tukey, en el caso de existir diferencias significativas entre los tratamientos y tiempos de maduración según corresponda.
- Test de concordancia (Kendall), para verificar concordancia entre panelistas en los atributos medidos.
- Coeficiente de correlación de Spearman, para estudiar una relación entre los parámetros de textura medidos sensorial e instrumentalmente.



## 4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Análisis instrumental de los atributos de textura (TPA) durante el periodo de maduración

La medición instrumental consideró los parámetros de textura: firmeza, elasticidad, cohesividad y adhesividad.

**4.1.1 Firmeza.** Los valores promedio del parámetro firmeza, junto a sus desviaciones estándar y resultados del análisis estadístico se encuentran en el CUADRO 4, y el detalle de éstos en el ANEXO 6.

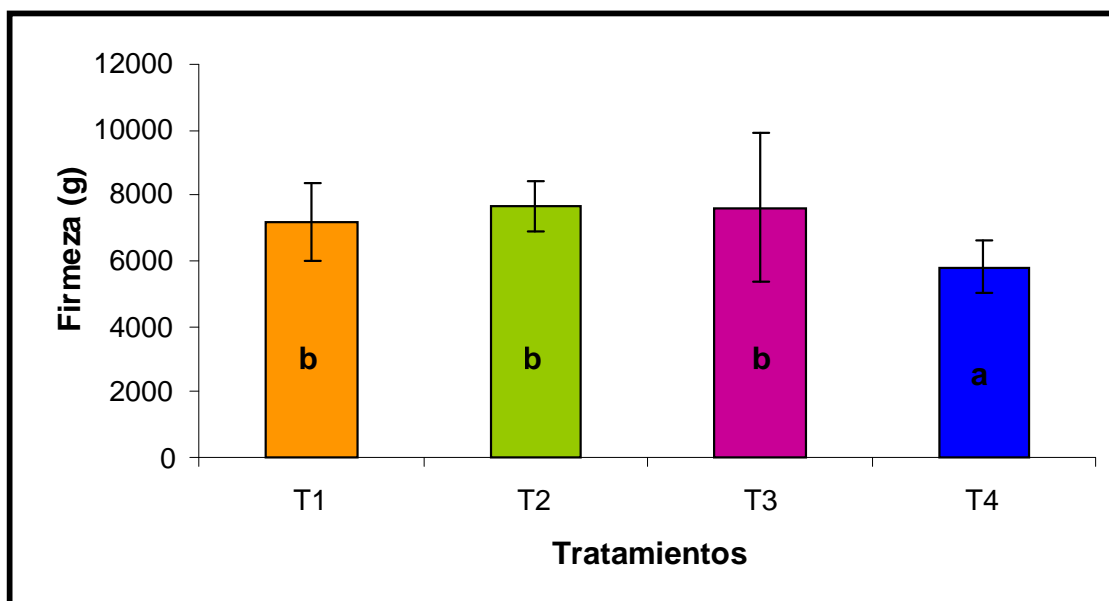
**CUADRO 4 Resultados del análisis instrumental de firmeza (g), a los 0, 7, 14 y 21 días de maduración (\*).**

Tiempo	Tratamientos				Promedio
	T1	T2	T3	T4	
0	8404,522 <sup>a,A</sup> ± 1498,462	8429,059 <sup>a,A</sup> ± 1159,041	9347,209 <sup>a,A</sup> ± 3398,105	6602,037 <sup>a,A</sup> ± 801,970	<b>8195,707 <sup>A</sup></b> <b>±1714,395</b>
7	6673,336 <sup>a,A</sup> ± 958,291	7089,182 <sup>a,A</sup> ± 901,439	7140,065 <sup>a,A</sup> ± 2523,705	5328,237 <sup>a,A</sup> ± 970,958	<b>6557,705 <sup>B</sup></b> <b>±1338,598</b>
14	6853,457 <sup>a,A</sup> ± 1447,663	8001,971 <sup>a,A</sup> ± 889,631	6805,902 <sup>a,A</sup> ± 2377,659	5474,833 <sup>a,A</sup> ± 328,042	<b>6784,041 <sup>AB</sup></b> <b>±1260,749</b>
21	6702,649 <sup>a,A</sup> ± 851,060	7205,845 <sup>a,A</sup> ± 44,601	7256,135 <sup>a,A</sup> ± 653,328	5861,522 <sup>a,A</sup> ± 1188,521	<b>6756,538 <sup>AB</sup></b> <b>±684,378</b>
<b>Promedio</b>	<b>7157,491 <sup>b</sup></b> <b>± 1188,869</b>	<b>7681,514 <sup>b</sup></b> <b>± 748,678</b>	<b>7637,328 <sup>b</sup></b> <b>± 2238,199</b>	<b>5816,657 <sup>a</sup></b> <b>± 822,373</b>	

(\*) Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados, excepto T2 y T4 (14), T1, T2 y T3 (21)

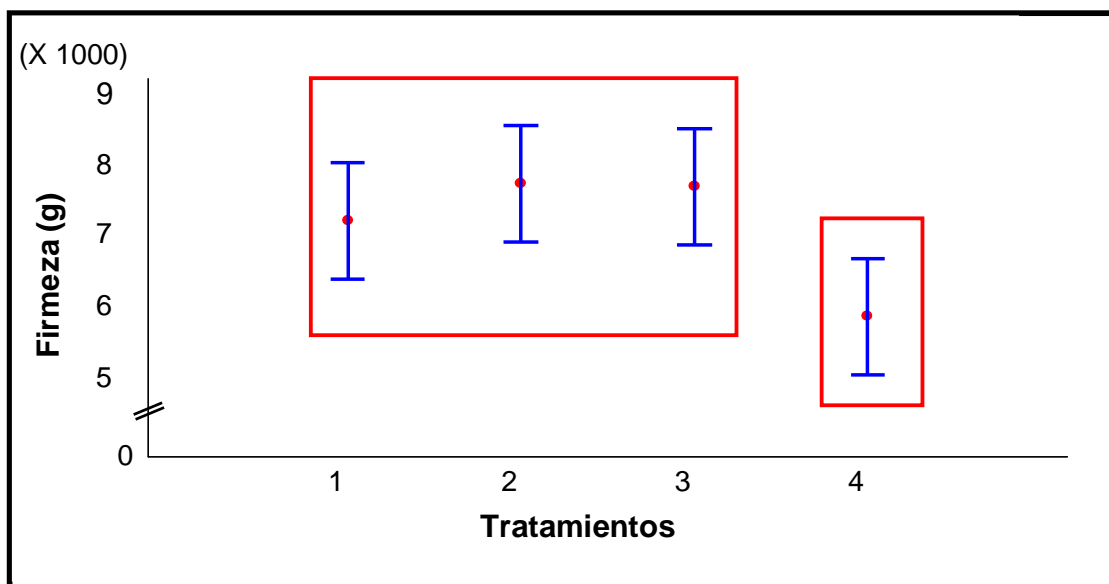
Letras distintas indican diferencias significativas, con un nivel de 95% de confianza. Minúsculas: entre tratamientos; Mayúsculas: entre tiempos de maduración

Los resultados del análisis multifactorial (ANEXO 6.4), indican que existe diferencia entre los tratamientos ( $p < 0,05$ ). La prueba de comparación múltiple entre tratamientos señala que el tratamiento 4 es estadísticamente diferente a T1, T2 y T3 con un 95% de confianza. En la FIGURA 3 se pueden apreciar los valores promedios obtenidos para cada tratamiento, durante la maduración con sus respectivas desviaciones estándar. Entre los tratamientos estadísticamente iguales (T1, T2 y T3) se obtiene un valor promedio de 7492,444 g en comparación al T4 que obtiene un valor promedio de firmeza de 5816,657 g.



**FIGURA 3** Firmeza instrumental obtenida del promedio general de cada tratamiento durante la maduración.

La FIGURA 4 muestra los intervalos de confianza HSD Tukey para cada tratamiento y el punto medio en cada intervalo indica la media general obtenida de cada tratamiento en el análisis estadístico combinado. En este gráfico se puede observar claramente los grupos formados y que el tratamiento 4 es aquel que presenta una menor firmeza.

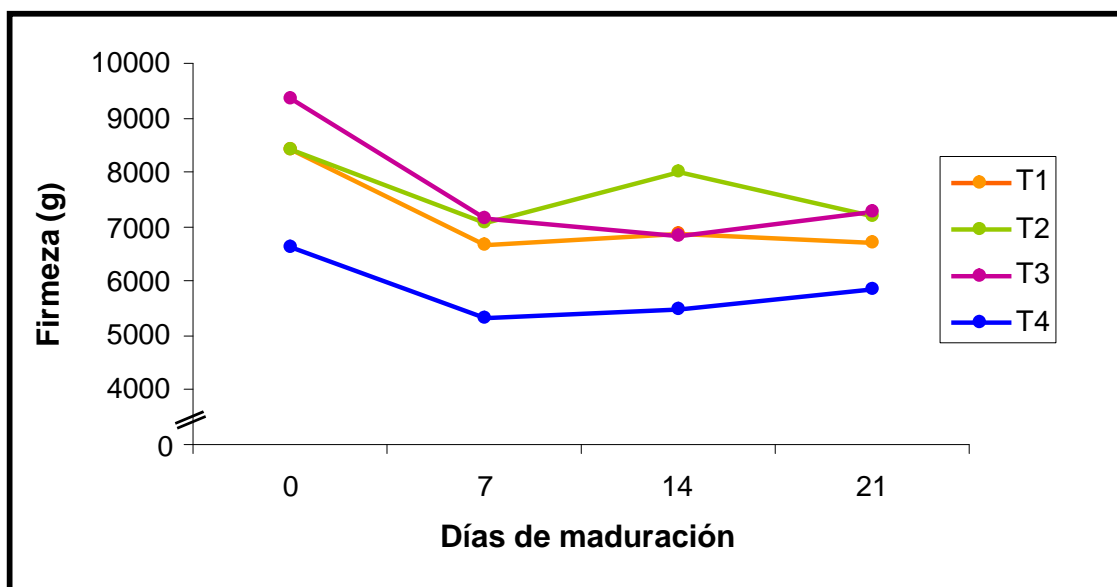


**FIGURA 4** Intervalos de confianza HSD Tukey para el análisis multifactorial de la varianza entre tratamientos.

El análisis multifactorial entre los tiempos de maduración arrojó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) formándose 2 grupos homogéneos, el primero de ellos entre el día 0, 14 y 21; y el otro entre los días 7, 14 y 21. Las diferencias estadísticamente significativas se presentaron entre los días 0 y 7 de maduración.

El cambio marcado de la firmeza en los primeros días de maduración, está conforme con lo que indica Lawrence *et al.* (1987), citado por ARYANA y HAQUE (2001), al expresar que el desarrollo de la textura de los quesos durante la maduración se realiza en dos fases. La primera de éstas se presenta entre la primera y segunda semana de maduración, en donde suceden rápidos cambios, lo que involucra un quiebre rápido de la matriz de caseína; esto se debe a que la red de la caseína es altamente debilitada por la acción del cuajo. La segunda fase, involucra un cambio gradual en la textura del queso, donde el rompimiento del resto de las caseínas  $\alpha_{S1}$  y demás caseínas ocurre durante un tiempo más prolongado medido en meses más que en días.

En la FIGURA 5 se observa la evolución de la firmeza (g) instrumental durante los días de maduración, donde se puede apreciar el descenso que se produce en los primeros 7 días de maduración en todos los tratamientos, lo cual concuerda con el análisis estadístico multifactorial entre los tiempos de maduración detectándose la mayor diferencia entre el día 0 y 7.



**FIGURA 5** Evolución de la firmeza instrumental durante la etapa de maduración.

Los análisis realizados para determinar el comportamiento de los tratamientos en cada tiempo de maduración obtenidos por una ANDEVA simple, indican que no existe diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre la firmeza de los 4 tratamientos a los días 0, 7, 14 y 21 de maduración.

Al analizar los resultados composicionales de los análisis físicos y químicos obtenidos en tesis paralela del mismo proyecto se pudo determinar que los factores que pueden afectar la firmeza como el contenido de materia grasa, humedad, proteínas y sal, no

manifestaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, ni tiempos de maduración analizados de forma individual, por lo que estos factores no habrían sido determinantes en la firmeza del queso Gauda semidescremado producido en este estudio (\*).

Los factores anteriormente mencionados manifiestan cambios notables en quesos de larga maduración, donde se pueden apreciar las diferencias a través del tiempo en firmeza otorgadas por los parámetros físico-químicos, es posible que por la corta maduración normal del Gauda y lo recientemente señalado no se presentaran diferencias notables entre los tratamientos y tiempos evaluados.

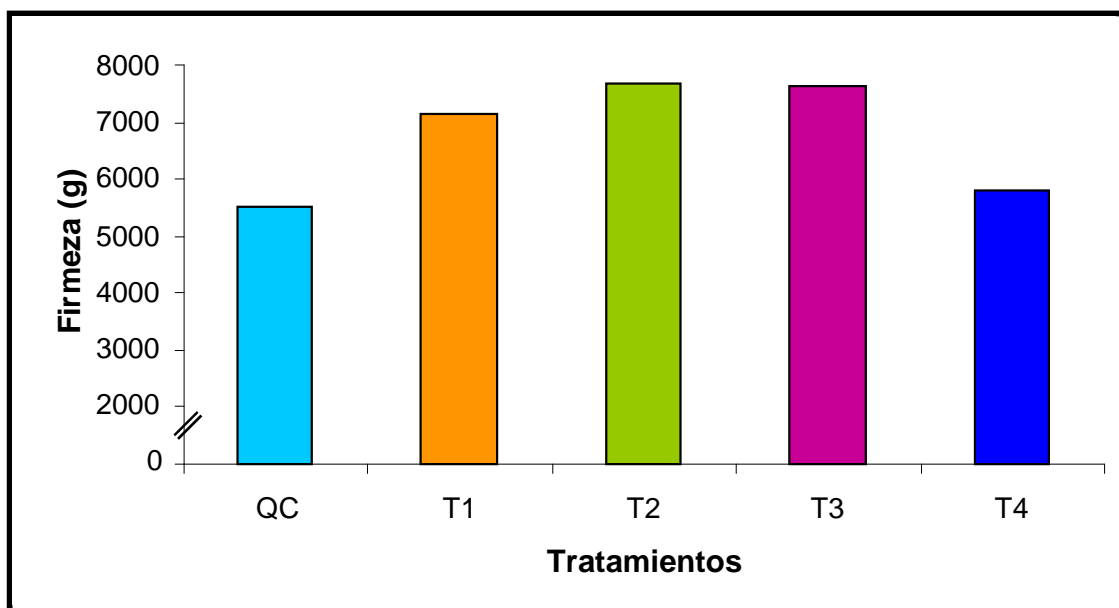
La proteólisis es uno de los factores determinantes en la firmeza del queso, la cual a medida que transcurre el periodo de maduración de los quesos en estudio, aumenta la cantidad de aminoácidos producidos, a su vez aquellos tratamientos a los cuales se les añadió el prebiótico presentan una mayor cantidad de aminoácidos, manifestando una disminución en la firmeza debido a la mayor degradación de las proteínas. Según BERTOLA *et al.* (1992), la disminución de la firmeza por la mayor degradación de las proteínas se debe a que los péptidos producidos no forman parte de la matriz proteica, lo que debilita la cadena de proteínas responsable de la rigidez del queso.

De los valores obtenidos de queso Gauda (QC) de grasa completa (27% de materia grasa promedio entre las marcas) de 4 marcas comerciales elaborados en la X región (ANEXO 5), se tuvo un valor promedio de firmeza de 5522,235 g  $\pm$  178,90 g. Los valores promedios se obtuvieron de datos en duplicado para cada marca comercial evaluada, los cuales fueron analizados estadísticamente no presentando diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre ellos.

En la FIGURA 6 se aprecia los valores promedios por tratamiento incluyendo el de las marcas comerciales (QC), donde se observa claramente que el tratamiento 4 es aquel que se encuentra más cercano al valor promedio obtenido para el parámetro de firmeza de las muestras de queso Gauda comercial, cuyo análisis fue realizado en las mismas condiciones que las muestras de los tratamientos en estudio.

FIGUEROA (2006), estudió la textura del queso Chanco (INN, 1999b) de tres regiones de Chile con los mismos parámetros utilizados en este estudio, obteniendo como resultado una mayor firmeza en los quesos de la X región, con un valor promedio de 7751,7 g, que en las muestras de la región Metropolitana y Octava región, con valores de 5163,9 g y 6864,4 g respectivamente; valores más altos que el queso gauda comercial evaluado en este estudio.

(\*) Comunicación personal Erika flores, tesista Escuela Ingeniería en Alimentos.



**FIGURA 6** Valores promedio de la firmeza instrumental de los tratamientos en estudio en comparación con quesos comerciales (QC).

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos se concluye que la incorporación de inulina en el nivel superior de este estudio (1%) ejerce un efecto significativo sobre este parámetro, ya que los valores de firmeza medidos en forma instrumental fueron inferiores a los demás tratamientos y bastante más cercanos al queso Gauda comercial. Estas diferencias se atribuyen principalmente al actuar de la inulina (1%) que además de ejercer un efecto prebiótico actúa como sustituto graso, rellenando aquellos espacios en la matriz proteica que ha dejado la grasa removida, con la cual se produce un queso con mayor suavidad y menor firmeza.

**4.1.2 Elasticidad.** Los valores promedio del parámetro elasticidad, junto a sus desviaciones estándar y resultados del análisis estadístico se encuentran en el CUADRO 5. En el ANEXO 7 se encuentran los valores de las tres repeticiones por tratamiento a los días 0, 7, 14 y 21 de maduración, además el comportamiento estadístico de este parámetro entre tratamientos, entre tiempos y el análisis combinado de ambos factores.

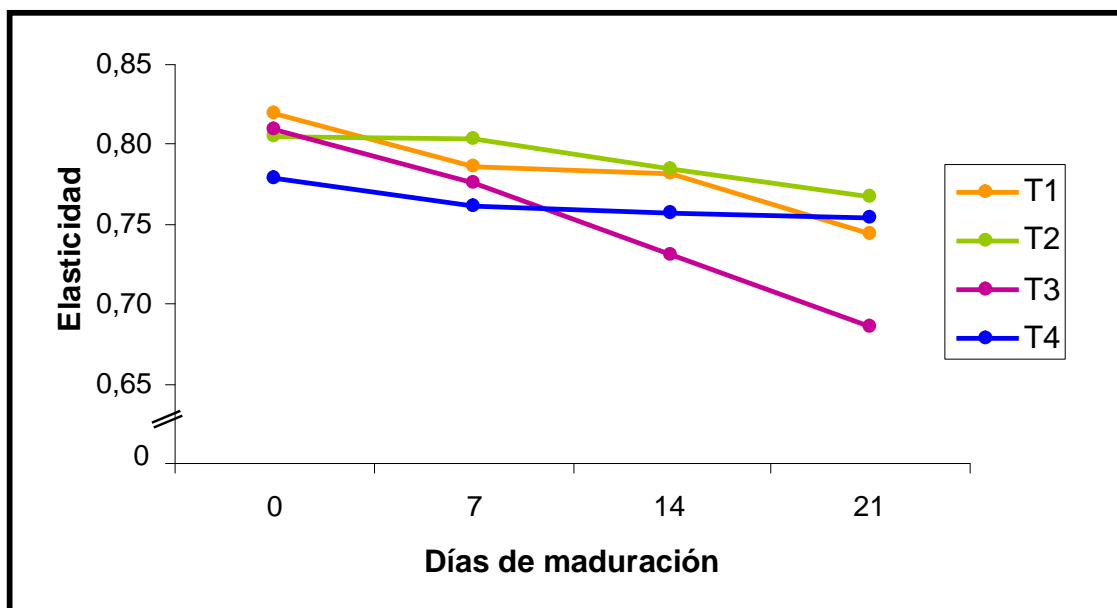
**CUADRO 5 Resultados del análisis instrumental de elasticidad a los 0, 7, 14 y 21 días de maduración (\*).**

Tiempo	Tratamientos				Promedio
	T1	T2	T3	T4	
0	0,820 <sup>a,A</sup> ± 0,012	0,806 <sup>a,A</sup> ± 0,020	0,809 <sup>a,A</sup> ± 0,034	0,778 <sup>a,A</sup> ± 0,014	<b>0,803<sup>A</sup></b> <b>± 0,018</b>
7	0,786 <sup>a,AB</sup> ± 0,023	0,803 <sup>a,A</sup> ± 0,033	0,776 <sup>a,A</sup> ± 0,042	0,762 <sup>a,A</sup> ± 0,029	<b>0,782<sup>AB</sup></b> <b>± 0,017</b>
14	0,782 <sup>a,AB</sup> ± 0,018	0,784 <sup>a,A</sup> ± 0,052	0,731 <sup>a,A</sup> ± 0,070	0,757 <sup>a,A</sup> ± 0,026	<b>0,764<sup>AB</sup></b> <b>± 0,025</b>
21	0,744 <sup>a,B</sup> ± 0,051	0,767 <sup>a,A</sup> ± 0,039	0,686 <sup>a,A</sup> ± 0,097	0,754 <sup>a,A</sup> ± 0,031	<b>0,738<sup>B</sup></b> <b>± 0,036</b>
<b>Promedio</b>	<b>0,783<sup>a</sup></b> <b>± 0,031</b>	<b>0,790<sup>a</sup></b> <b>± 0,018</b>	<b>0,750<sup>a</sup></b> <b>± 0,053</b>	<b>0,763<sup>a</sup></b> <b>± 0,011</b>	

(\*) Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados, excepto T1 y T3 (7)

Letras distintas indican diferencias significativas, con un nivel de 95% de confianza. Minúsculas: entre tratamientos; Mayúsculas: entre tiempos de maduración

Los análisis realizados para determinar el comportamiento de los tratamientos en cada tiempo de maduración indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre la elasticidad de los 4 tratamientos. En cuanto al análisis entre los tiempos de maduración, para cada tratamiento analizados estadísticamente con una ANDEVA simple a un nivel del 95% de confianza, detectó diferencias significativas en el tratamiento 1 formándose dos grupos 0 - 7 - 14 y 7 - 14 - 21. Cabe destacar que todos los tratamientos tuvieron un descenso continuo en el valor de la elasticidad durante la maduración (FIGURA 7), pero solo en T1 se manifestó diferencias estadísticas, siendo los demás tratamientos estadísticamente iguales para sus tiempos de maduración. Los promedios de la maduración para todos los tratamientos resultaron estadísticamente iguales (CUADRO 5).



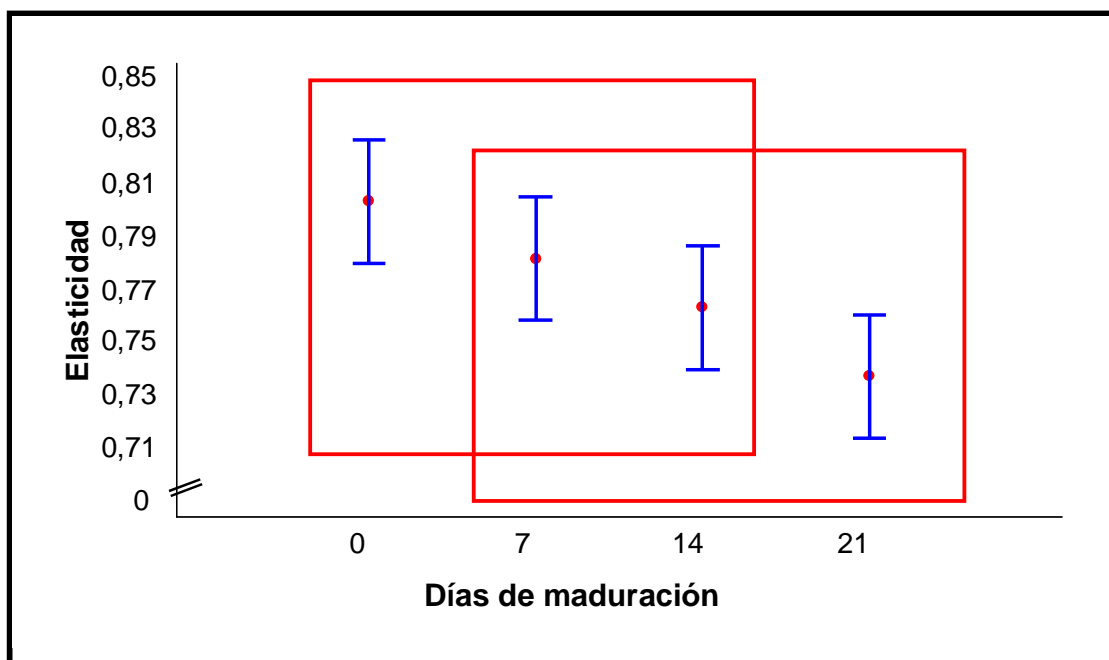
**FIGURA 7** Evolución de la elasticidad instrumental durante la etapa de maduración.

Los resultados del análisis multifactorial indican que no existe diferencia entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ), pero si entre los tiempos de maduración, destacándose la formación de dos grupos como lo muestra la FIGURA 8.

La elasticidad manifiesta un descenso a medida que transcurre el tiempo de maduración, este descenso es continuo en todos los tiempos evaluados.

Se conoce que la proteólisis es un factor determinante en la elasticidad, ya que al haber una mayor degradación de las grandes moléculas, el parámetro elasticidad disminuye, lo cual concuerda con lo ocurrido en esta investigación ya que a medida que transcurre el tiempo de maduración aumenta la degradación de las proteínas (\*) y disminuye la elasticidad.

(\*) Comunicación personal Erika flores, tesista Escuela Ingeniería en Alimentos.

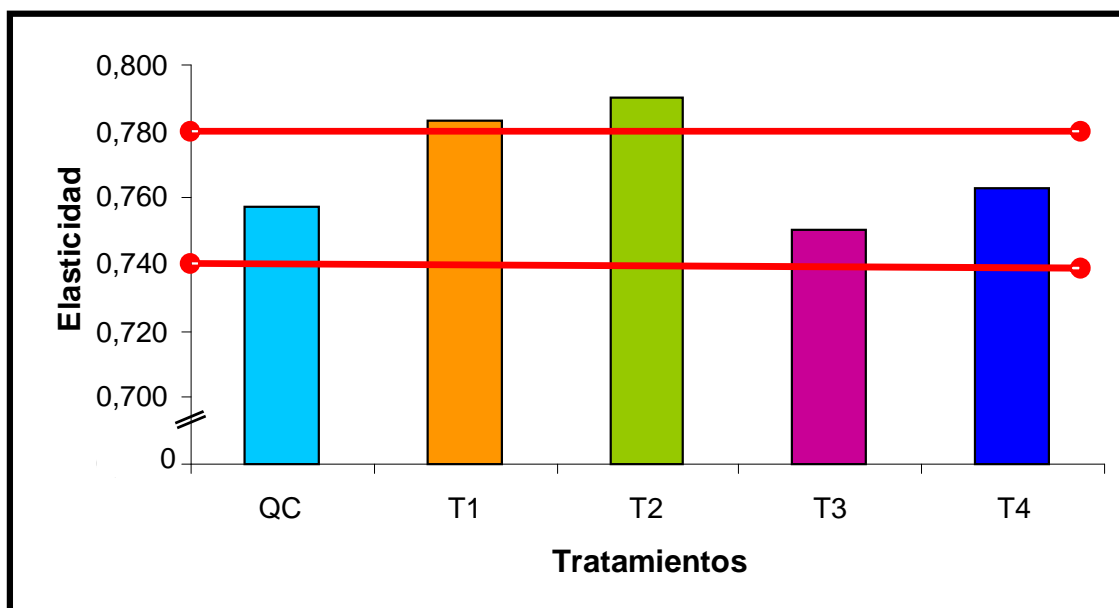


**FIGURA 8** Intervalos de confianza HSD Tukey de elasticidad para el análisis multifactorial de la varianza entre tiempos.

El valor promedio de elasticidad obtenido en muestras de queso Gauda comercial de grasa completa (ANEXO 5) analizados en TPA en las mismas condiciones que los tratamientos realizados en este estudio, corresponde a un promedio general de  $0,758 \pm 0,02$ . Los valores promedio se obtuvieron de datos en duplicado para cada marca comercial evaluada (8 datos), los cuales fueron analizados estadísticamente entre marcas, no presentando diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre ellas.

La FIGURA 9 muestra una comparación entre los tratamientos en estudio y el valor promedio general obtenido de las muestras comerciales analizadas. Los tratamientos de esta investigación, como se había mencionado anteriormente, no presentaron diferencias entre ellos, pero al realizar una comparación numérica con QC se puede observar que los tratamientos 3 y 4 son los más semejantes con éste, sin embargo aunque no se puede concluir que estos tratamientos haya igualado a uno de grasa completa, sus valores se encuentran dentro del rango de comportamiento en elasticidad del Gauda comercial.





**FIGURA 9** Valores promedio de la elasticidad instrumental de los tratamientos en estudio en comparación con quesos comerciales (QC).

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que la aplicación de inulina afecta la elasticidad del queso Gauda semidescremado, a pesar que la diferencia con los otros dos tratamientos sin inulina no se manifestó estadísticamente. No obstante ambos valores son bastante más cercanos al valor promedio general de las muestras comerciales de Gauda completo en grasa, lo que indicaría que este producto podría mejorar el parámetro de elasticidad.

**4.1.3 Cohesividad.** El CUADRO 6 presenta los valores promedios, junto a sus desviaciones estándar, del parámetro cohesividad obtenido de los 4 tratamientos durante el periodo de maduración del queso Gauda semidescremado. Los resultados del análisis estadístico se encuentran en el ANEXO 8.

El análisis estadístico simple y multifactorial, entre los tratamientos y tiempos evaluados indican que no existen diferencias estadísticas significativas ( $p > 0,05$ ), lo que se puede apreciar en el CUADRO 6.

**CUADRO 6 Análisis instrumental del parámetro cohesividad a los 0, 7, 14 y 21 días de maduración (\*).**

Tiempo	Tratamientos				Promedio
	T1	T2	T3	T4	
0	0,640 <sup>a, A</sup> ± 0,011	0,646 <sup>a, A</sup> ± 0,011	0,637 <sup>a, A</sup> ± 0,017	0,622 <sup>a, A</sup> ± 0,014	<b>0,636<sup>A</sup></b> <b>± 0,010</b>
7	0,659 <sup>a, A</sup> ± 0,022	0,644 <sup>a, A</sup> ± 0,047	0,537 <sup>a, A</sup> ± 0,169	0,590 <sup>a, A</sup> ± 0,077	<b>0,607<sup>A</sup></b> <b>± 0,056</b>
14	0,634 <sup>a, A</sup> ± 0,021	0,606 <sup>a, A</sup> ± 0,034	0,636 <sup>a, A</sup> ± 0,009	0,658 <sup>a, A</sup> ± 0,143	<b>0,634<sup>A</sup></b> <b>± 0,021</b>
21	0,518 <sup>a, A</sup> ± 0,178	0,637 <sup>a, A</sup> ± 0,067	0,671 <sup>a, A</sup> ± 0,082	0,593 <sup>a, A</sup> ± 0,050	<b>0,605<sup>A</sup></b> <b>± 0,066</b>
<b>Promedio</b>	<b>0,613<sup>a</sup></b> <b>± 0,064</b>	<b>0,633<sup>a</sup></b> <b>± 0,018</b>	<b>0,620<sup>a</sup></b> <b>± 0,058</b>	<b>0,616<sup>a</sup></b> <b>± 0,032</b>	

(\*) Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados

Letras distintas indican diferencias significativas, con un nivel de 95% de confianza. Minúsculas: entre tratamientos; Mayúsculas: entre tiempos de maduración

TUNICK (2000), define la cohesividad como la fuerza entre las uniones internas del alimento, es por esta razón que todos los componentes que afectan el tipo de enlace entre las micelas de caseína interfieren en la cohesividad del mismo. BOUTROU y GAGNAIRE (2001), están de acuerdo al decir que existen diferentes tipos de interacción y con diferente fuerza en la matriz de la caseína, tales como enlaces de hidrógeno, bipolares, hidrófobos, electrostáticos y disulfuros. De estos enlaces, los electrostáticos, principalmente aquellos debido a los puentes de calcio son los más importantes para mantener la cohesividad de la matriz de la caseína.

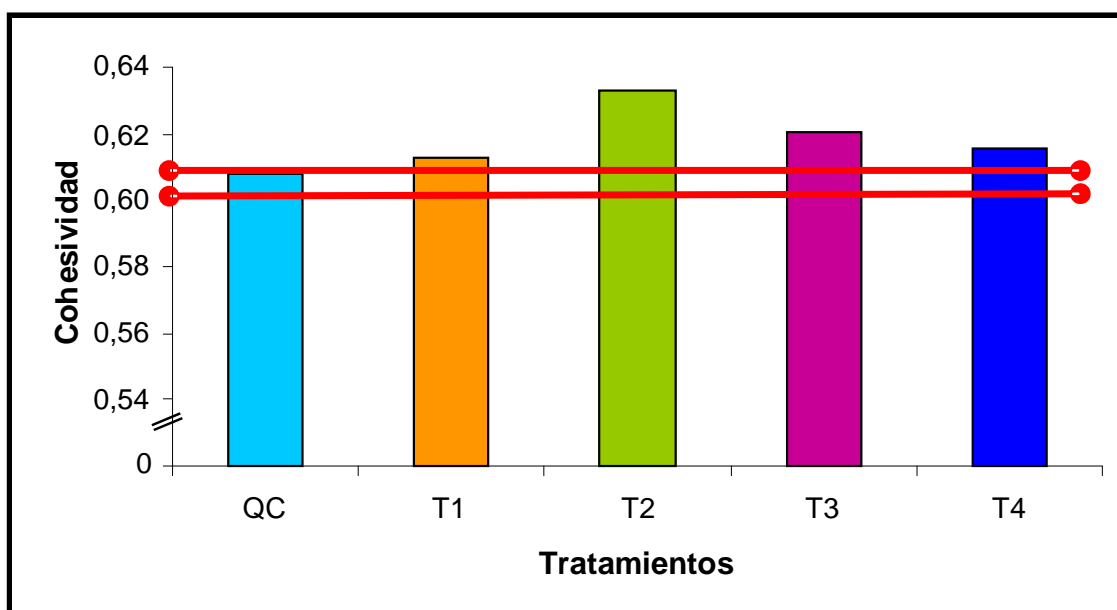
La inulina, incorporada en dos de los tratamientos en estudio, actúa en la matriz de caseína como un sustituto graso disminuyendo el grado de entrecruzamientos entre las proteínas del queso, lo que incide directamente sobre la cohesividad, lo cual podría manifestarse con una disminución de ésta. En esta investigación no se visualizó aquello, debido a que no se manifestaron cambios significativos con la incorporación de este aditivo, probablemente debido a que la concentración incorporada de inulina es muy baja además de que los tiempos de maduración típicos de esta variedad de queso son muy cortos para verificarse cambios relevantes en este parámetro.

BHASKARACHARYA y SHAH (1999), reportaron que el contenido graso y proteico de los quesos afecta significativamente la cohesividad y en una relación directa, lo cual no se manifestó en esta investigación debido a que el contenido de materia grasa usado fue semejante en todos los tratamientos (17,83 – 19,42 %), lo mismo que el contenido de proteínas (25,93 -27,13%) (\*)

Los valores de cohesividad obtenido de muestras comerciales de queso Gauda de grasa completa (ANEXO 5) dieron como valor promedio 0,608 ± 0,005.

(\*) Comunicación personal Erika flores, tesista Escuela Ingeniería en Alimentos.

En la FIGURA 10 se grafica una comparación entre el promedio de las muestras comerciales (QC) y los promedios de los tratamientos evaluados en esta investigación. Se puede concluir que el tratamiento 1(control) y el tratamiento 4 son los más cercanos a los valores alcanzados por las muestras comerciales evaluadas, pero no se puede deducir que las variables utilizadas produzcan un cambio en la cohesividad porque estadísticamente no se presentan diferencias entre tratamientos.



**FIGURA 10** Valores promedios de la cohesividad instrumental de los tratamientos en estudio en comparación con quesos comerciales (QC).

Los resultados indicarían que el uso de inulina no afectaría significativamente la cohesividad del queso Gauda semidescremado y que el tiempo de maduración hasta los 21 días, no produjo cambios relevantes en la cohesividad del producto.

**4.1.4 Adhesividad.** Los valores promedios de la adhesividad de los 4 tratamientos a los diversos tiempos de maduración se presentan en el CUADRO 7. El detalle de los análisis estadísticos se encuentra en el ANEXO 9.

**CUADRO 7 Análisis instrumental del parámetro adhesividad (g s) a los 0, 7, 14 y 21 días de maduración (\*).**

Tiempo	Tratamientos				Promedio
	T1	T2	T3	T4	
0	-236,424 <sup>a, A</sup> ± 79,324	-279,164 <sup>a, A</sup> ± 97,604	-286,643 <sup>a, A</sup> ± 167,308	-394,316 <sup>a, A</sup> ± 97,713	<b>-299,137<sup>A</sup></b> ± 67,199
7	-408,097 <sup>a, A</sup> ± 264,584	-290,744 <sup>a, A</sup> ± 51,138	-573,716 <sup>a, B</sup> ± 35,078	-346,644 <sup>a, A</sup> ± 63,373	<b>-404,800<sup>AB</sup></b> ± 122,385
14	-476,702 <sup>a, A</sup> ± 119,626	-356,778 <sup>a, A</sup> ± 190,166	-639,748 <sup>a, B</sup> ± 66,034	-431,243 <sup>a, A</sup> ± 194,211	<b>-476,118<sup>B</sup></b> ± 119,765
21	-564,399 <sup>ab, A</sup> ± 128,309	-350,967 <sup>b, A</sup> ± 90,907	-645,589 <sup>a, B</sup> ± 27,058	-555,568 <sup>ab, A</sup> ± 118,339	<b>-529,131<sup>B</sup></b> ± 125,496
<b>Promedio</b>	<b>-421,405<sup>ab</sup></b> ± 138,294	<b>-319,413<sup>a</sup></b> ± 40,140	<b>-536,424<sup>b</sup></b> ± 169,680	<b>-431,943<sup>ab</sup></b> ± 89,397	

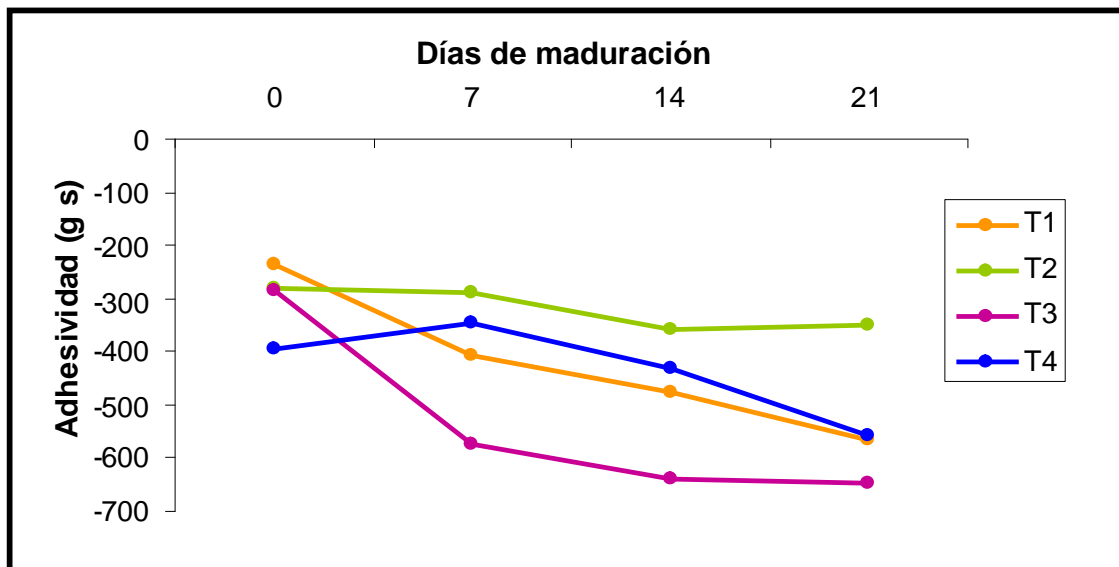
(\*) Promedio de 3 repeticiones y 2 duplicados

Letras distintas indican diferencias significativas, con un nivel de 95% de confianza. Minúsculas: entre tratamientos; Mayúsculas: entre tiempos de maduración

Los análisis estadísticos, realizados en cada tiempo de maduración, indican que existió diferencias entre los tratamientos ( $p < 0,05$ ) en el día 21 de maduración; las pruebas de comparación múltiple indican que se formaron 2 grupos, el primero de ellos entre T1-T2-T4 y el segundo grupo lo componen los tratamientos T1-T3-T4, siendo estadísticamente diferentes los tratamientos 2 y 3.

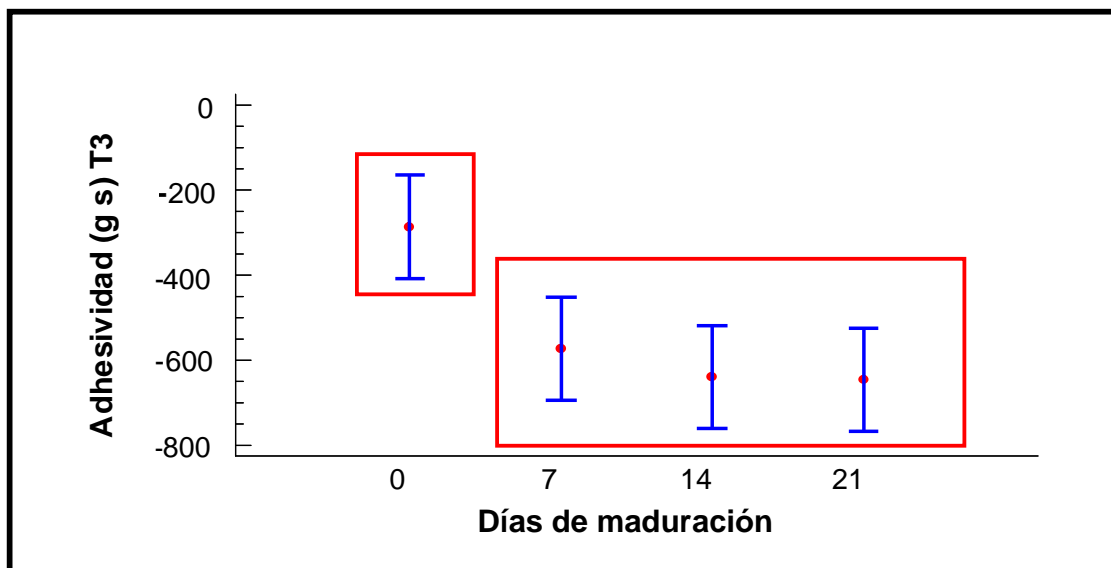
La evolución de los tratamientos según los días de maduración se observa en la FIGURA 11

Los análisis de varianza realizados para determinar la influencia del tiempo sobre la adhesividad en cada tratamiento indican que solo existió diferencia entre los tiempos para el tratamiento 3 ( $p < 0,05$ ), este tratamiento mantuvo un aumento en la adhesividad a medida que transcurrieron los días de maduración. El aumento que marcó diferencias se manifestó entre el día 0 y 7 de maduración, ya que en los demás días el aumento fue más discreto como se observa en la FIGURA 12

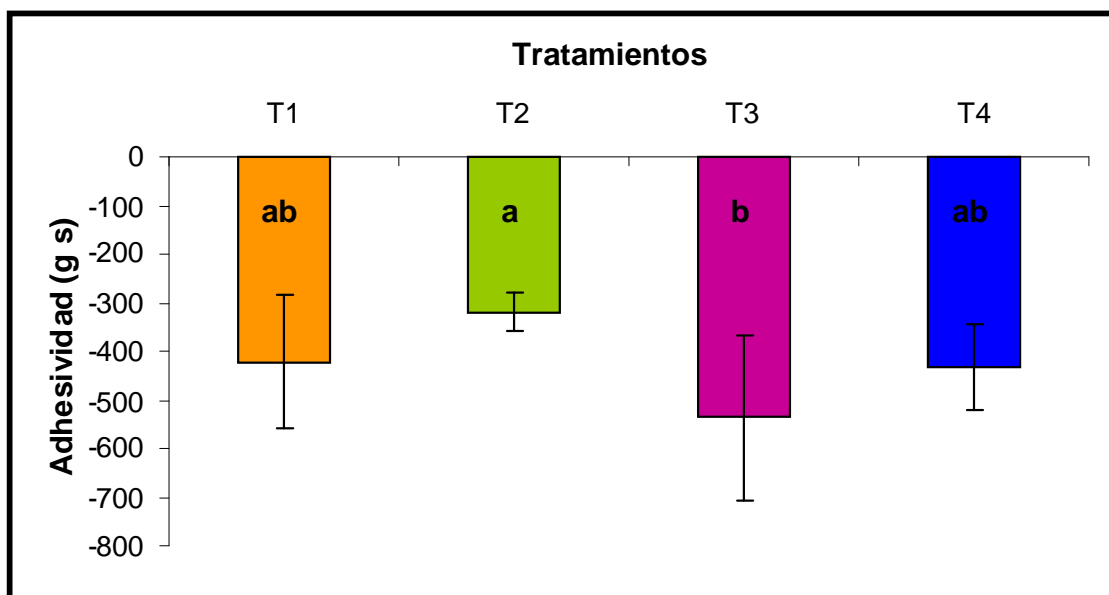


**FIGURA 11** Evolución de la adhesividad instrumental durante la etapa de maduración.

El análisis estadístico multifactorial indica que existen diferencias significativas entre los tiempos de maduración y los tratamientos en estudio ( $p < 0,05$ ). Los tratamientos homogéneos fueron determinados en base al test de comparación múltiple destacándose la formación de dos grupos, la cual se puede observar en la FIGURA 13, en donde se distingue que el T1, T2 y T4 son homogéneos, al igual que el T1, T3 y T4.

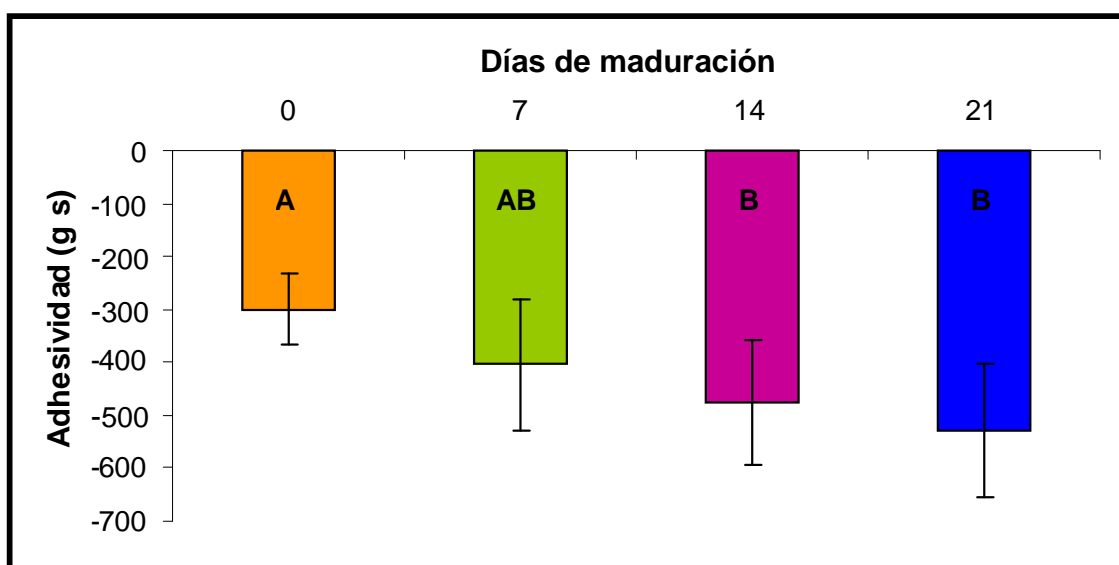


**FIGURA 12** Intervalos de confianza HSD Tukey para el análisis simple de la varianza en adhesividad del tratamiento 3 entre tiempos de maduración.



**FIGURA 13** Adhesividad instrumental obtenida del promedio general de cada tratamiento durante la maduración.

La prueba de comparación entre los tiempos de maduración indica que en forma general la adhesividad de los quesos mantiene un aumento del parámetro a lo largo de ésta y en la FIGURA 14 se puede ver claramente la formación de dos grupos homogéneos, uno conformado por el día 0 y 7 de maduración y el otro grupo entre el día 7, 14 y 21 de maduración.

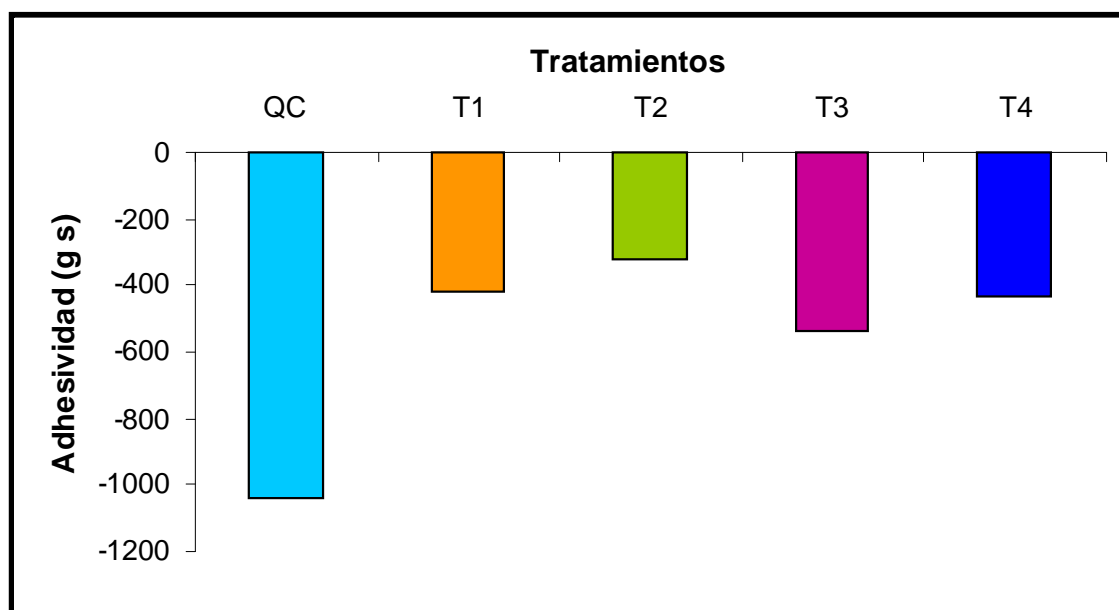


**FIGURA 14** Adhesividad instrumental obtenida del promedio general de cada tiempo de maduración.

El aumento de la adhesividad a través del tiempo se puede deber al incremento de la producción de péptidos en la proteólisis, ya que estos podrían aumentar las fuerzas de uniones al interior de la matriz del queso mediante un aumento en la absorción de humedad, provocando a su vez un aumento en la adhesividad.

En la FIGURA 15 se grafica una comparación entre el promedio de las muestras comerciales (QC) y los promedios de los tratamientos evaluados en esta investigación, de la cual se puede concluir que ninguno de los tratamientos en estudio se iguala al tratamiento comercial, teniendo todos ellos una adhesividad muy inferior a QC, lo cual se definiría como quesos poco adhesivos.

FIGUEROA (2006), midió el parámetro adhesividad instrumentalmente en queso Chanco con las mismas condiciones que las realizadas en este estudio, obteniendo como resultado valores similares sin diferencias estadísticas significativas para las tres regiones analizadas, los cuales son: -521,783 (g s) para la Décima Región, -528,218 (g s) para la Octava Región y -515,917 (g s) para la Región Metropolitana, valores un poco mayor que los obtenidos en este estudio, debido principalmente a que el queso Chanco es un queso mantecoso que manifiesta un mayor poder adhesivo en comparación al queso Gauda.



**FIGURA 15 Valores promedios de la adhesividad instrumental de los tratamientos en estudio en comparación con quesos comerciales (QC).**

Los resultados obtenidos indican que la adición del cultivo probiótico no afectó las características de adhesividad del queso Gauda semidescremado, tampoco la adición de inulina ya que los tratamientos en estudio son estadísticamente iguales al tratamiento control, sin tales aditivos.

## 4.2 Análisis sensorial: selección y entrenamiento del panel

Para el análisis sensorial de textura de los quesos en estudio se utilizó un test de perfil textural utilizando una pauta con una escala de valoración de 1 a 7 puntos, cuyos atributos fueron los mismos utilizados en el perfil de textura instrumental: firmeza, elasticidad, cohesividad y adhesividad. Para realizar dicha prueba se ejecutó un proceso de selección y entrenamiento de panelistas, el cual se dividió en tres etapas principales explicadas a continuación:

**4.2.1 Preselección de panelistas.** Se realizó a través de una invitación vía correo electrónico a 30 personas estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos que habían realizado el curso de evaluación sensorial, a estas personas se les envió un cuestionario (ANEXO 10), que constaba de datos personales, preguntas frecuentes y disponibilidad de horario para conformar un panel sensorial.

Del número total de personas a la que fue enviada la encuesta, 20 respondieron. Los 20 candidatos a panelistas pertenecían a un grupo de personas jóvenes con un valor mediano de 23 años de edad.

De los 20 candidatos a panelistas, 12 eran mujeres y 8 hombres, lo que corresponde a un 60% y un 40% para género femenino y masculino, respectivamente.

Según los antecedentes recogidos de la encuesta, lo que más llama la atención es que solo 1 candidato no consumía queso en su dieta, los demás candidatos consumían frecuentemente el producto.

De los candidatos que respondieron la encuesta 15 fueron preseleccionados, el motivo de la eliminación de 5 candidatos correspondió principalmente a la poca disponibilidad de horarios.

**4.2.2 Selección de panelistas.** En esta etapa se realizaron 3 pruebas principales, de las cuales se obtuvo como resultado la selección de 10 panelistas. A continuación se describen los resultados de las pruebas realizadas.

**4.2.2.1 Reconocimiento de gustos básicos.** Esta prueba tiene como objetivo reconocer la habilidad de los candidatos para detectar los cuatro gustos básicos, mediante el uso de una prueba de ordenamiento con soluciones de sacarosa, cloruro de sodio, ácido cítrico y cafeína, en diversas concentraciones (ANEXO 11.1). La evaluación se realizó en 2 sesiones la primera de ellas se evaluó los gustos salado y ácido en ese orden dando un descanso entre cada evaluación, para la segunda sesión se evaluó los sabores amargo y dulce. Las muestras para cada gusto fueron evaluadas en 4 concentraciones distintas y se debían ordenar de menor a mayor concentración.

El gusto salado fue reconocido y ordenado en forma correcta según las concentraciones por 11 panelistas, los cuales obtuvieron 4 puntos. Los panelistas 7 y 15 solo obtuvieron 2 puntos debido a que ordenaron dos concentraciones en forma correcta, los panelistas 5 y 10 obtuvieron 0 punto, ya que no ordenaron las concentraciones en forma adecuada (FIGURA 16 a).



El gusto ácido fue ordenado en forma correcta por 9 panelistas obteniendo un total de 4 puntos, los panelistas 5, 12, y 14 obtuvieron 2 puntos, ya que solo ordenaron en forma correcta las 2 mayores concentraciones, el caso del panelista 10 solo reconoció la mayor concentración, en cuanto a los panelistas 7 y 15 no ordenaron de forma correcta ninguna concentración obteniendo 0 puntos (FIGURA 16 b).

El gusto más difícil de identificar fue el amargo, ninguno de los panelistas logró identificar y ordenar en forma correcta las concentraciones presentadas (FIGURA 16 c).

El gusto dulce fue ordenado en forma correcta por 13 panelistas, los panelistas 7 y 10 no fueron capaces de ordenar las menores concentraciones (FIGURA 16 d).

En el ANEXO 12.1 se muestran los resultados obtenidos por cada panelista en cada test de ordenamiento de los 4 gustos básicos según las 4 concentraciones evaluadas.

En la FIGURA 17 se observa el puntaje total obtenido por los panelistas al evaluar los cuatro gustos básicos en las concentraciones preparadas. La prueba fue aprobada con un 70% de exigencia lo que quiere decir que de un total de 16 puntos era necesario tener como mínimo 11 puntos para aprobar. De los 15 panelistas, 4 de ellos no superaron esta prueba, por tener un porcentaje menor al de la exigencia.

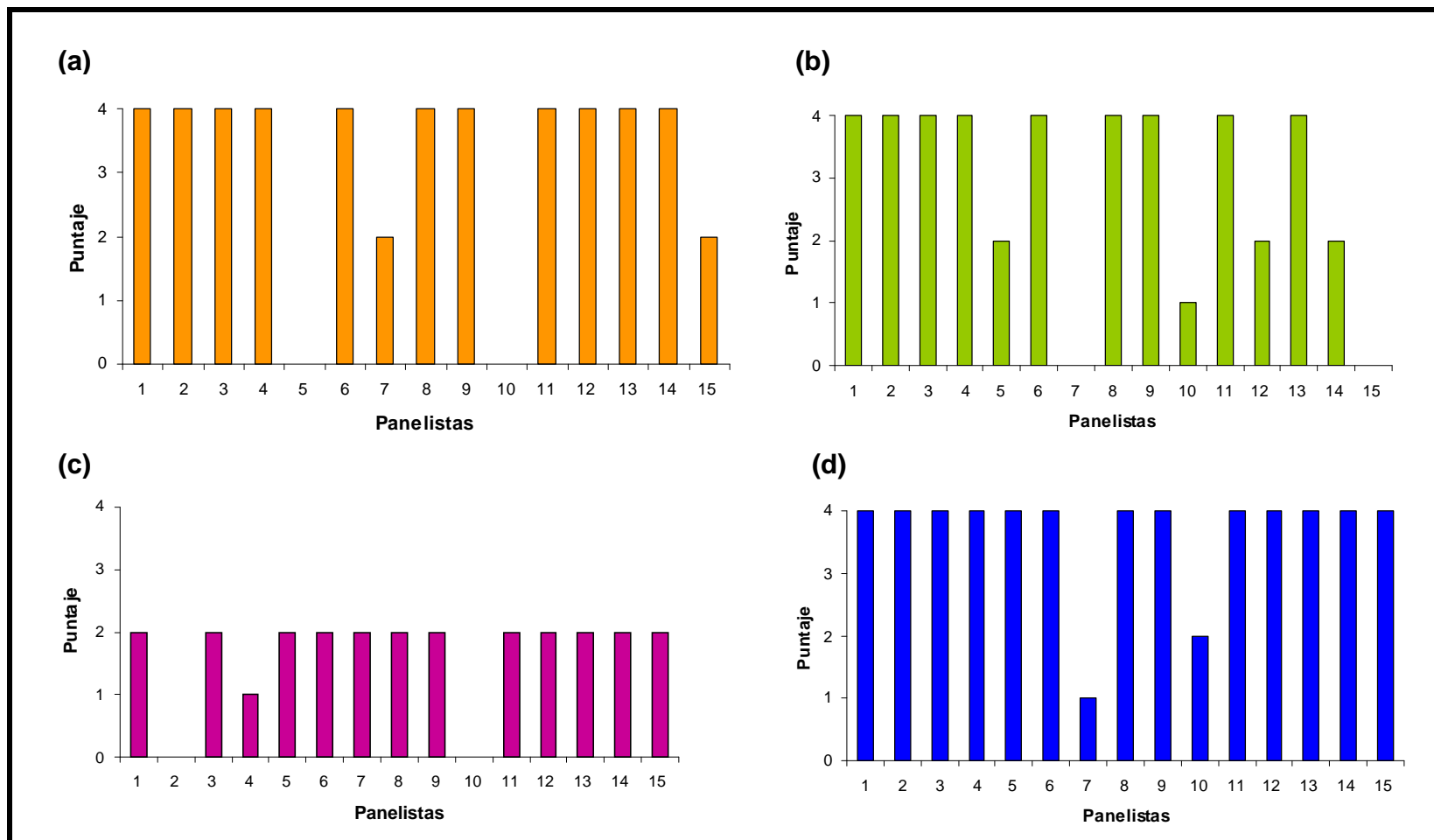
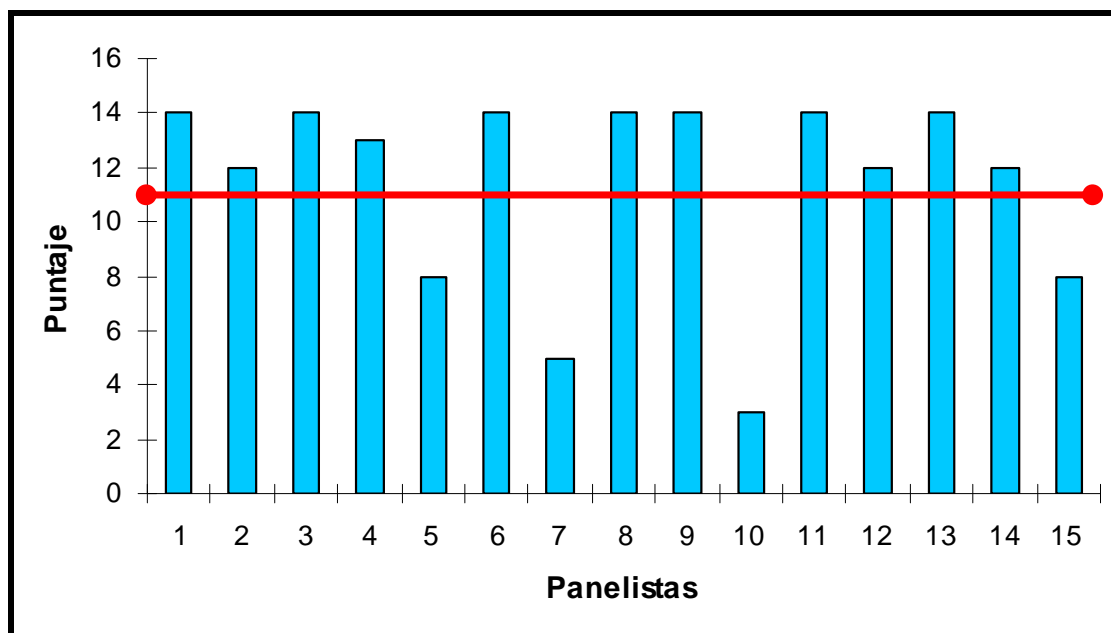


FIGURA 16 Puntaje obtenido por los panelistas en el reconocimiento de cada gusto básico. (a) salado, (b) ácido, (c) amargo, (d) dulce.



**FIGURA 17** Puntaje total obtenido por cada panelista en el reconocimiento de los gustos básicos.

**4.2.2.2 Reconocimiento de olores.** El reconocimiento de olores tiene como objetivo conocer la habilidad de los candidatos para detectar olores típicos que se encuentran en la vida cotidiana. En esta prueba se presentaron 10 frascos debidamente cubiertos y codificados a los panelistas, los cuales debieron identificar los aromas presentados (ANEXO 11.2).

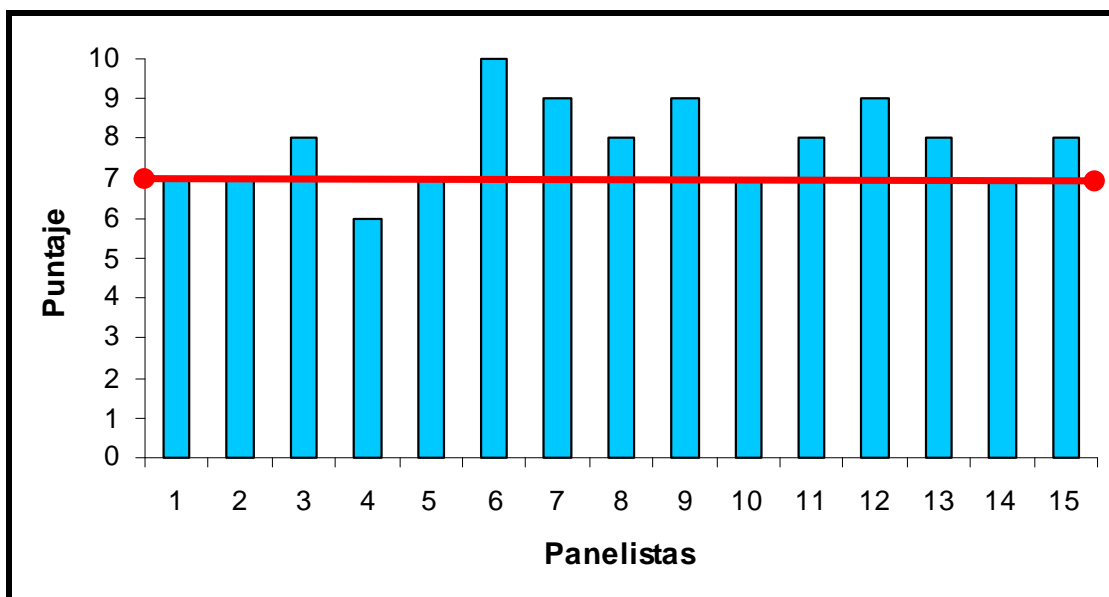
Los olores más identificados por los panelistas fueron el cacao y la menta reconocidos por los 15 panelistas; y el ajo y la leche reconocidos por 14 panelistas.

Por otra parte, los olores menos identificados por los panelistas fueron la vainilla y el anís, confundiéndolos principalmente con algún licor.

El puntaje total obtenido en la sesión de reconocimiento de olores se muestra en la FIGURA 18.

La prueba fue chequeada con un 70% de exigencia, lo que corresponde a 7 respuestas correctas, donde 14 de los 15 panelistas aprobaron, siendo el panelista 6 el que identificó todos los aromas presentados obteniendo el puntaje máximo de 10 puntos. El panelista 4 no superó el 70% de exigencia obteniendo solo 6 respuestas correctas, siendo éste el menor puntaje de la prueba.

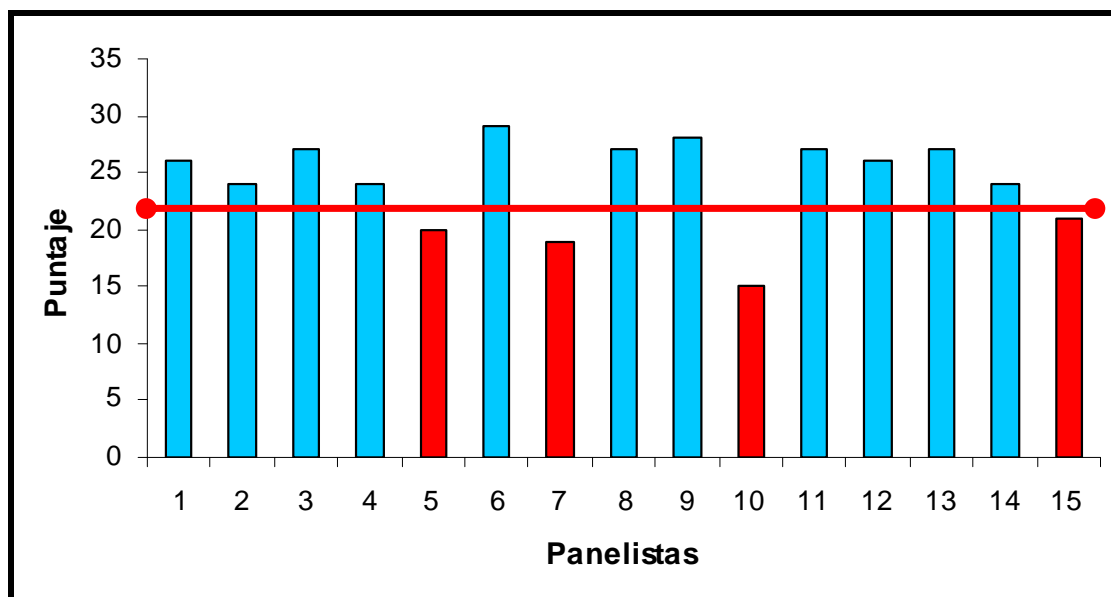
En el ANEXO 12.2 se pueden observar los puntajes obtenidos por cada panelista en la prueba de reconocimiento de olores.



**FIGURA 18** Puntaje total obtenido por cada panelista en el reconocimiento de olores.

**4.2.2.3 Prueba de textura.** En esta etapa el objetivo es determinar la habilidad para detectar las diferencias de firmeza de cinco muestras, usando una prueba de ordenamiento (ANEXO 11.3). En esta prueba todos los panelistas obtuvieron un 100% de respuestas correctas, por lo tanto cada panelista obtuvo un máximo de 5 puntos.

En la FIGURA 19 se muestra el puntaje alcanzado por cada panelista en la etapa de selección, considerando el puntaje obtenido en las sesiones de ordenamiento de gustos, reconocimiento de aromas y textura. Los panelistas de color rojo son los panelistas que no lograron superar el mínimo de 22 puntos lo que correspondía a un 70% de exigencia. Once panelistas fueron seleccionados, correspondientes a 2 hombres y 9 mujeres. Cabe destacar que los no seleccionados correspondieron a aquellos con los menores puntajes de la sumatoria de las tres pruebas realizadas en la etapa de selección.



**FIGURA 19** Puntaje total de respuestas correctas de cada panelista de las pruebas de selección.

**4.2.3 Entrenamiento de panelistas.** El entrenamiento se llevó a cabo sólo con 10 panelistas, debido a un problema de disponibilidad de tiempo de uno de los seleccionados. Los panelistas se sometieron a 6 sesiones de entrenamiento en donde se les enseñó a definir y evaluar cada uno de los atributos de textura.

A continuación se describen detalladamente de las actividades realizadas en cada sesión de entrenamiento:

### **Sesión 1**

**Objetivo:** Informar a los panelistas sobre la investigación en que participarían y familiarizarlos con el queso Gauda y características que posee.

En la primera sesión de la etapa de entrenamiento se dio a conocer la hipótesis, los objetivos y las etapas en las que se desarrollaría la investigación. Además se presentó muestras de quesos Gauda y Chanco a los panelistas, y se les pidió que describieran y diferenciaran ambas muestras, para posteriormente en una sesión grupal determinar y acordar la caracterización del queso en estudio. De esta sesión se obtuvo como resultado que el queso Gauda del mercado tiene características de textura sin ojos mecánicos, con pequeños ojos de cultivo, elástica, suave, firme al morder y medianamente adhesivo.

### **Sesión 2 y 3**

**Objetivo:** Instruir a los panelistas sobre las características y formas de medición de los parámetros texturales que se utilizarían en la investigación.

Se realizó una presentación sobre los principios básicos, características y formas de evaluar sensorialmente los parámetros texturales.

Luego de la presentación se trabajó con una prueba de ordenamiento para los parámetros de elasticidad y firmeza, donde se les solicitaba a los evaluadores ordenar las muestras de menor a mayor. En la sesión número 3 se realizó la prueba de ordenamiento de los parámetros de cohesividad y adhesividad.

Ambas sesiones finalizaron con un intercambio de opiniones y un análisis de los resultados obtenidos, donde se concluyó que el parámetro más complejo de evaluar era la adhesividad.

#### **Sesión 4**

**Objetivo:** Instruir al panelista sobre el Test de perfil textural que se iba a utilizar en la investigación.

Se presentó a los panelistas la ficha de evaluación del test de perfil textural (ANEXO 2) con la cual se evaluarían del estudio los parámetros de firmeza, elasticidad, cohesividad y adhesividad.

#### **Sesión 5 y 6**

**Objetivo:** Establecer descriptores adecuados para los parámetros texturales del queso Gauda.

El análisis de perfil textural consiste en una descripción de los parámetros que conforman la textura del producto. Con el fin de contar con un patrón que caracterice al queso Gauda se determinó un perfil sensorial que sirva para comparar y determinar pequeñas diferencias con las muestras analizadas en el estudio.

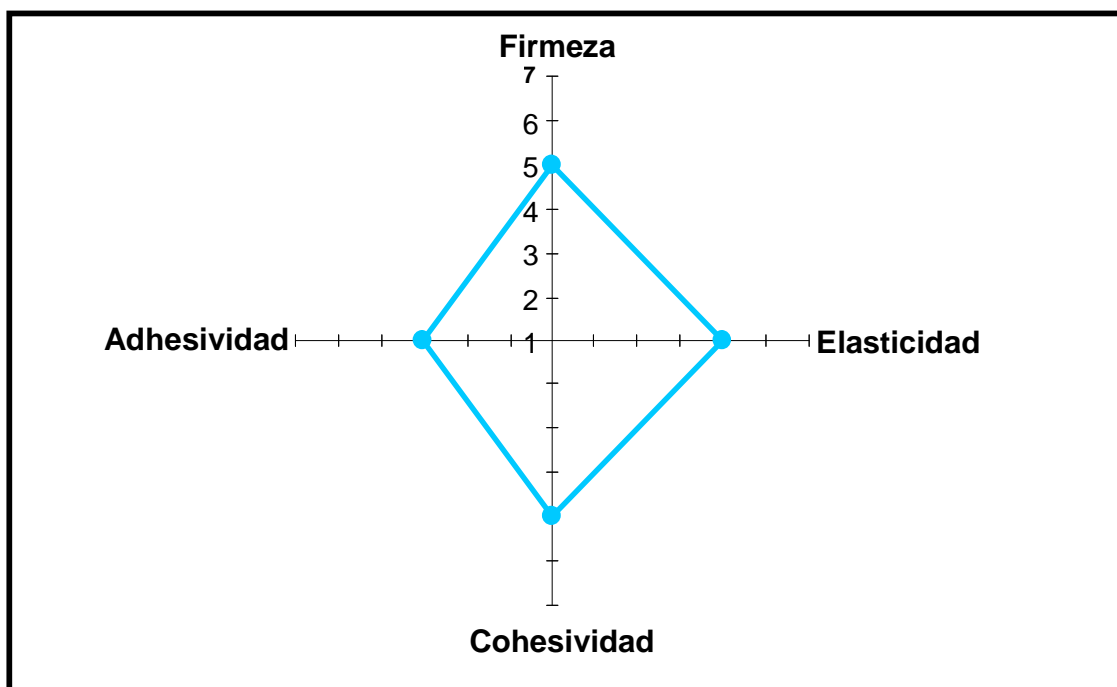
Para estas sesiones se utilizaron 6 muestras de queso Gauda de marcas comerciales distintas.

Al finalizar las evaluaciones de ambas sesiones los propios panelistas mediante un intercambio y discusión sobre las propiedades de textura de la variedad establecieron las características apropiadas del producto.

Los perfiles sensoriales fueron obtenidos de las medianas, con la cual se elaboró un gráfico de coordenadas polares, caracterizándolos en los atributos de firmeza, elasticidad, cohesividad y adhesividad (FIGURA 20).

En el perfil sensorial el centro de la figura representa la menor intensidad (1) con respecto a cada descriptor, el cual va incrementado hacia el final del eje, hasta llegar a la máxima intensidad (7).

Los resultados de los descriptores de los parámetros texturales obtenidos por los panelistas para queso Gauda durante la etapa de entrenamiento se encuentran en el ANEXO 13.



**FIGURA 20** Perfil de textura de queso Gauda elaborado por los panelistas durante el periodo de entrenamiento. (Intensidad mínima=1; intensidad máxima=7).

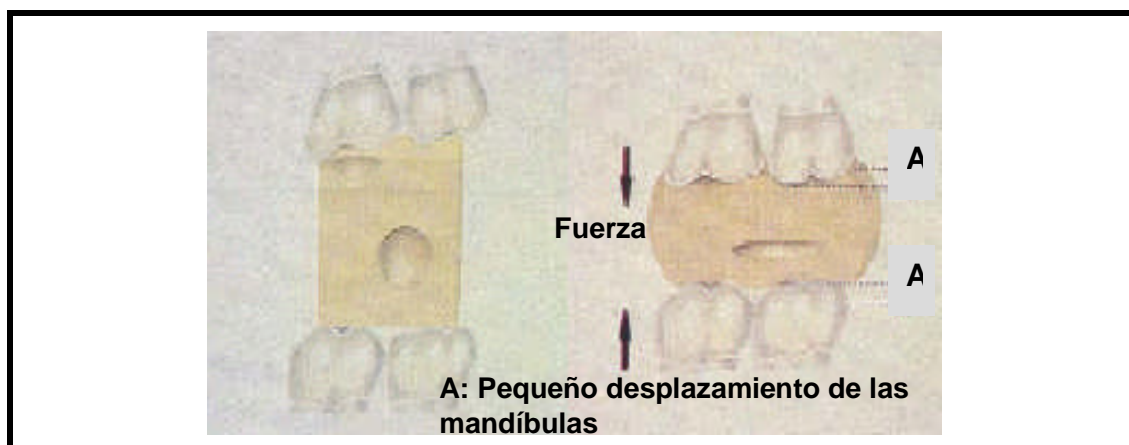
#### 4.3 Análisis sensorial de los atributos de textura durante el periodo de maduración del Gauda

El análisis sensorial se realizó con el panel entrenado de 10 jueces los cuales evaluaron los atributos mediante un perfil textural de tipo analítico, disponiendo de una planilla de evaluación con una escala de 7 puntos. (ANEXO 2)

Para confirmar una evaluación uniforme de cada atributo medido, en este estudio se realizó el Test de Kendall con el objetivo de obtener resultados concordantes entre la evaluación de los panelistas. (ANEXO 15)

**4.3.1 Firmeza.** La firmeza en términos sensoriales se define como la fuerza requerida para penetrar la masa del queso con los molares, o lograr una deformación de ella (XIONG *et al.*; 2002).

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. (FIGURA 21)



**FIGURA 21** Medición sensorial de la firmeza.

FUENTE: OJEDA (2005).

Según la Norma chilena oficial de queso Gauda (CHILE, INN, 1999), el producto posee una consistencia firme y elástica, adecuada para cortar, rebanar o laminar.

Las calificaciones promedios para este atributo otorgados por los panelistas se muestran en el CUADRO 8, en el ANEXO 16 se encuentra el detalle de los análisis estadísticos.

El rango de puntuaciones normales para el atributo firmeza en queso Gauda fue entre 4 y 6, correspondiente a una masa firme apta para cortar, establecido en la sesión 5 del punto 4.2.3.

En el ANEXO 15 se presenta el análisis estadístico, donde se observa que el test de Kendall arroja resultados coherentes entre los jueces al día 15 de maduración y posteriormente en el análisis de los 21 días.

**CUADRO 8** Calificaciones otorgadas por los panelistas a la firmeza del queso Gauda semidescremado al día 15 de maduración y posteriormente al día 21(\*).

Tiempo (días)	Tratamientos				Promedio
	T1	T2	T3	T4	
15	4,90 <sup>a,A</sup> ± 0,52	5,10 <sup>a,A</sup> ± 0,5	5,57 <sup>a,A</sup> ± 0,86	4,40 <sup>a,A</sup> ± 0,1	5,0 <sup>A</sup> ± 0,5
21	4,67 <sup>a,A</sup> ± 0,49	5,20 <sup>a,A</sup> ± 0,20	5,07 <sup>a,A</sup> ± 0,64	4,90 <sup>a,B</sup> ± 0,26	5,0 <sup>A</sup> ± 0,2
<b>Promedio</b>	<b>4,8<sup>a</sup> ± 0,16</b>	<b>5,2<sup>a</sup> ± 0,07</b>	<b>5,3<sup>a</sup> ± 0,35</b>	<b>4,7<sup>a</sup> ± 0,35</b>	

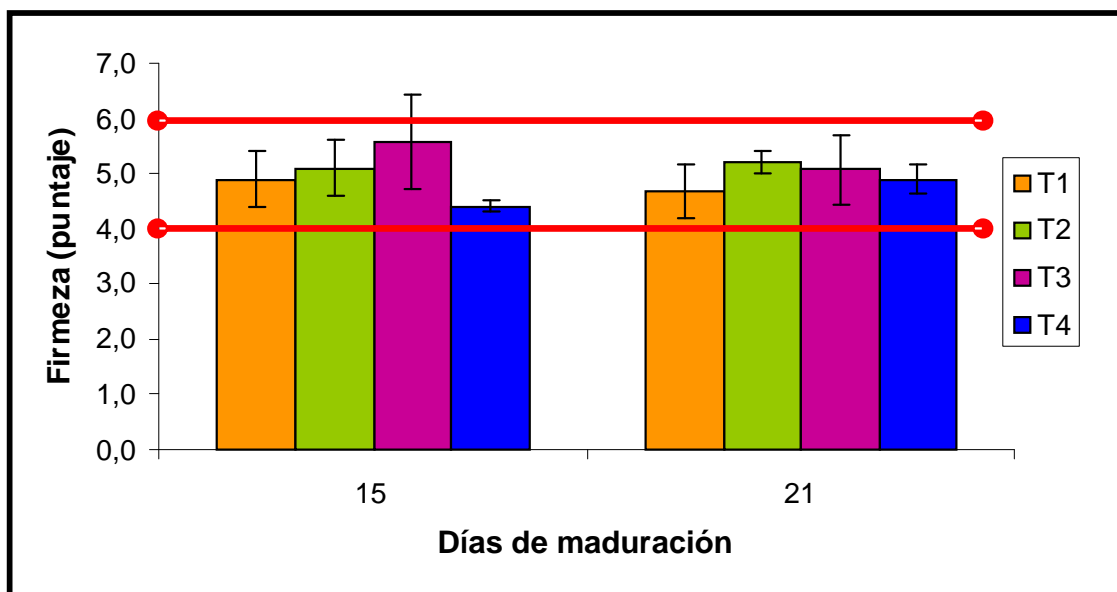
(\*) Promedio de 3 repeticiones. Letras distintas indican diferencias significativas, con un nivel de 95% de confianza. Minúsculas: entre tratamientos; Mayúsculas: entre tiempos de maduración

FIRMEZA, 1: muy blando; 4-6: normal; 7: muy firme



Del análisis estadístico se desprende que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $p>0,05$ ), entre los tiempos de maduración sólo se detectan diferencias significativas en el tratamiento 4.

En la FIGURA 22 se aprecia una comparación entre los tratamientos a los dos tiempos de maduración evaluados, donde se observa que todos los tratamientos se encuentran dentro del rango normal que fue establecido.



**FIGURA 22** Calificación otorgada al atributo firmeza durante maduración de los quesos en estudio.

NAVARRETE (2007), evaluó la firmeza de queso Gauda reducido en grasa con adición del probiótico *Lactobacillus paracasei* subs. *paracasei*, encontrando un valor promedio de 5 para éste parámetro a los 21 días de maduración, semejante a lo obtenido en este estudio.

Muchos autores afirman que al disminuir la materia grasa aumenta la firmeza en el queso. GWEARTNEY *et al.* (2002), estudió el efecto de la reducción de grasa sobre la evaluación sensorial de textura en cinco tipos de quesos comerciales en sus versiones normal y reducido en grasa, estableciendo que los quesos reducidos en grasa fueron percibidos como fracturables, gomosos y firmes, en comparación con aquellos de grasa completa.

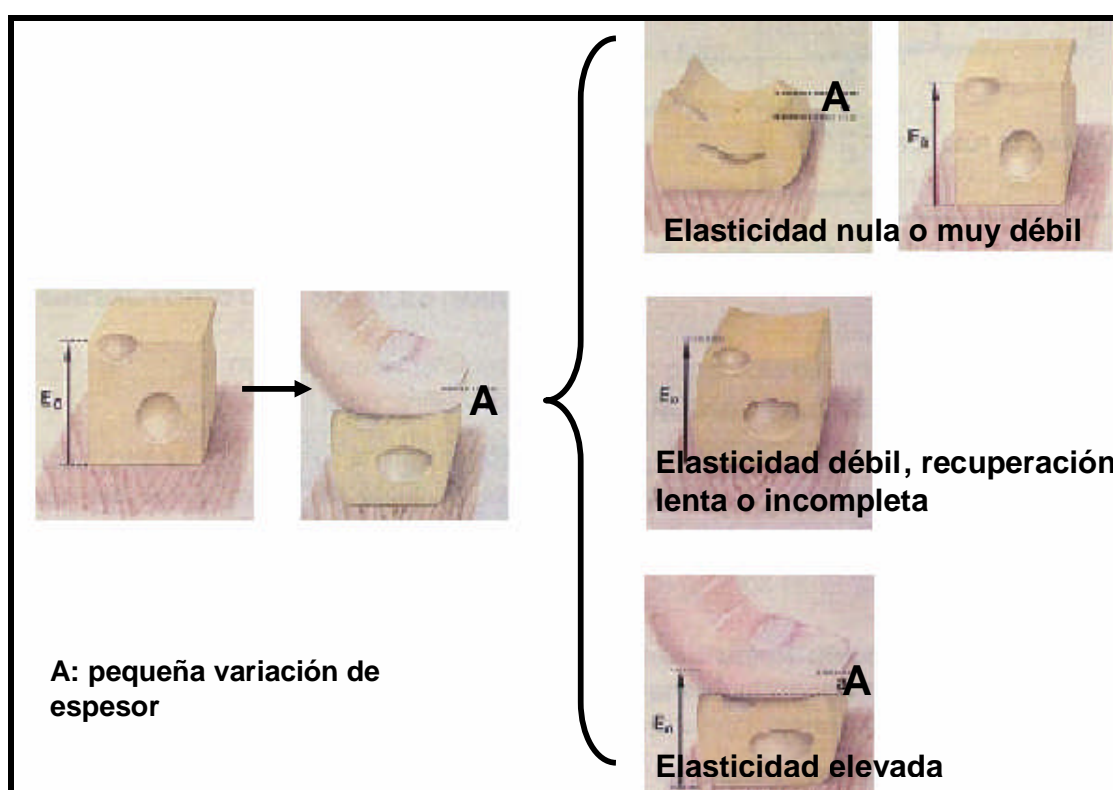
Estudios realizados en queso Cheddar y Crecenza con incorporación de probióticos no presentaron diferencias en la firmeza medida sensorialmente, en comparación con aquellos quesos sin la incorporación del probiótico (GOBETTI *et al.*, 1997; GARDINER *et al.*, 1998).

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede inferir que todos los tratamientos lograron presentar una firmeza similar al tratamiento control (T1), lo que haría presumir

que la incorporación del probiótico y prebiótico no manifestó cambios detectables por los panelistas, por lo tanto las variantes tecnológicas aplicadas en los tratamientos no logran contrarrestar el efecto negativo en la firmeza derivado de la reducción del contenido graso, aunque en todos los tratamientos fueron evaluados con una firmeza normal (4-6).

**4.3.2 Elasticidad.** La elasticidad es definida sensorialmente como la deformación de la masa sin producir su ruptura. Para medir este atributo 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, también se puede realizar doblando levemente la muestra con las manos y observar si se produce quiebre o ruptura (ROHM, 2002; BROW *et al.*2003).

La FIGURA 23 muestra una de las formas de evaluar la elasticidad en los quesos.



**FIGURA 23** Medición sensorial de la elasticidad.

FUENTE: OJEDA (2005).

El CUADRO 9 muestra las calificaciones promedio en elasticidad otorgadas por los panelistas, previo chequeo de concordancia entre ellos, en el ANEXO 14 y ANEXO 17

se muestra la información completa sobre los valores obtenidos en cada repetición y las desviaciones estándar con su correspondiente análisis estadístico.

**CUADRO 9 Calificaciones otorgadas por los panelistas a la elasticidad del queso Gauda semidescremado al día 15 de maduración y posteriormente al día 21(\*).**

Tiempo (días)	Tratamientos				Promedio
	T1	T2	T3	T4	
15	4,63 <sup>a,A</sup> ± 0,21	4,23 <sup>a,A</sup> ± 0,75	5,27 <sup>a,A</sup> ± 0,32	4,60 <sup>a,A</sup> ± 0,5	4,7 <sup>A</sup> ± 0,4
21	4,87 <sup>a,A</sup> ± 0,32	4,67 <sup>a,A</sup> ± 0,42	4,67 <sup>a,B</sup> ± 0,15	4,73 <sup>a,A</sup> ± 0,55	4,7 <sup>A</sup> ± 0,1
<b>Promedio</b>	<b>4,8<sup>a</sup> ± 0,16</b>	<b>4,5<sup>a</sup> ± 0,31</b>	<b>5,0<sup>a</sup> ± 0,42</b>	<b>4,7<sup>a</sup> ± 0,09</b>	

(\*) Promedio de 3 repeticiones.

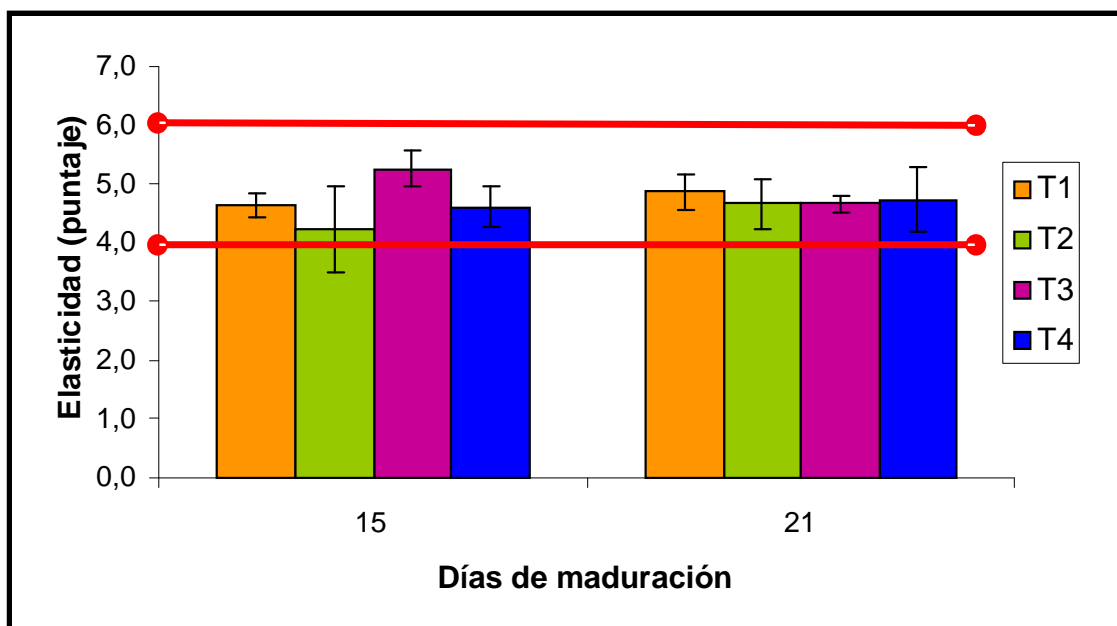
Letras distintas indican diferencias significativas, con un nivel de 95% de confianza. Minúsculas: entre tratamientos; Mayúsculas: entre tiempos de maduración

ELASTICIDAD, 1: poco elástico; 4-6: elástico; 7: muy elástico.

El análisis estadístico indica que no existen diferencias entre los tratamientos evaluados con un 95% de confianza; por otra parte entre los tiempos de maduración existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los días 15 y 21 sólo en el tratamiento 3.

Además, los tratamientos se encuentran dentro del rango normal de calificación para queso gauda, ya que tanto a los 15 como a los 21 días de maduración presentaron un puntaje promedio aproximado a 4,7; siendo todos catalogados como quesos elásticos (normal).

La FIGURA 24 muestra la calificación promedio en elasticidad, en la cual se puede observar que todos los tratamientos tanto al día 15 como 21 se encuentran dentro del rango establecido como normal en queso Gauda; (4-6 puntos).



**FIGURA 24** Calificación otorgada al atributo elasticidad durante maduración de los quesos en estudio.

En un estudio realizado en queso Gauda por NAVARRETE (2007), se reporta que los tratamientos reducidos en grasa poseían una mayor elasticidad, obteniendo un valor promedio aproximado de 4,2; en comparación del testigo de grasa completa de su investigación que poseía un valor aproximado de 3,1.

Según DRAKE y SWANSON (1995), GWARTNEY *et al.* (2002); GUINEE (2002) la elasticidad aumenta a medida que se reduce el contenido graso, esto principalmente porque aumenta el contenido de proteínas particularmente de caseínas en la matriz y a su vez, de las interacciones entre ellas por lo cual la masa recupera más fácil su forma luego de una compresión. En esta investigación la materia grasa y contenido de proteínas no manifestaron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, todos son de reducida en grasa, lo cual fue corroborado por los panelistas que no detectaron diferencias entre los tratamientos evaluados.

De acuerdo a estos resultados se puede inferir que ninguno de los tratamientos logró diferenciarse al tratamiento testigo, lo que hace presumir que la incorporación de las variantes tecnológicas no mejoraron este atributo, sin embargo, la elasticidad se mantiene dentro del rango normal.

**4.3.3 Cohesividad.** Se define sensorialmente como la magnitud en que se deforma la muestra antes de romperse, a la primera mordida (BROW *et al.*, 2003). Se evalúa la masa en relación a su homogeneidad al paladar, comprimiendo la muestra de queso entre los molares, y se registra el grado al cual es deformada antes de que se desintegre.

El CUADRO 10 muestra las calificaciones promedio otorgadas por los panelistas para el atributo cohesividad al día 15 de maduración y posteriormente con 21 días. En el ANEXO 14 y ANEXO 18 se presentan los resultados de cada repetición, con su análisis estadístico correspondiente.

**CUADRO 10 Calificaciones otorgadas por los panelistas a la cohesividad del queso Gauda semidescremado al día 15 de maduración y posteriormente al día 21(\*).**

Tiempo días	Tratamientos				Promedio
	T1	T2	T3	T4	
15	5,00 <sup>a,A</sup> ± 0,26	4,60 <sup>a,A</sup> ± 0,26	4,63 <sup>a,A</sup> ± 0,72	5,10 <sup>a,A</sup> ± 0,2	4,8 <sup>A</sup> ± 0,3
21	4,87 <sup>a,A</sup> ± 0,25	4,77 <sup>a,A</sup> ± 0,32	4,60 <sup>a,A</sup> ± 0,17	5,07 <sup>a,A</sup> ± 0,21	4,8 <sup>A</sup> ± 0,2
<b>Promedio</b>	<b>4,9<sup>a</sup> ± 0,09</b>	<b>4,7<sup>a</sup> ± 0,12</b>	<b>4,6<sup>a</sup> ± 0,02</b>	<b>5,1<sup>a</sup> ± 0,02</b>	

(\*) Promedio de 3 repeticiones.

Letras distintas indican diferencias significativas, con un nivel de 95% de confianza. Minúsculas: entre tratamientos; Mayúsculas: entre tiempos de maduración

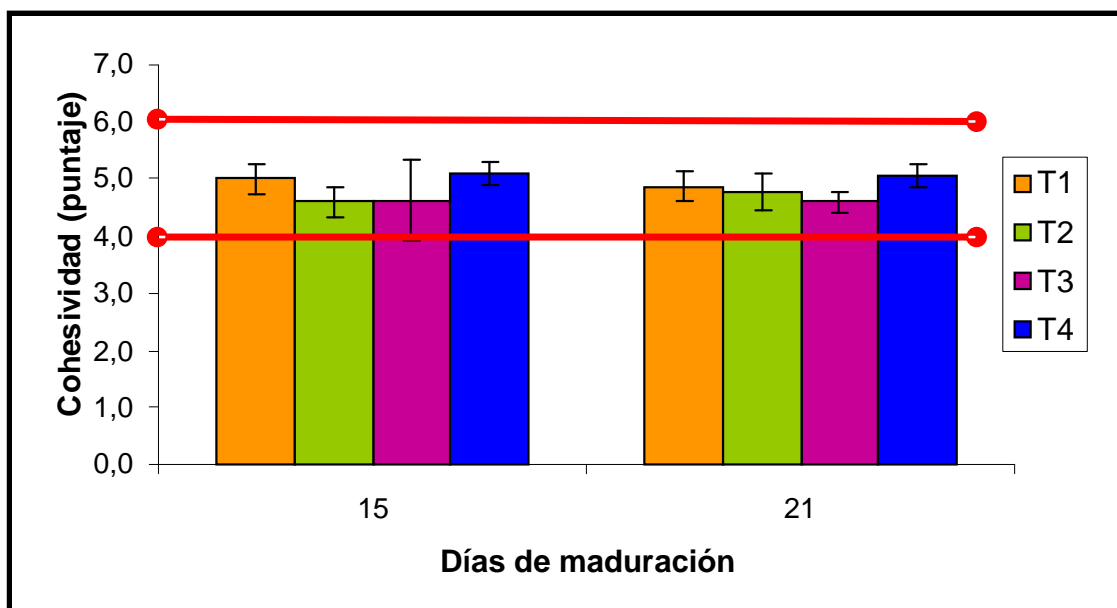
COHESIVIDAD, 1: quebradizo; 4-6: normal; 7: muy cohesivo

El Test de Kendall muestra concordancia entre los panelistas al evaluar la cohesividad.

El análisis estadístico no manifestó diferencias significativas entre los tratamientos ni tiempos de maduración, medidos sensorialmente. ( $p > 0,05$ )

HORT *et al.* (1997), evaluaron la cohesividad del queso Cheddar, a través de la ruptura de una muestra cuando era masticada, para determinar la influencia del tiempo sobre esta característica y encontraron que no existen diferencias significativas en la cohesividad durante el periodo de maduración, sin embargo, este parámetro aumentó con el avance del tiempo, lo que no se manifestó en este estudio por que no se produjeron cambios al transcurrir el tiempo; esto puede deberse a que el tiempo de maduración del queso Gauda (mínimo 15 días de maduración) es muy inferior al del queso Cheddar.

La FIGURA 25 muestra que todos los tratamientos en ambas fechas de maduración se encuentran dentro del rango normal (4-6) para queso Gauda, lo que quiere decir que las muestras se mantienen homogéneas en el paladar y que se deforma gradualmente.



**FIGURA 25** Calificación otorgada al atributo cohesividad durante maduración de los quesos en estudio.

BRYANT *et al.* (1995), evaluaron la influencia del contenido de materia grasa sobre la cohesividad del queso Cheddar madurado por 4 meses. Ellos concluyeron que a medida que el contenido de grasa disminuye, la cohesividad de los quesos disminuye a la evaluación de un panel sensorial, sin embargo los resultados de la determinación instrumental indican un aumento de este parámetro con la disminución de la materia grasa; señalan además que la estructura más compacta pareciera desmenuzarse y romperse más fácilmente, lo que hace evaluarlo como menos cohesivos, lo que indicaría la dificultad de conocer la variación del parámetro.

La sal es otro factor que produce cambios sobre la cohesividad, ya que altera las interacciones de la proteína, convirtiendo la matriz proteica en una matriz hidratada y expandida, provocando una disminución de esta propiedad.

Los factores que influyen en la cohesividad del queso como la materia grasa, proteína y sal no manifestaron cambios significativos entre los tratamientos (\*), por lo cual se puede inferir que todos los tratamientos estudiados son de similar característica en este parámetro, razón por la que los panelistas no encontraron diferencias entre los tratamientos a ambos tiempos evaluados.

Los resultados indicarían que la aplicación de las variantes tecnológicas de este estudio no evidenció cambios detectables por los panelistas, ya que no mostraron un efecto significativo en la medición sensorial de este atributo siendo estadísticamente igual que el tratamiento control, además que el tiempo de maduración (15 días) hasta los 21 días no provocaron cambios en la cohesividad.

(\*) Comunicación personal Erika flores, tesista Escuela Ingeniería en Alimentos.

**4.3.4 Adhesividad.** Es definida sensorialmente como la capacidad de la masa de pegarse o unirse al paladar durante su masticación, también corresponde a la dificultad para remover la masa masticada de la superficie interna de la boca durante su degustación. La técnica consiste en masticar varias veces la muestra y posteriormente se aprieta contra el paladar, para luego apreciar la fuerza necesaria para despegar el alimento del paladar y desde los dientes OJEDA (2005).

En el CUADRO 11 se puede observar las calificaciones otorgadas por los panelistas al parámetro adhesividad a los dos tiempos evaluados. En el ANEXO 14 se desglosan los valores para cada repetición y en el ANEXO 19 se encuentra el análisis estadístico correspondiente.

**CUADRO 11 Calificaciones otorgadas por los panelistas a la adhesividad del queso Gauda semidescremado al día 15 de maduración y posteriormente al día 21(\*).**

Tiempo días	Tratamientos				Promedio
	T1	T2	T3	T4	
15	4,03 <sup>a,A</sup> ± 0,55	4,03 <sup>a,A</sup> ± 0,12	3,83 <sup>a,A</sup> ± 1,24	4,30 <sup>a,A</sup> ± 0,44	4,0 <sup>A</sup> ± 0,2
21	4,37 <sup>a,A</sup> ± 0,06	4,33 <sup>a,A</sup> ± 0,75	4,00 <sup>a,A</sup> ± 0,53	4,53 <sup>a,A</sup> ± 0,06	4,3 <sup>A</sup> ± 0,2
<b>Promedio</b>	<b>4,2<sup>a</sup> ± 0,24</b>	<b>4,2<sup>a</sup> ± 0,21</b>	<b>3,9<sup>a</sup> ± 0,12</b>	<b>4,4<sup>a</sup> ± 0,16</b>	

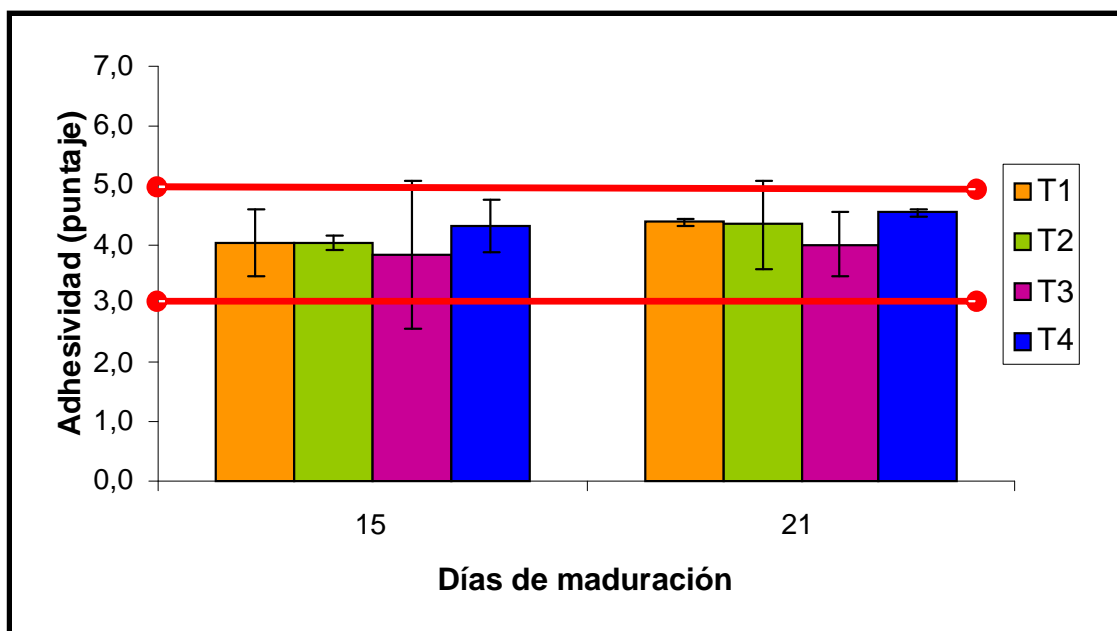
(\*) Promedio de 3 repeticiones.

Letras distintas indican diferencias significativas, con un nivel de 95% de confianza. Minúsculas: entre tratamientos; Mayúsculas: entre tiempos de maduración

ADHESIVIDAD, 1: poco adhesivo; 3-5: normal; 7: muy adhesivo

El rango de puntaje considerado como normal para adhesividad, en queso Gauda fue entre 3 y 5 puntos, por lo tanto se puede considerar que todos los tratamientos presentaron una adhesividad normal en los 2 tiempos de maduración evaluado.

El análisis estadístico no presentó diferencias significativas entre los tratamientos y tiempos de maduración, sin embargo, la prueba de homogeneidad de varianzas manifestó que las desviaciones estándar no eran homogéneas entre los tratamientos al día 21 de maduración, aunque no existieron diferencias significativas entre las medianas de los tratamientos. En el análisis de los tiempos de maduración para cada tratamiento se observó que solo los tratamientos 1, 2 y 4 no poseían desviaciones estándar homogéneas, sin embargo entre las medianas no existieron diferencias significativas.



**FIGURA 26** Calificación otorgada al atributo adhesividad durante maduración de los quesos en estudio.

KALAVROUZIOTI *et al.* (2005), estudiaron el efecto de dos tipos de probióticos, *Lactobacillus rhamnosus* y *Lactobacillus paracasei ssp. paracasei* en la textura del queso, obteniendo como resultado una adhesividad sin diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con la adición de probiótico y el tratamiento control que contenía solo cultivo normal.

Los resultados obtenidos indican que las variables tecnológicas utilizadas en este estudio tampoco afectaron significativamente la adhesividad del queso Gauda semidescremado, siendo todos los tratamientos similares en adhesividad al control (T1), y todos los tratamientos se encuentran dentro del rango normal definido.

#### 4.4 Correlación entre los resultados instrumentales y sensoriales de textura

La evaluación sensorial es una de las formas de evaluar la calidad de muchos productos, sin embargo existe una extensa y variada información que comprueba la preferencia de usar valores instrumentales, por sobre las evaluaciones sensoriales, para la caracterización de la textura en productos alimenticios.

La correlación tiene como finalidad medir el grado de intensidad o asociación de los parámetros obtenidos a través de dos métodos alternativos.

Con los resultados obtenidos por ambos métodos, se realizó el análisis de correlación, que se presenta en el ANEXO 20.

El CUADRO 12 muestra la correlación existente, entre la evaluación sensorial e instrumental aplicada a los tratamientos de queso Gauda semidescremado.



**CUADRO 12 Correlación entre los atributos de textura instrumental y sensorial.**

Rho de Spearman				
Parámetro	Firmeza	Elasticidad	Cohesividad	Adhesividad
Coef. de correlación	0,527**	-0,031	-0,498**	-0,198
Sig. bilateral	0,008	0,885	0,001	0,353
Nº de muestras	24	24	24	24

Nº de muestras: 24 (4 tratamientos x 2 tiempos de medición x 3 repeticiones)

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

El coeficiente de correlación Rho de Spearman para firmeza es de 0,527, valor que demuestra una correlación significativa al nivel 0,01 del método instrumental con respecto al puntaje obtenido por los jueces para la firmeza evaluada en el panel sensorial de textura de queso Gauda. De lo anterior se desprende que, el parámetro firmeza, obtenido instrumentalmente, como el determinado sensorialmente muestran una asociación directa y positiva, esto quiere decir, que este atributo es cuantificado y percibido de igual modo, tanto instrumental como sensorialmente.

XIONG *et al.* (2002), realizaron un estudio a diversos tipos de quesos, donde instrumentalmente se aplicó una deformación variable entre 10 y 90% y fueron también evaluados sensorialmente, obteniendo como resultado una mayor correlación entre la firmeza instrumental y sensorial al aplicar una mayor fuerza de compresión. El valor obtenido por estos autores como coeficiente Rho de Spearman fue de 0,45 con un 50% de compresión, valor que fue superado en este estudio, con un coeficiente de correlación de 0,527 para la misma fuerza de compresión utilizada en tal estudio.

La cohesividad se correlaciona significativamente entre la medición instrumental y sensorial, obteniendo un valor de -0,498, lo que demuestra que este parámetro puede ser evaluado tanto en forma instrumental como sensorial, obteniendo resultados confiables en ambos casos.

Del análisis estadístico realizado se desprende que no existe correlación significativa en la elasticidad y adhesividad medida en el texturómetro y los resultados de la evaluación sensorial, ya que se obtuvo un coeficiente de Spearman de -0,031 y -0,198 respectivamente.

El hecho de no encontrarse correlación entre las medidas sensoriales e instrumentales de estos parámetros puede deberse a diversos factores como por ejemplo la temperatura en la que fueron evaluadas las muestras, sus dimensiones, la experiencia del panel, confiabilidad de la prueba instrumental, entre otros. (FOEGEDING y DRAKE, 2007).

BROWN *et al.* (2003), establecieron que la adhesividad en queso es uno de los parámetros que generalmente no presenta una buena correlación con lo instrumental, principalmente porque es uno de los atributos más difíciles de aprender a evaluar sensorialmente, y que, a pesar que los panelistas hayan sido entrenados existen numerosas variables que pueden influir en la medición.

Para BERTOLA *et al.* (1992), la correlación entre lo instrumental y sensorial algunas veces no se presenta porque los métodos instrumentales tienen algunas desventajas sobre las medidas sensoriales, ya que los resultados dependen de un número de variables, como es la temperatura, tamaño y forma de la muestra y de la velocidad de desplazamiento de las partes móviles del equipo, más fáciles de regular.

Como conclusión se puede destacar una correlación entre el análisis sensorial e instrumental para los atributos de firmeza y cohesividad, lo que permitiría reemplazar el procedimiento para obtener el perfil textural medido en forma sensorial, por lo instrumental a través del texturómetro modelo TA-XT2i (Stable micro Systems) que simplifica la medición, sin embargo, la situación de elasticidad y adhesividad indica que habría que continuar con el análisis sensorial hasta que no se llegue a mejorar las condiciones de ambos métodos que permitan reemplazar uno por otro.

## 5 CONCLUSIONES

En relación a la investigación propuesta y a los resultados obtenidos, bajo las condiciones de realización de ésta, se pudo establecer lo siguiente:

- La incorporación del probiótico *Lactobacillus paracasei* subsp *paracasei* no produjo diferencias significativas entre los tratamientos en estudio para los parámetros texturales de firmeza, elasticidad, cohesividad y adhesividad medidos instrumentalmente.
- La adición de 1% de inulina afecta significativamente a la firmeza (medición instrumental).
- En relación a la calidad sensorial del queso, las calificaciones de los panelistas indicaron que, la incorporación del cultivo probiótico *Lactobacillus paracasei* subsp *paracasei* e incorporación de inulina, no manifestaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio, siendo todos los tratamientos similares al tratamiento control.
- Se determinó que las mediciones instrumentales y sensoriales para los parámetros texturales de firmeza y cohesividad, realizadas en queso Gauda semidescremado, están correlacionadas significativamente al nivel 0,01.
- No se evidenció correlación significativa entre los resultados sensoriales e instrumentales para los parámetros de elasticidad y adhesividad.

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

## 6 RESUMEN

### **Efecto del *Lactobacillus paracasei* subs. *paracasei* y de la inulina sobre los parámetros reológicos de queso Gauda semidescremado.**

La finalidad de esta investigación fue estudiar, durante la maduración, algunas características de textura del queso Gauda semidescremado con la adición del probiótico *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* y el prebiótico inulina, en dos concentraciones diferentes. La investigación contempló cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno: T1, queso Gauda semidescremado (QGS); T2, QGS con probiótico; T3, QGS con probiótico y prebiótico (0,5%); T4, QGS con probiótico y prebiótico (1%).

La textura se evaluó por medio de un texturómetro, TA-XT2i Stable Micro System, a los 0, 7, 14 y 21 días de maduración; y a través de un panel sensorial de diez jueces entrenados, medido a los 15 y 21 días.

Las variantes utilizadas no influyeron en las características texturales de elasticidad, cohesividad y adhesividad medidas instrumentalmente, por otra parte el parámetro firmeza se vio influenciado con la aplicación de 1% de inulina, con la cual disminuye su valor.

En el perfil de textura sensorial no se presentaron diferencias entre el control y los quesos con las variables tecnológicas aplicadas en el estudio.

Se obtuvo correlación significativa entre los resultados obtenidos por métodos instrumentales y sensoriales en los parámetros de firmeza y cohesividad, lo que respalda el uso del texturómetro frente al análisis sensorial, a diferencia de la elasticidad y adhesividad que no obtuvieron correlación significativa.

## SUMMARY

### **Effect of *Lactobacillus paracasei subs. paracasei* and prebiotic inuline on rheological parameters of reduced fat Gauda cheese.**

The purpose of this research was to study some texture characteristics reduced fat Gauda cheese during ripening, with the addition of probiotic *Lactobacillus paracasei subs. paracasei* and prebiotic inuline in two different concentrations. Four treatments each with three repetitions were considered: T1, reduced fat Gauda cheese (QGS); T2, QGS with probiotic; T3, QGS with probiotic and prebiotic (0,5%); T4, QGS with probiotic and prebiotic (1%).

Texture was analysed using a texturometer, TA-XT2i Stable Micro System at 0, 7, 14 and 21 days of maturation; and also by a sensory panel of ten trained judges, at 15 and 21 days.

The different variables used in this research did not have any influence on textural characteristics such as, elasticity, cohesiveness and adhesiveness, measured by the texturometer. On the other hand, firmness was influenced by the addition of 1% inulin, which reduces its value.

The sensorial texture's profile did not show any significant difference between the control and the different cheeses with the different technological variables.

As to firmness and cohesiveness, the instrumental and sensorial methods showed a significant correlation, which in this case supports the use of texturometer. On the other, elasticity and adhesiveness did not show any significant correlation between instrumental and sensorial analysis.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- ACUÑA, P.; PAGANO, T.; GROMPONE, M. y BERMÚDEZ, J. 2001. Ácidos grasos libres en quesos, como parámetros vinculados a su maduración. *Tecnología Láctea Latinoamericana* 1(26): 55-60.
- ALAIS, CH. 1985. *Ciencia de la Leche. Principios de Técnica Lechera* 2da. Edición. España. Reverté 872p.
- ANZALDUA-MORALES, A. 1994. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 198p.
- ARDÖ, Y. 1997. Flavour and texture in low-fat cheese. **In:** *Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk*. Law. B.A. 2da. Edición. Chapman and Hall. London UK. 207 - 218.
- ARTEAGA, M. 2004. *Evolución de la maduración del queso Chanco elaborado con adición de suero en polvo*. Tesis Magíster en Ciencias y Tecnología de la Leche. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 235 p.
- ARYANA, K. y HAQUE, Z. 2001. Effect of commercial fat replacers on the microstructure of low-fat Cheddar cheese. *International Journal of Food Science & Technology* 36 (2): 169-177.
- ARYANA, K. y HAQUE, Z. 2005. Texture and microflora of vallagret cheese during maturation. *International Journal of Dairy Technology* 58 (1): 47-50.
- ARYANA, K y HENK, M. 2004. Rapid method of cheese processing for microflora and microstructural studies by electron microscopy. *Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology* 12 (3): 199-206.
- BALCAZAR, B.; MARTINEZ, E. y GONZÁLEZ, M. 2003. Efecto de la administración oral de inulina sobre el perfil de lípidos y la sensibilidad a la insulina en individuos con obesidad y dislipidemia. *Revista Médica de Chile* 131 (6): 597-604.

- BANKS, J. 2004. The technology of low-fat cheese manufacture. *International Journal of Dairy Technology* 57(4): 199-207.
- BERTOLA, N., BEVILACCQUA, A. y ZARITZKY, E. 1992. Proteolytic and Rheological Evaluation of Maturation of Tybo Argentino Cheese. *Journal of Dairy Science*. 75(12): 3273 – 3281.
- BHASKARACHARYA, R. K. y SHAH, N. P. 1999. Texture evaluation of comercial mozzarella cheeses. *Australian Journal of Dairy Technology* 54 (1): 36 – 46.
- BOUTROU, R. y GAGNAIRE, V. 2001. Casein in relation to cheese. *International Dairy Federation* 369: 13-15.
- BOURLIOUX, P., KOLETZKO, B., GAURNER, F. y BRAESCO, V. 2003. The intestine and its microflora are partner for the protection of the host: report on the donone symposium "the intelligent intestine". *American Journal Clinical Nutrition*. 78 (4): 675 – 683.
- BRITO, C. 1993. Aspectos bioquímicos de la maduración de quesos. *Alimentos* 4(18): 40-55.
- BRITO, C., MORALES, G., MOLINA, L., PESSOT, R. y PINTO, M. 1995. Evolución de la maduración de queso Chanco tipo campo almacenado a altas temperaturas. Parte I. Parámetros Fisicoquímicos y pérdida de peso. *Agro Sur*. 23(2): 95-106.
- BRITO, C.; MANRIQUEZ, X.; MOLINA, L. y PINTO, M. 2003. Estudio de maduración de queso Chanco bajo en grasa elaborado con leche homogeneizada. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición (Venezuela)* 53 (3): 299-305.
- BRITO, C.; MENDEZ, M.; MOLINA, L. y PINTO, M. 2002. Desarrollo de queso Chanco de reducido tenor graso utilizando proceso de homogenización en la leche. *Agro Sur (Chile)* 30 (1): 68-79.
- BROWN, J., FOEGEDING, E., DAUBERT, C., DRAKE, M. y GUMPERTZ, M. 2003. Commercial full-fat and Reduced-fat Cheese. *Journal of Food Science*. 67 (2): 812 - 816.
- BRYANT, A. USTUNOL, Z. y STEFFE, J. 1995. Texture of Cheddar cheese as influenced by fat reduction. *Journal of Food Science* 60(6): 1216 – 1219.

- CASTAÑEDA, R. 2002. La reología en la caracterización y tipificación de quesos. *Tecnología Láctea Latinoamericana* 1(26): 48-53.
- CASTAÑEDA, R.; CAÑAMERAS, C.; ARANIBAR, G. y MONTERO, H. 2004. La textura del queso Goya. Comparación entre el método sensorial y métodos reológicos. *Instituto Nacional de Tecnología Industrial* 1-4.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION, INN. 1999a. Productos Lácteos-Queso Gauda - Requisitos. Norma Chilena 2478.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION INN. 1999b. Productos Lácteos-Queso Chanco-Requisitos. Norma Chilena 2090.
- CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS, ODEPA. 2006. Boletín de la Leche 2005. Santiago. Chile.
- CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLITICAS AGRARIAS, ODEPA. 2007. Leche: producción, recepción, precios y comercio exterior. Santiago. Chile.
- CHILE, MINISTERIO DE SALUD. 2001. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Ediciones Publibey. Santiago, Chile. 286 p.
- CODEX ALIMENTARIUS. 1978. Norma general del Codex para el queso. *Codex Stan A-6-1978*.
- CORRALES, A. HENDERSON, M. y MORALES, I. 2007. Supervivencia de microorganismos probióticos en helado batido *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium lactis* en helado batido. *Revista Chilena de nutrición* 34 (2): 157-163.
- CURRY, B. y CROW, V. 2002. *Lactobacillus Casei* group. In: Roginski, H., Fuquay, J and Fox, P. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Elsevier. Londres. 1489-1493.
- CURRY, B. y CROW, V. 2002. *Lactobacillus* spp. In: Roginski, H., Fuquay, J and Fox, P. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Elsevier. Londres. 1479-1511.



- DELAHUNTY, C. 2002. Sensory evaluation. In: Roginski, H., Fuquay, J and Fox, P. Encyclopedia of Dairy Sciences. Elsevier. Londres 106-110.
- DE MAN, J. 1999. Principles of Food Chemistry. 3<sup>o</sup>. Edición. USA. Aspen Publishers 489 p.
- DINAKAR, P. y MISTRY, V.V. 1994. Growth and viability of *Bifidobacterium bifidum* in Cheddar cheese. Journal of Dairy Science 77(10):2854-2864.
- DRAKE, M, A y SWANSON, B, G. 1995. Reduced and low-fat cheese technology: A review. Trends in Food Science and Technology 6 (11): 366 - 369.
- DRAKE, M., TRUONG, M. y DAUBERT, C. 1999. Rheological and Sensory Properties of Reduced-Fat Processed Cheeses Containing Lecithin. Journal of Food Science. 64(4): 744-747.
- FENELON, M. y GUINEE, T. 1997. The compositional, textural and maturation characteristics of reduced-fat Cheddar made from milk containing added Dairy-Lo. Milchwissenschaft. 52 (7): 385 – 389.
- FIGUEROA, J. 2006. Perfil Textural de Queso Chanco Comercial Elaborado en Tres Regiones de Chile. Tesis presentada para optar al grado de Licenciado en Ciencias de los alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 99p.
- FOEGEDING, E. y DRAKE, M. 2007. Sensory and Mechanical Properties of Cheese Textura. Journal of Dairy of Science. 90:1611-1624.
- FORTIN, J. y DESPLANCKE, C. 2001. Guía de selección y entrenamiento de un panel de catadores. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 99 p.
- GARDINER, L., ROSS, L., COLLINS, G., FITZGERAL, D. y STANTON, C. 1998. Development of a Probiotic Cheddar Cheese Containing Human-Derived *Lactobacillus paracasei* strains. Applied and Environmental Microbiology. 64(6): 2192-2199.
- GOBBETTI, M., CORSETTI, A., SMACCHI, E., ZOCCHETTI, A. y DE ANGELIS, M. 1998. Production of Crescenza cheese by incorporation of bifidobacteria. Journal of Dairy Science 81 (1): 37-47.

- GOTTELAND, R. y BRUNSER, O. 2006. Efecto de un yogur con inulina sobre la función intestinal de sujetos sanos o constipados. *Revista Chilena de Nutrición* 33 (3): 553-560.
- GUINEE, T. 2002. Cheese rheology. **In** : Roginski, H., Fuquay, J and Fox, P. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Elsevier. Londres. pp 341-349.
- 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.
- HERNÁNDEZ, E. y VERDALET, I. 2003. Alimentos e ingredientes funcionales derivados de la leche. *ALAN* 53 (4): 333-347.
- HERNÁNDEZ, H. 2006. Productos Lácteos Funcionales. *Tecnología*. 10-21.
- HORT, J., GREYS, G. y WOODMAN, J. 1997. Changes in the perceived textural properties of Cheddar cheese during maturation. *Journal of Sensory Studies*. 12 (4): 255 – 266.
- KALAVROUZIOU, I., HATZIKAMARI, M., LITOPOULOU-TZANETAKI, E. y TZANETAKIS, N. 2005. Production of hard cheese from caprine milk by the use of two types of probiotic cultures as adjuncts. *International Journal of Dairy Technology*. 58(1): 30-38.
- LEAHY, S.; HIGGINS, D.; FITZGERALD, G. y SINDEREN, D. 2005. Getting better with Bifidobacteria. *Journal of Applied Microbiology* 98: 1303-1315.
- MONTERO, H., ARANIBAR., G. CAÑAMERAS. y CASTAÑEDA, R. 2005. Metodología para la caracterización sensorial de quesos Argentinos. *Jornadas de Análisis Sensorial. Tendencias actuales y aplicaciones*. Inti-Lácteos. Buenos Aires, Argentina. 2-10
- NAVARRETE, C. 2007. Efecto del cultivo probiótico *Lactobacillus paracasei* subs.. *paracasei* sobre la maduración de gauda reducido en grasa. Tesis presentada para optar al grado de licenciado en Ciencias de los Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 80 p.

- O'CALLAGHAN, D. y GUINEE, T. 2004. Rheology and texture of cheese. **In:** Fox, P., McSweeney, P., Cogan, T., Guinee, T. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Volumen 1. 3ª Ed. Elsevier. Londres. pp 511-540.
- OJEDA, M. 2005. El análisis sensorial de los alimentos. Disponible en: <[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). Leído el 11/11/2007.
- PARVEZ, S.; MALIK, K.; AH KANG, S. y KIM, H. 2006. Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *Journal of Applied Microbiology* 100: 1171-1185.
- PAVAN, A., LÓPEZ, A. y SOSA, M. 2006. Viabilidad del *Lactobacillus acidophilus* en queso tipo Cheddar en presencia de goma de algarrobo. VII congreso nacional de Ciencia de los Alimentos. Guanajuato. 108-113.
- POLLARD, A.; SHERKAT, F.; SEURET, M.G. y HALMOS, A.L. 2003. Textural Changes of Natural Cheddar Cheese During the Maturation Process. *Journal of Food Science* 68 (6): 2011-2016.
- PUNIDADAS, P., TUNG, M. A. y FEIRTAG, J. 2000. Potencial use of homogenized whey protein dispersions and process modification for the manufacture of low fat and reduced fat cheddar type cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 53 (2):45-50.
- RAMOS, L.; GALLARDO, Y.; ORTEGA, O.; DEL REAL, E. y PAZ, T. 2000. Elaboración de Queso Crema Probiótico (*L. casei*), Bajo en Grasa, Adicionado con Inulina y saborizado. III Foro de Ciencia y Tecnología de los alimentos. Guanajuato, México.57-62.
- ROHM, H. 2002. Principles and significance in assessing rheological and texture properties. **In:** Roginski, H., Fuquay, J and Fox, P. *Encyclopedia of Dairy Sciences*.Elsevier. Londres. 2431-2438.
- SALAZAR, S. 2005. Maduración de queso Chanco de reducido contenido graso, con adición de suero en polvo y cultivo adjunto atenuado. Tesis Licenciado en Ciencias de los Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 139 p.

- SALMINEN, S y OUWEHAND, A. 2002. Probiotics, applications in dairy products. **In:** Roginski, H., Fuquay, J and Fox, P. Encyclopedia of dairy Science. Elsevier. Londres. 2315-2322.
- SCOTT, R. 1990. Fabricación de queso. Zaragoza. España. Editorial Acribia 519 p.
- SHAH. 2001. Functional foods from probiotics and prebiotics. Food Technology 55 (11): 46-53.
- SILVEIRA, M.; MONEREO, S. y MOLINA, B. 2003. Alimentos funcionales y nutrición óptima ¿cerca o lejos? Revista Española de Salud Pública (España) 77(3): 317-331.
- STABLE MICRO SYSTEMS. 2006. Texture expert exceed for windows versión 1.00. 199 p.
- TANAKA, R. y SAKO, T. 2002. Prebiotics. **In:** Roginski, H., Fuquay, J and Fox, P. Encyclopedia of Dairy Sciences. Elsevier. Londres. 2257—2268.
- TUNICK, M. 2000. Rheology of dairy foods that gel, stretch and fracture. Journal of Dairy Science 83 (8): 1892-1898.
- USTUNOL, Z., KAWACHI, K. y STEFFE, J. 1995. Rheological properties of Cheddar cheese as influenced by fat reduction and ripening time. Journal Food Science. 60:1208–1210.
- VINDEROLA, C., PROSELLO, W., GHIBERTO, D. y REINHEIMER, J. 2000. Viability of probiotic (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*) and nonprobiotic microflora in Argentinian fresco cheese. Journal of Dairy Science. 83 (9): 1905-1911.
- VLIET. T. 1991. Terminology to be used in cheese rheology **IN:** Rheological and fracture properties of cheese. Bulletin of the IDF. 268. 5-15.
- WITTIG DE PENNA, E. 1981. Evaluación sensorial: una metodología actual para Tecnología de Alimentos. USACH. Santiago. Chile. 134 p.

XIONG, R. MEULLENET, J. F. HANKINS, J. A. y CHUNG, W. K. 2002. Relationships between Sensory and Instrumental Hardness Commercial Cheeses. *Journal of Food Science* 67 (2): 877 – 883.

YANJIE, L.U.; NOBUAKI, S. y LUCEY, J. 2007. Rheological, textural and melting properties of commercial samples of some of the different types of pasteurized processed cheese. *International Journal of Dairy Technology* 60 (2): 74-80.

ZUÑIGA, L.; CIRO, H. y OSORIO, J. 2007. Estudio de la dureza del queso Edam por medio de análisis de perfil de textura y penetrometría por esfera. *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 60 (1): 3797-3811.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### GUÍA DE USO DEL TEXTUROMETRO TA-XT2i

1. Calibrar el equipo, en donde se calibra la sonda y fuerza, (aprox. cada 15 muestras)



2. Abrir proyectos requeridos en el software del programa del instrumento llamado Texture Expert Excede.
3. Tomar las muestras con las dimensiones especificadas para las mediciones de los parámetros de textura que se quieren medir (2 cm. de altura x 3,7 cm. de diámetro).

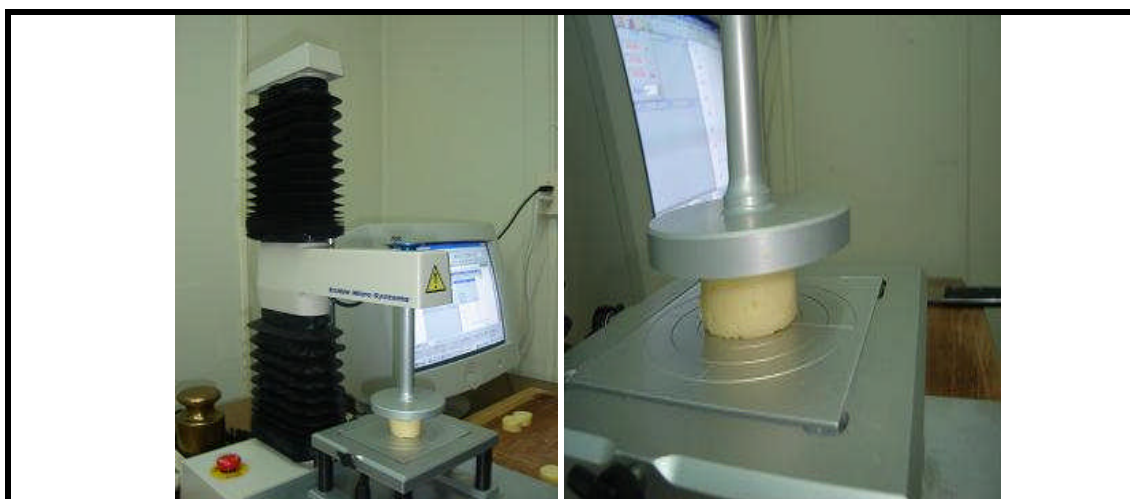


4. Colocar la muestra en la base del texturómetro.

(Continuación ANEXO 1)



5. Colocar la muestra, ejecutar el ensayo.



Las mediciones realizadas quedan registradas en un gráfico, del cuál se obtienen los valores de los parámetros de textura.

6. Una vez finalizadas las mediciones cerrar el programa, apagar el texturómetro y limpiar la superficie con alcohol diluido al 70%.

**FUENTE:** STABLE MICRO SYSTEMS 1.00, 2006.



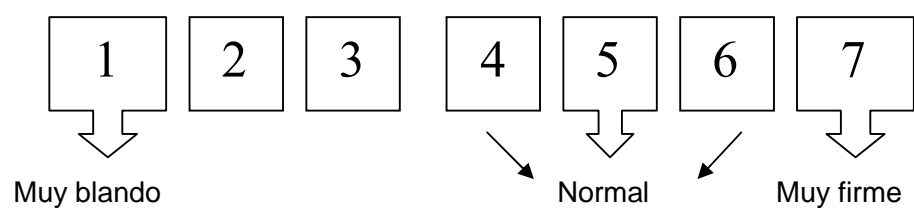
## ANEXO 2

## GUÍA DE CALIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS SENSORIALES DE TEXTURA EN QUESO GAUDA

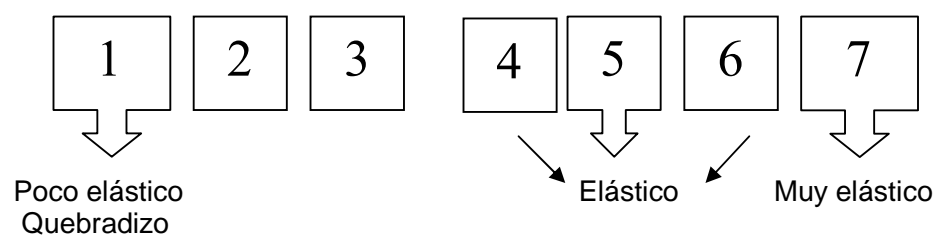
Test: Perfil textural

Tipo: Test Analítico

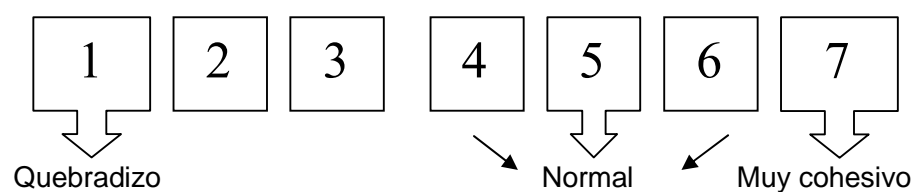
## FIRMEZA



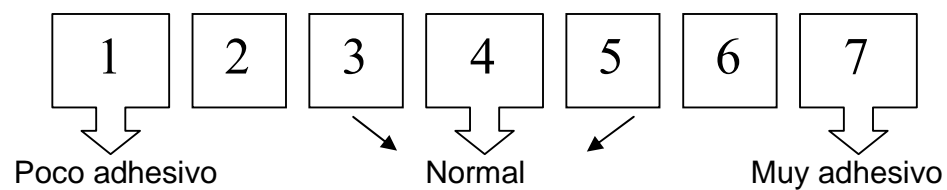
## ELASTICIDAD



## COHESIVIDAD



## ADHESIVIDAD



### ANEXO 3

#### DESCRIPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DE TEXTURA EN QUESO

##### GAUDA

**FIRMEZA.** Fuerza requerida para penetrar la masa del queso con los molares.

**Normal:** El queso Gauda debe ser de consistencia medianamente firme, apta para cortar, correspondiente a valores entre 4 y 6.

**Defecto:** Masa muy blanda (valor 1) o muy firme (valor 7).

**ELASTICIDAD.** Deformación de la masa sin producirse ruptura de este. La muestra debe ser doblada levemente con las manos.

**Normal:** El queso Gauda debe ser elástico, en la misma proporción de firmeza. No debe romperse o quebrantarse fácilmente al estirar o doblar la muestra, correspondiente a valores entre 4 y 6.

**Defecto:** Masa poco elástica y quebradiza (valor 1) o muy elástica (valor 7).

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

**Normal:** El queso debe mantenerse homogéneo en el paladar, se debe deformar en forma gradual, no inmediata. La muestra al ser masticada no se debe granular fácilmente. La muestra debe ser masticada 3 veces y luego evaluar este parámetro, correspondiente a valores entre 4 y 6.

**Defecto:** Masa desmenuzable, heterogénea e irregular al paladar, poco cohesiva y quebradiza valor 1, o muy cohesiva valor 7.

**ADHESIVIDAD.** Capacidad de la masa de pegarse o unirse al paladar durante su masticación, también corresponde a la dificultad para remover la masa masticada de la superficie interna de la boca durante su degustación.

**Normal:** El queso gauda no debe ser muy adhesivo, no debe pegarse fácilmente al paladar al ser consumido. La muestra debe ser masticada 3 veces y luego evaluar este parámetro, correspondiente a valores entre 3 y 5.

**Defecto:** Poco adhesivo (valor 1) o muy adhesivo (valor 7).

**FUENTE:** CHILE, INN (1999), SALAZAR (2005) y NAVARRETE (2007).

## ANEXO 4

**TABLA DE RESPUESTAS PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE TEXTURA EN QUESO GAUDA**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

Sírvase analizar las siguientes muestras, tomando en cuenta las características descritas en la ficha de descripción de los atributos de textura de queso Gauda. De acuerdo a la Guía de Calificación en el casillero que corresponda anote el puntaje que mejor represente su opinión.

**FIRMEZA**

Muestra	♥	@	β	\$

**ELASTICIDAD**

Muestra	♥	@	β	\$

**COHESIVIDAD**

Muestra	♥	@	β	\$

**ADHESIVIDAD**

Muestra	♥	@	β	\$

**Observaciones** \_\_\_\_\_

**MUCHAS GRACIAS**

## ANEXO 5

### Resultados de los parámetros texturales medidos instrumentalmente en quesos comerciales de la X región

#### 5.1 Datos obtenidos de la medición instrumental en queso Gauda comercial de grasa completa

Muestras	Parámetro			
	Firmeza (g)	Elasticidad	Cohesividad	Adhesividad (g s)
1	5779,493	0,736	0,606	-1063,956
1	5600,85	0,739	0,621	-1008,46
2	5650,23	0,742	0,615	-952,627
2	5500,86	0,744	0,602	-1077,38
3	5474,924	0,79	0,601	-957,875
3	5370,369	0,759	0,614	-1023,855
4	5600,523	0,76	0,596	-1010,254
4	5200,632	0,792	0,606	-1200,654
<b>Promedio</b>	<b>5522,24</b>	<b>0,76</b>	<b>0,61</b>	<b>-1036,88</b>
<b>D.E</b>	<b>178,91</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>79,48</b>

#### 5.2 Análisis estadístico

a) prueba de homogeneidad de varianzas

Parámetro	Prueba		P-valor
Firmeza	Cochran	0,710505	0,291804
	Bartlett	1,68457	0,68863
	levne	4,17662E28	0,0 (*)
Elasticidad	Cochran	0,512513	0,695293
	Bartlett	6,47447	0,152797
	levne	4,55408E28	0,0 (*)
Cohesividad	Cochran	0,339367	1,0
	Bartlett	1,04103	0,990164
	levne	4,59735E26	0,0 (*)
Adhesividad	Cochran	0,611865	0,471742
	Bartlett	1,58826	0,72764
	levne	2,39075E29	0,0 (*)

(\*) El menor de los P-valores es menor a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar no son homogéneas entre las muestras con un 95% de confianza.

**(Continuación ANEXO 5)**

## b) Prueba de Kruskal-Wallis

<b>Parámetro</b>	<b>P-valor</b>
Firmeza	0,212287
Elasticidad	0,103775
Cohesividad	0,525096
Adhesividad	0,761007

El P-valor es mayor a 0,05, por lo tanto no existen diferencias estadísticas significativas entre las medianas de las muestras, con un 95% de confianza

## ANEXO 6

## Resultados de firmeza instrumental (g), según metodología (pág. 23)

## 6.1 Resultados de los análisis de firmeza instrumental, según metodología (p 23)

Día de maduración	Repetición	Tratamiento			
		T1	T2	T3	T4
0	1	9994,434	7430,511	12887,142	6586,375
	2	8200,773	9700,054	6111,374	5808,012
	3	7018,360	8156,612	9043,111	7411,723
<b>Promedio</b>		<b>8404,522</b>	<b>8429,059</b>	<b>9347,209</b>	<b>6602,037</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>1498,462</b>	<b>1159,041</b>	<b>3398,105</b>	<b>801,970</b>
7	1	7767,129	7720,105	9944,744	5227,363
	2	5981,404	6056,751	6422,869	6345,694
	3	6271,476	7490,690	5052,583	4411,654
<b>Promedio</b>		<b>6673,336</b>	<b>7089,182</b>	<b>7140,065</b>	<b>5328,237</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>958,291</b>	<b>901,439</b>	<b>2523,705</b>	<b>970,958</b>
14	1	5285,173	7372,907	9488,453	***
	2	8138,690	8631,035	4958,464	5706,794
	3	7136,507	***	5970,789	5242,872
<b>Promedio</b>		<b>6853,457</b>	<b>8001,971</b>	<b>6805,902</b>	<b>5474,833</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>1447,663</b>	<b>889,631</b>	<b>2377,659</b>	<b>328,042</b>
21	1	7304,440	7174,307	7910,523	***
	2	***	***	7254,010	6701,933
	3	6100,859	7237,383	6603,872	5021,111
<b>Promedio</b>		<b>6702,650</b>	<b>7205,845</b>	<b>7256,135</b>	<b>5861,522</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>851,060</b>	<b>44,601</b>	<b>653,328</b>	<b>1188,521</b>

\*\*\* Valores de muestras extraviadas

## 6.2 Análisis estadístico entre tratamientos

## a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Día de maduración	Prueba		P-valor
0	Cochran	0,731801	0,0771671
	Bartlett	1,81322	0,268013
	levene	1,25897	0,351657
7	Cochran	0,70433	0,103391
	Bartlett	1,55383	0,404453
	levene	0,682792	0,587055
14	Cochran	0,689547	0,119688
	Bartlett	2,89209	0,0709133
	levene	1,0089	0,437622
21	Cochran	0,472033	0,588683
	Bartlett	3,66438	0,0351406(*)
	levene	1,30159	0,33904

(\*) El menor de los P-valores es menor a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar no son homogéneas entre tratamientos para el día 21 con un 95% de confianza.

**(Continuación ANEXO 6)**

## b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Día de maduración	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
0	Entre grupos	1,18914E7	3,9638E6	1,00	0,4392
	Intra grupos	3,15581E7	3,94476E6		
7	Entre grupos	6,43972E6	2,14657E6	0,95	0,4614
	Intra grupos	1,80855E7	2,26069E6		
14	Entre grupos	9,60803E6	3,20268E6	1,56	0,2725
	Intra grupos	1,6397E7	2,04963E6		

Los P-valores son mayores a 0,05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre tratamientos con un 95% de confianza

## c) Prueba de Kruskal-Wallis

Parámetro	Día de maduración	P-valor
Firmeza instrumental	21	0,171794

El P-valor es mayor a 0,05, por lo tanto no existen diferencias estadísticas significativas entre las medianas de los tratamientos para el día 21, con un 95% de confianza.

**6.3 Análisis estadístico entre tiempos**

## a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Tratamiento	Prueba		P-valor
T1	Cochran	0,399422	0,866499
	Bartlett	1,25653	0,679539
	levene	0,399574	0,757185
T2	Cochran	0,52626	0,425285
	Bartlett	4,43257	0,0198112(*)
	levene	0,875273	0,493181
T3	Cochran	0,481204	0,558535
	Bartlett	1,64364	0,349047
	levene	0,648188	0,605795
T4	Cochran	0,401856	0,856007
	Bartlett	1,50535	0,43886
	levene	0,708645	0,573434

(\*) El menor de los P-valores es menor a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar no son homogéneas entre tiempos para el tratamiento 2 con un 95% de confianza

**(Continuación ANEXO 6)**

## b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Tratamiento	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coficiente F	P-valor
T1	Entre grupos	6,26656E6	2,08885E6	1,49	0,2902
	Intra grupos	1,12432E7	1,4054E6		
T3	Entre grupos	1,20226E7	4,00754E6	0,67	0,5950
	Intra grupos	4,79926E7	5,99908E6		
T4	Entre grupos	2,9227E6	974232,0	1,66	0,2515
	Intra grupos	4,69202E6	586503,0		

Los P-valores son mayores a 0,05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre tiempos con un 95% de confianza

## c) Prueba de Kruskal-Wallis

Parámetro	Día de maduración	P-valor
Firmeza instrumental	T2	0,123391

El P-valor es mayor a 0.05, por lo tanto no existen diferencias estadísticas significativas entre las medianas de los tiempos, con un 95% de confianza.

**6.4 Análisis estadístico combinado para el parámetro firmeza instrumental**

## a) Análisis de varianza (ANDEVA)

Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coficiente F	P-valor
Tratamiento	2,72935E7	9,09784E6	4,22	0,0127(*)
Tiempo de maduración	2,05157E7	6,83858E6	3,17	0,0375(*)

(\*) Dado que los p-valores son inferiores a 0,05, estos factores tienen efecto estadísticamente significativo en el parámetro firmeza con un 95,0% de confianza.

## b) Test de rango múltiple, método de Tukey HSD 95%

Parámetro	Tratamiento		Día de maduración	
	Tratamiento		Día de maduración	
Firmeza instrumental	1	b	0	A
	2	b	7	B
	3	b	14	AB
	4	a	21	AB



## ANEXO 7

## Resultados de elasticidad instrumental, según metodología (pág. 23)

## 7.1 Resultados de los análisis de elasticidad instrumental

Días de maduración	Repetición	Tratamientos			
		T1	T2	T3	T4
0	1	0,818	0,803	0,841	0,773
	2	0,809	0,827	0,773	0,768
	3	0,833	0,787	0,812	0,794
<b>Promedio</b>		<b>0,820</b>	<b>0,806</b>	<b>0,809</b>	<b>0,778</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>0,012</b>	<b>0,020</b>	<b>0,034</b>	<b>0,014</b>
7	1	0,77	0,777	0,806	0,742
	2	***	0,84	0,746	0,795
	3	0,802	0,792	***	0,749
<b>Promedio</b>		<b>0,786</b>	<b>0,803</b>	<b>0,776</b>	<b>0,762</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>0,023</b>	<b>0,033</b>	<b>0,042</b>	<b>0,029</b>
14	1	0,777	0,834	0,654	0,779
	2	0,768	0,73	0,79	0,728
	3	0,802	0,788	0,748	0,765
<b>Promedio</b>		<b>0,782</b>	<b>0,784</b>	<b>0,731</b>	<b>0,757</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>0,018</b>	<b>0,052</b>	<b>0,070</b>	<b>0,026</b>
21	1	0,779	0,723	0,736	0,784
	2	0,685	0,782	0,575	0,756
	3	0,767	0,796	0,748	0,723
<b>Promedio</b>		<b>0,744</b>	<b>0,767</b>	<b>0,686</b>	<b>0,754</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>0,051</b>	<b>0,039</b>	<b>0,097</b>	<b>0,031</b>

\*\*\* Valores de muestras extraviadas

## 7.2 Análisis estadístico entre tratamientos

## a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Día de maduración	Prueba		P-valor
0	Cochran	0,610558	0,23626
	Bartlett	1,4064	0,520631
	levене	0,744761	0,554943
7	Cochran	0,352999	1,0
	Bartlett	1,13731	0,837025
	levене	0,162507	0,918621
14	Cochran	0,56585	0,327326
	Bartlett	1,6507	0,345101
	levене	0,808194	0,523954
21	Cochran	0,648845	0,173204
	Bartlett	1,4871	0,452727
	levене	0,300234	0,824517

El menor de los P-valores es mayor a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar son homogéneas entre tratamientos, con un 95% de confianza.

**(Continuación ANEXO 7)**

## b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Día de maduración	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
0	Entre grupos	0,00280967	0,000936556	1,96	0,1980
	Intra grupos	0,003814	0,00047675		
7	Entre grupos	0,00267825	0,00089275	1,16	0,3818
	Intra grupos	0,006136	0,000767		
14	Entre grupos	0,00567292	0,00189097	0,88	0,4899
	Intra grupos	0,01714	0,0021425		
21	Entre grupos	0,0114277	0,00380922	1,06	0,4185
	Intra grupos	0,028766	0,00359575		

Los P-valores son mayores a 0,05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre tratamientos con un 95% de confianza

**7.3 Análisis estadístico entre tiempos**

## a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Tratamiento	Prueba		P-valor
T1	Cochran	0,785829	0,0392957 (*)
	Bartlett	1,99141	0,206945
	levens	0,614056	0,624851
T2	Cochran	0,476046	0,575361
	Bartlett	1,2332	0,7084
	levens	0,355892	0,786466
T3	Cochran	0,574439	0,308281
	Bartlett	1,54771	0,408615
	levens	0,360787	0,783155
T4	Cochran	0,352356	1,0
	Bartlett	1,17011	0,791546
	levens	0,218016	0,881217

(\*) El menor de los P-valores para el T1 es inferior a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar no son homogéneas entre los tiempos, con un 95% de confianza

**(Continuación ANEXO 7)**

## b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Tratamiento	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
T2	Entre grupos	0,00293825	0,000979417	0,69	0,5850
	Intra grupos	0,0114107	0,00142633		
T3	Entre grupos	0,0256329	0,00854431	2,10	0,1781
	Intra grupos	0,032492	0,0040615		
T4	Entre grupos	0,00103	0,000343333	0,52	0,6809
	Intra grupos	0,005292	0,0006615		

Los P-valores son mayores a 0,05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre tiempos con un 95% de confianza

## c) Prueba de Kruskal-Wallis

Parámetro	Tratamiento	P-valor
Elasticidad instrumental	T1	0,0491288(*)

(\*) El P-valor es menor a 0,05, por lo tanto existen diferencias significativas entre las medianas de los tiempos para el T1, con un 95% de confianza

## d) Test de rango múltiple, método de Tukey HSD 95%

Parámetro	Tratamiento	Día de maduración	
Elasticidad instrumental	T1	0	A
		7	AB
		14	AB
		21	B

**7.4 Análisis estadístico combinado para el parámetro elasticidad instrumental**

## a) Análisis de varianza (ANDEVA)

Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
Tratamiento	0,0118578	0,00395261	2,26	0,0999
Tiempo de maduración	0,0276472	0,00921572	5,28	0,0045(*)

(\*) Dado que el p-valor es inferior a 0,05, este factor tiene efecto estadísticamente significativo en el parámetro elasticidad para un 95,0% de confianza.

**(Continuación ANEXO 7)**

b) Test de rango múltiple, método de Tukey HSD 95%

<b>Tratamiento</b>			<b>Día de maduración</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Tratamiento</b>		<b>Día de</b>	
<b>Elasticidad instrumental</b>	<b>1</b>	a	<b>0</b>	A
	<b>2</b>	a	<b>7</b>	AB
	<b>3</b>	a	<b>14</b>	AB
	<b>4</b>	a	<b>21</b>	B

## ANEXO 8

## Resultados de cohesividad instrumental, según metodología (pág. 23)

## 8.1 Resultados de los análisis de cohesividad instrumental

Días de maduración	Repetición	Tratamientos			
		T1	T2	T3	T4
0	1	0,628	0,648	0,651	0,606
	2	0,646	0,655	0,619	0,631
	3	0,647	0,634	0,642	0,628
<b>Promedio</b>		<b>0,640</b>	<b>0,646</b>	<b>0,637</b>	<b>0,622</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>0,011</b>	<b>0,011</b>	<b>0,017</b>	<b>0,014</b>
7	1	0,649	0,59	0,638	0,503
	2	0,684	0,672	0,63	0,62
	3	0,643	0,67	0,342	0,648
<b>Promedio</b>		<b>0,659</b>	<b>0,644</b>	<b>0,537</b>	<b>0,590</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>0,022</b>	<b>0,047</b>	<b>0,169</b>	<b>0,077</b>
14	1	0,613	0,614	0,645	0,532
	2	0,654	0,569	0,628	0,628
	3	0,634	0,636	0,635	0,814
<b>Promedio</b>		<b>0,634</b>	<b>0,606</b>	<b>0,636</b>	<b>0,658</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>0,021</b>	<b>0,034</b>	<b>0,009</b>	<b>0,143</b>
21	1	0,618	0,571	0,764	0,536
	2	0,312	0,705	0,641	0,628
	3	0,623	0,634	0,609	0,615
<b>Promedio</b>		<b>0,518</b>	<b>0,637</b>	<b>0,671</b>	<b>0,593</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>0,178</b>	<b>0,067</b>	<b>0,082</b>	<b>0,050</b>

## 8.2 Análisis estadístico entre tratamientos

## a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Día de maduración	Prueba	P-valor
0	Cochran	0,396217
	Bartlett	1,07071
	levene	0,102544
7	Cochran	0,767912
	Bartlett	2,52579
	levene	0,504348
14	Cochran	0,925293
	Bartlett	5,99694
	levene	2,12431
21	Cochran	0,698906
	Bartlett	1,62717
	levene	0,3203

(\*) El menor de los P-valores para el día 14 de maduración es inferior a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar no son homogéneas entre tratamientos, con un 95% de confianza

**(Continuación ANEXO 8)**

## b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Día de maduración	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
0	Entre grupos	0,000957583	0,000319194	1,86	0,2151
	Intra grupos	0,00137467	0,000171833		
7	Entre grupos	0,0277869	0,00926231	1,00	0,4409
	Intra grupos	0,074064	0,009258		
21	Entre grupos	0,0395207	0,0131736	1,16	0,3829
	Intra grupos	0,0908	0,01135		

Los P-valores son mayores a 0,05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre tratamientos con un 95% de confianza

## c) Prueba de Kruskal-Wallis

Parámetro	Día de maduración	P-valor
Cohesividad instrumental	14	0,797288

El P-valor es mayor a 0,05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre las medianas de los tratamientos para el día 14, con un 95% de confianza

**8.3 Análisis estadístico entre tiempos**

## a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Tratamiento	Prueba		P-valor
T1	Cochran	0,968707	0,000122571(*)
	Bartlett	8,80621	0,00240487(*)
	levene	0,823597	0,516709
T2	Cochran	0,564402	0,330612
	Bartlett	1,86033	0,249844
	levene	0,696928	0,579567
T3	Cochran	0,801526	0,0312732 (*)
	Bartlett	6,35878	0,00658231 (*)
	levene	0,720234	0,567433
T4	Cochran	0,705479	0,102191
	Bartlett	2,66076	0,0904892
	levene	1,1065	0,401478

(\*) El menor de los P-valores para el T1 y T3 es inferior a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar no son homogéneas entre tiempos, con un 95% de confianza

**(Continuación ANEXO 8)**

## b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Tratamiento	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
T2	Entre grupos	0,00301767	0,00100589	0,51	0,6893
	Intra grupos	0,015926	0,00199075		
T4	Entre grupos	0,00895092	0,00298364	0,41	0,7506
	Intra grupos	0,0582753	0,00728442		

Los P-valores son mayores a 0,05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre tiempos con un 95% de confianza

## c) Prueba de Kruskal-Wallis

Parámetro	Tratamiento	P-valor
Cohesividad instrumental	T1	0,118015
	T3	0,667554

El P-valor es mayor a 0,05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre las medianas de los tiempos

**8.4 Análisis estadístico combinado para el parámetro cohesividad instrumental**

## a) Análisis de varianza (ANDEVA)

Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
Tratamiento	0,00294842	0,000982806	0,15	0,9294
Tiempo de maduración	0,0100671	0,00335569	0,51	0,6784

Dado que ningún P-valor es inferior a 0.05, ninguno de los factores tiene efecto estadísticamente significativo en cohesividad para un nivel de confianza del 95.0%.

## ANEXO 9

### Resultados de adhesividad instrumental (g s), según metodología (pág. 23)

#### 9.1 Resultados de los análisis de adhesividad instrumental

Días de maduración	Repetición	Tratamientos			
		T1	T2	T3	T4
0	1	-161,875	-233,954	-95,906	-282,937
	2	-227,61	-212,363	-408,593	-434,392
	3	-319,787	-391,176	-355,43	-465,62
<b>Promedio</b>		<b>-236,424</b>	<b>-279,164</b>	<b>-286,643</b>	<b>-394,316</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>79,324</b>	<b>97,604</b>	<b>167,308</b>	<b>97,713</b>
7	1	-354,586	-259,515	-537,303	-273,5
	2	-174,358	-262,957	-607,286	-381,316
	3	-695,346	-349,759	-576,559	-385,117
<b>Promedio</b>		<b>-408,097</b>	<b>-290,744</b>	<b>-573,716</b>	<b>-346,644</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>264,584</b>	<b>51,138</b>	<b>35,078</b>	<b>63,373</b>
14	1	-374,839	-170,918	-601,246	-239,224
	2	-608,432	-348,44	-715,996	-627,575
	3	-446,834	-550,976	-602,002	-426,929
<b>Promedio</b>		<b>-476,702</b>	<b>-356,778</b>	<b>-639,748</b>	<b>-431,243</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>119,626</b>	<b>190,166</b>	<b>66,034</b>	<b>194,211</b>
21	1	-702,258	-285,707	-676,576	-505,351
	2	-542,471	-312,394	-633,563	-470,619
	3	-448,467	-454,801	-626,629	-690,735
<b>Promedio</b>		<b>-564,399</b>	<b>-350,967</b>	<b>-645,589</b>	<b>-555,568</b>
<b>Desviación estándar</b>		<b>128,309</b>	<b>90,907</b>	<b>27,058</b>	<b>118,339</b>

#### 9.2 Análisis estadístico entre tratamientos

##### a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Día de maduración	Prueba	P-valor
0	Cochran	0,524601
	Bartlett	1,1857
	levene	0,191596
7	Cochran	0,899036
	Bartlett	3,5495
	levene	1,74281
14	Cochran	0,407533
	Bartlett	1,35465
	levene	0,638239
21	Cochran	0,417173
	Bartlett	1,61434
	levene	0,473766

(\*) El menor de los P-valores para el día 7 de maduración es inferior a 0.05, por lo tanto las desviaciones estándar no son homogéneas entre tratamientos, con un 95% de confianza



**(Continuación ANEXO 9)**

## b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Día de maduración	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
0	Entre grupos	40641,1	13547,0	1,02	0,4350
	Intra grupos	106717,0	13339,7		
14	Entre grupos	129093,0	43030,9	1,86	0,2147
	Intra grupos	185104,0	23138,0		
21	Entre grupos	141743,0	47247,6	4,79	0,0340(*)
	Intra grupos	78926,9	9865,86		

(\*) El P-valor es menor a 0,05, por lo tanto existen diferencias significativas entre tratamientos para el día 21, con un 95% de confianza

## c) Prueba de Kruskal-Wallis

Parámetro	Día de maduración	P-valor
Adhesividad instrumental	7	0,160869

El P-valor es mayor a 0,05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre las medianas de los tratamientos, con un 95% de confianza

## d) Test de rango múltiple, método de Tukey HSD 95%

Parámetro	Día de maduración	Tratamiento	
Adhesividad instrumental	21	1	ab
		2	b
		3	a
		4	ab

**(Continuación ANEXO 9)****9.3 Análisis estadístico entre tiempos**

## a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Tratamiento	Prueba		P-valor
T1	Cochran	0,653818	0,165948
	Bartlett	1,49137	0,449437
	levene	0,755002	0,549813
T2	Cochran	0,639277	0,187751
	Bartlett	1,52247	0,426322
	levene	0,737246	0,558739
T3	Cochran	0,815735	0,0250259(*)
	Bartlett	2,64921	0,091642
	levene	0,802373	0,52672
T4	Cochran	0,577735	0,301174
	Bartlett	1,36814	0,556928
	levene	0,566207	0,652522

(\*) El menor de los P-valores para el T3 es inferior a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar no son homogéneas entre tiempos, con un 95% de confianza

## b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Tratamiento	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
T1	Entre grupos	173700,0	57900,0	2,16	0,1704
	Intra grupos	214141,0	26767,6		
T2	Entre grupos	14501,1	4833,71	0,34	0,7960
	Intra grupos	113138,0	14142,2		
T4	Entre grupos	71926,0	23975,3	1,47	0,2944
	Intra grupos	130572,0	1632,5		

Los P-valores son mayores a 0,05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre tiempos con un 95% de confianza

## c) Prueba de Kruskal-Wallis

Parámetro	Tratamiento	P-valor
Adhesividad instrumental	T3	0,0378106(*)

(\*) El P-valor es menor a 0.05, por lo tanto existen diferencias significativas entre las medianas de los tiempos

**(Continuación ANEXO 9)**

d) Test de rangos múltiple, método de Tuckey HSD 95%

Tratamiento	Días de maduración	
T3	0	A
	7	B
	14	B
	21	B

**9.4 Análisis estadístico combinado para el parámetro adhesividad instrumental**

a) Análisis de varianza (ANDEVA)

Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
Tratamiento	283247,0	94415,6	5,74	0,0029(*)
Tiempo de maduración	356217,0	118739,0	7,22	0,0008 (*)

(\*) Dado que los p-valores son inferiores a 0,05, estos factores tienen efecto estadísticamente significativo en el parámetro adhesividad con un 95,0% de confianza

b) Test de rango múltiple, método de Tukey HSD 95%

Parámetro	Tratamiento		Día de maduración	
	Tratamiento		Día de maduración	
Adhesividad instrumental	1	ab	0	A
	2	a	7	AB
	3	b	14	B
	4	ab	21	B

**ANEXO 10**  
**ENCUESTA PARA LOS CANDIDATOS A PANELISTAS**

Por favor conteste las siguientes preguntas:

**1. Datos personales**

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_

Teléfono particular: \_\_\_\_\_ Celular: \_\_\_\_\_

Correo electrónico frecuente: \_\_\_\_\_

**2. Preguntas frecuentes (marcar con una X)**

	SI	NO	Observaciones
Posee algún conocimiento en análisis sensorial			
Ha formado parte de un panel sensorial			
Posee alguna alergia de tipo alimentario (si la respuesta es si responder cual en observaciones)			
Tiene alguna restricción en el régimen alimentario			
Le gusta consumir queso			
Ha consumido queso Gauda			
Le gustaría formar parte y colaborara en las evaluaciones sensoriales de esta investigación			
Podría dedicar tiempo (20-30 min.) en la evaluación de esta investigación. Si la respuesta es si marcar la disponibilidad de horario en el punto 3			

**3. Disponibilidad de horario (marcar con una X)**

<b>Lunes</b>	<b>10:00-11:30</b>	<b>11:30-13:00</b>	<b>16:00-17:30</b>	<b>17:30-19:00</b>
<b>Martes</b>	<b>10:00-11:30</b>	<b>11:30-13:00</b>	<b>16:00-17:30</b>	<b>17:30-19:00</b>
<b>Miércoles</b>	<b>10:00-11:30</b>	<b>11:30-13:00</b>	<b>16:00-17:30</b>	<b>17:30-19:00</b>
<b>Jueves</b>	<b>10:00-11:30</b>	<b>11:30-13:00</b>	<b>16:00-17:30</b>	<b>17:30-19:00</b>
<b>Viernes</b>	<b>10:00-11:30</b>	<b>11:30-13:00</b>	<b>16:00-17:30</b>	<b>17:30-19:00</b>

FUENTE: Adaptado de FORTIN y DESPLANCKE (2001).

## ANEXO 11

### PRODUCTOS UTILIZADOS PARA LA PRUEBA DE SELECCIÓN DE PANELISTAS

#### 11.1 Productos y concentraciones utilizadas para la prueba de reconocimiento de gustos básicos.

Sabores básicos	Compuestos utilizados (disueltos en agua)	Concentraciones			
Dulce	Sacarosa	2%	1,5%	1%	0.5%
Salado	Cloruro de Sodio (NaCl)	0,2%	0,15%	0,1%	0,05%
Ácido	Ácido cítrico	0,07%	0,05%	0,03%	0,01%
Amargo	Cafeína	0,07%	0,05%	0,03%	0,01%

FUENTE: WITTIG DE PENNA (1981) y ANZALDUA-MORALES (1994).

#### 11.2 Productos utilizados para la prueba de reconocimiento de olores

- Margarina
- Ajo
- Agua
- Vainilla
- Cacao
- Vinagre
- Menta
- Leche
- Anís
- Ron

FUENTE: ANZALDUA-MORALES (1994) y FORTIN y DESPLANCKE (2001).

#### 11.3 Productos utilizados en la prueba de textura

- Malvavisco
- Gomita
- Chicloso suave
- Chicloso duro
- Caramelo duro

FUENTE: ANZALDUA-MORALES (1994).

## ANEXO 12

## RESULTADOS ETAPA DE SELECCIÓN DE PANELISTAS

## 12.1 Resultados sesión 1 y 2 reconocimiento de gustos básicos

Panelistas	Salado	Ácido	Amargo	Dulce	Total
1	4	4	2	4	14
2	4	4	0	4	12
3	4	4	2	4	14
4	4	4	1	4	13
5	0	2	2	4	8
6	4	4	2	4	14
7	2	0	2	1	5
8	4	4	2	4	14
9	4	4	2	4	14
10	0	1	0	2	3
11	4	4	2	4	14
12	4	2	2	4	12
13	4	4	2	4	14
14	4	2	2	4	12
15	2	0	2	4	8

## 12.2 Resultado de la sesión de reconocimiento de olores

Olor	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
Margarina	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Ajo	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Agua	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vainilla	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Cacao	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vinagre	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Menta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Leche	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Anís	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
Ron	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>

## ANEXO 13

Calificaciones otorgadas por los panelistas para queso Gauda durante la etapa de entrenamiento.

Queso	Firmeza	Elasticidad	Cohesividad	Adhesividad
1	3	4	4	3
1	5	2	6	1
1	5	6	5	5
1	5	5	4	3
1	5	3	5	5
1	3	5	4	4
1	4	5	3	5
1	3	6	5	4
1	3	4	5	4
1	5	6	5	3
2	2	2	4	5
2	5	5	5	5
2	5	4	3	3
2	2	3	4	5
2	3	3	6	5
2	4	6	4	4
2	3	6	3	5
2	3	5	6	3
2	3	4	4	5
2	4	4	6	4
3	5	5	5	4
3	5	4	4	4
3	6	6	6	6
3	4	5	4	3
3	5	5	4	3
3	6	4	5	3
3	5	3	5	2
3	5	2	5	3
3	4	5	5	4
3	5	6	5	2
4	3	3	5	5
4	4	6	6	5
4	3	4	3	3
4	5	4	4	3
4	3	3	4	6
4	2	4	5	4
4	4	3	3	5
4	4	4	6	3
4	3	5	3	3
4	4	5	4	3
5	5	5	3	2
5	5	5	4	4
5	6	6	6	5
5	5	5	3	3

**(Continuación ANEXO 13)**

5	6	5	3	4
5	5	3	3	3
5	5	5	4	3
5	6	3	3	2
5	4	4	4	4
5	6	7	5	2
6	4	4	5	3
6	6	4	5	4
6	6	6	6	5
6	5	5	5	3
6	4	6	3	4
6	6	3	5	3
6	6	4	5	4
6	6	3	3	2
6	5	5	5	5
6	5	6	5	3
<b>Medianas</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>



## ANEXO 14

Calificaciones otorgadas en la evaluación de queso Gauda para los atributos de textura.

## 14.1 Evaluación del tratamiento 1 al día 15 de maduración

Juez	Tratamiento	Día de maduración	Repetición	Perfil de textura			
				F	E	C	A
1	T1	15	1	4	6	5	5
2	T1	15	1	4	4	6	5
3	T1	15	1	5	5	6	5
4	T1	15	1	4	3	4	4
5	T1	15	1	3	4	5	6
6	T1	15	1	5	3	5	5
7	T1	15	1	5	3	4	5
8	T1	15	1	5	5	6	3
9	T1	15	1	5	5	6	4
10	T1	15	1	6	6	6	2
<b>Promedio</b>				<b>4,6</b>	<b>4,4</b>	<b>5,3</b>	<b>4,4</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,84</b>	<b>1,17</b>	<b>0,82</b>	<b>1,17</b>
1	T1	15	2	6	3	3	2
2	T1	15	2	5	5	6	2
3	T1	15	2	6	6	6	5
4	T1	15	2	5	5	4	4
5	T1	15	2	6	5	5	4
6	T1	15	2	6	4	5	3
7	T1	15	2	5	5	5	4
8	T1	15	2	5	5	5	3
9	T1	15	2	6	5	5	5
10	T1	15	2	5	5	5	2
<b>Promedio</b>				<b>5,5</b>	<b>4,8</b>	<b>4,9</b>	<b>3,4</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,53</b>	<b>0,79</b>	<b>0,88</b>	<b>1,17</b>
1	T1	15	3	5	4	6	4
2	T1	15	3	6	5	3	2
3	T1	15	3	5	5	6	5
4	T1	15	3	3	4	5	5
5	T1	15	3	5	5	5	4
6	T1	15	3	4	4	5	5
7	T1	15	3	4	4	4	5
8	T1	15	3	4	5	4	4
9	T1	15	3	4	5	5	4
10	T1	15	3	6	6	5	5
<b>Promedio</b>				<b>4,6</b>	<b>4,7</b>	<b>4,8</b>	<b>4,3</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,97</b>	<b>0,67</b>	<b>0,92</b>	<b>0,95</b>
<b>PROMEDIO T1 (15)</b>				<b>4,90</b>	<b>4,63</b>	<b>5,00</b>	<b>4,03</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR T1</b>				<b>0,78</b>	<b>0,88</b>	<b>0,87</b>	<b>1,10</b>

(Continuación ANEXO 14)

## 14.2 Evaluación del tratamiento 1 al día 21 de maduración

Juez	Tratamiento	Día de maduración	Repetición	Perfil de textura			
				F	E	C	A
1	T1	21	1	5	6	6	5
2	T1	21	1	6	3	4	2
3	T1	21	1	5	6	7	6
4	T1	21	1	4	5	4	4
5	T1	21	1	5	4	4	5
6	T1	21	1	4	2	6	4
7	T1	21	1	4	4	6	5
8	T1	21	1	5	6	4	4
9	T1	21	1	6	5	5	5
10	T1	21	1	6	4	5	4
<b>Promedio</b>				<b>5</b>	<b>4,5</b>	<b>5,1</b>	<b>4,4</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,82</b>	<b>1,35</b>	<b>1,10</b>	<b>1,07</b>
1	T1	21	2	6	5	4	3
2	T1	21	2	5	4	5	4
3	T1	21	2	6	6	6	6
4	T1	21	2	3	5	4	4
5	T1	21	2	5	5	5	4
6	T1	21	2	5	5	5	5
7	T1	21	2	5	5	4	5
8	T1	21	2	4	5	3	3
9	T1	21	2	5	5	5	5
10	T1	21	2	5	5	5	5
<b>Promedio</b>				<b>4,90</b>	<b>5,00</b>	<b>4,60</b>	<b>4,40</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,88</b>	<b>0,47</b>	<b>0,84</b>	<b>0,97</b>
1	T1	21	3	3	6	5	5
2	T1	21	3	5	6	5	4
3	T1	21	3	4	5	5	4
4	T1	21	3	4	4	4	4
5	T1	21	3	4	5	5	4
6	T1	21	3	4	6	6	5
7	T1	21	3	4	5	5	4
8	T1	21	3	4	6	5	4
9	T1	21	3	4	4	4	5
10	T1	21	3	5	4	5	4
<b>Promedio</b>				<b>4,10</b>	<b>5,10</b>	<b>4,90</b>	<b>4,30</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,57</b>	<b>0,88</b>	<b>0,57</b>	<b>0,48</b>
<b>PROMEDIO T1 (21)</b>				<b>4,67</b>	<b>4,87</b>	<b>4,87</b>	<b>4,37</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR T1</b>				<b>0,75</b>	<b>0,90</b>	<b>0,84</b>	<b>0,84</b>

(Continuación ANEXO 14)

## 14.3 Evaluación del tratamiento 2 al día 15 de maduración

Juez	Tratamiento	Día de maduración	Repetición	Perfil de textura			
				F	E	C	A
1	T2	15	1	5	2	4	4
2	T2	15	1	5	4	6	4
3	T2	15	1	4	5	5	4
4	T2	15	1	4	2	4	4
5	T2	15	1	5	5	6	6
6	T2	15	1	4	4	4	4
7	T2	15	1	6	3	5	4
8	T2	15	1	3	4	6	5
9	T2	15	1	5	5	5	4
10	T2	15	1	5	4	4	2
<b>Promedio</b>				<b>4,60</b>	<b>3,80</b>	<b>4,90</b>	<b>4,10</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,84</b>	<b>1,14</b>	<b>0,88</b>	<b>0,99</b>
1	T2	15	2	6	1	2	2
2	T2	15	2	6	2	4	2
3	T2	15	2	7	7	7	6
4	T2	15	2	4	4	4	4
5	T2	15	2	5	5	5	4
6	T2	15	2	7	1	4	5
7	T2	15	2	5	5	4	4
8	T2	15	2	6	5	3	3
9	T2	15	2	6	4	5	5
10	T2	15	2	4	4	6	4
<b>Promedio</b>				<b>5,60</b>	<b>3,80</b>	<b>4,40</b>	<b>3,90</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>1,07</b>	<b>1,93</b>	<b>1,43</b>	<b>1,29</b>
1	T2	15	3	6	5	3	3
2	T2	15	3	4	4	5	5
3	T2	15	3	5	5	4	5
4	T2	15	3	5	5	4	4
5	T2	15	3	5	5	4	4
6	T2	15	3	5	5	5	4
7	T2	15	3	5	5	5	4
8	T2	15	3	5	6	3	3
9	T2	15	3	5	5	6	5
10	T2	15	3	6	6	6	4
<b>Promedio</b>				<b>5,10</b>	<b>5,10</b>	<b>4,50</b>	<b>4,10</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,57</b>	<b>0,57</b>	<b>1,08</b>	<b>0,74</b>
<b>PROMEDIO T2 (15)</b>				<b>5,10</b>	<b>4,23</b>	<b>4,60</b>	<b>4,03</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR T2</b>				<b>0,83</b>	<b>1,21</b>	<b>1,13</b>	<b>1,01</b>

(Continuación ANEXO 14)

## 14.4 Evaluación del tratamiento 2 al día 21 de maduración

Juez	Tratamiento	Día de maduración	Repetición	Perfil de textura			
				F	E	C	A
1	T2	21	1	5	5	5	4
2	T2	21	1	6	5	5	4
3	T2	21	1	6	5	6	6
4	T2	21	1	3	5	5	5
5	T2	21	1	4	5	4	5
6	T2	21	1	5	4	6	6
7	T2	21	1	5	4	5	5
8	T2	21	1	6	4	3	5
9	T2	21	1	5	6	5	6
10	T2	21	1	5	5	5	5
<b>Promedio</b>				<b>5,00</b>	<b>4,80</b>	<b>4,90</b>	<b>5,10</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,94</b>	<b>0,63</b>	<b>0,88</b>	<b>0,74</b>
1	T2	21	2	6	2	3	3
2	T2	21	2	6	2	5	5
3	T2	21	2	6	6	6	5
4	T2	21	2	5	4	4	4
5	T2	21	2	6	5	5	4
6	T2	21	2	5	5	5	5
7	T2	21	2	6	6	4	4
8	T2	21	2	5	4	3	3
9	T2	21	2	5	4	5	5
10	T2	21	2	4	4	4	5
<b>Promedio</b>				<b>5,40</b>	<b>4,20</b>	<b>4,40</b>	<b>4,30</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,70</b>	<b>1,40</b>	<b>0,97</b>	<b>0,82</b>
1	T2	21	3	4	4	4	3
2	T2	21	3	5	2	5	4
3	T2	21	3	5	6	6	3
4	T2	21	3	6	5	4	3
5	T2	21	3	5	5	5	4
6	T2	21	3	6	7	4	4
7	T2	21	3	5	5	6	5
8	T2	21	3	5	6	4	3
9	T2	21	3	5	5	6	4
10	T2	21	3	6	5	6	4
<b>Promedio</b>				<b>5,20</b>	<b>5,00</b>	<b>5,00</b>	<b>3,70</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,63</b>	<b>1,33</b>	<b>0,94</b>	<b>0,67</b>
<b>PROMEDIO T2 (21)</b>				<b>5,20</b>	<b>4,67</b>	<b>4,77</b>	<b>4,37</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR T2</b>				<b>0,76</b>	<b>1,12</b>	<b>0,93</b>	<b>0,75</b>

(Continuación ANEXO 14)

## 14.5 Evaluación del tratamiento 3 al día 15 de maduración

Juez	Tratamiento	Día de maduración	Repetición	Perfil de textura			
				F	E	C	A
1	T3	15	1	7	4	1	1
2	T3	15	1	7	6	3	1
3	T3	15	1	6	6	6	6
4	T3	15	1	7	6	3	2
5	T3	15	1	6	7	2	2
6	T3	15	1	7	6	3	2
7	T3	15	1	7	6	6	3
8	T3	15	1	6	3	3	2
9	T3	15	1	6	4	5	3
10	T3	15	1	6	6	6	2
<b>Promedio</b>				<b>6,50</b>	<b>5,40</b>	<b>3,80</b>	<b>2,40</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,53</b>	<b>1,26</b>	<b>1,81</b>	<b>1,43</b>
1	T3	15	2	6	6	3	2
2	T3	15	2	5	6	5	4
3	T3	15	2	6	6	6	6
4	T3	15	2	3	6	5	4
5	T3	15	2	5	4	6	5
6	T3	15	2	5	5	5	4
7	T3	15	2	4	4	5	5
8	T3	15	2	4	6	5	4
9	T3	15	2	5	6	6	6
10	T3	15	2	5	6	5	5
<b>Promedio</b>				<b>4,80</b>	<b>5,50</b>	<b>5,10</b>	<b>4,50</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,92</b>	<b>0,85</b>	<b>0,88</b>	<b>1,18</b>
1	T3	15	3	5	3	6	5
2	T3	15	3	5	4	4	4
3	T3	15	3	5	5	5	5
4	T3	15	3	5	5	5	4
5	T3	15	3	5	5	6	4
6	T3	15	3	6	6	5	5
7	T3	15	3	6	6	4	5
8	T3	15	3	5	6	4	3
9	T3	15	3	6	4	5	6
10	T3	15	3	6	5	6	5
<b>Promedio</b>				<b>5,40</b>	<b>4,90</b>	<b>5,00</b>	<b>4,60</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,52</b>	<b>0,99</b>	<b>0,82</b>	<b>0,84</b>
<b>PROMEDIO T3 (15)</b>				<b>5,57</b>	<b>5,27</b>	<b>4,63</b>	<b>3,83</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR T3</b>				<b>0,65</b>	<b>1,04</b>	<b>1,17</b>	<b>1,15</b>

(Continuación ANEXO 14)

## 14.6 Evaluación del tratamiento 3 al día 21 de maduración

Juez	Tratamiento	Día de maduración	Repetición	Perfil de textura			
				F	E	C	A
1	T3	21	1	7	2	1	1
2	T3	21	1	6	3	4	3
3	T3	21	1	7	6	6	6
4	T3	21	1	5	6	4	4
5	T3	21	1	6	6	5	4
6	T3	21	1	6	6	4	4
7	T3	21	1	6	5	5	4
8	T3	21	1	4	5	5	4
9	T3	21	1	6	4	4	5
10	T3	21	1	5	4	6	3
<b>Promedio</b>				<b>5,80</b>	<b>4,70</b>	<b>4,40</b>	<b>3,80</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,92</b>	<b>1,42</b>	<b>1,43</b>	<b>1,32</b>
1	T3	21	2	5	2	5	5
2	T3	21	2	5	4	4	4
3	T3	21	2	4	5	5	5
4	T3	21	2	5	5	5	4
5	T3	21	2	5	5	5	4
6	T3	21	2	4	4	4	5
7	T3	21	2	5	5	5	5
8	T3	21	2	4	4	4	4
9	T3	21	2	5	5	5	5
10	T3	21	2	5	6	5	5
<b>Promedio</b>				<b>4,70</b>	<b>4,50</b>	<b>4,70</b>	<b>4,60</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,48</b>	<b>1,08</b>	<b>0,48</b>	<b>0,52</b>
1	T3	21	3	6	4	4	3
2	T3	21	3	6	5	4	3
3	T3	21	3	4	5	5	4
4	T3	21	3	5	4	5	3
5	T3	21	3	5	5	5	4
6	T3	21	3	3	4	5	4
7	T3	21	3	4	5	5	4
8	T3	21	3	4	5	4	3
9	T3	21	3	5	5	5	4
10	T3	21	3	5	6	5	5
<b>Promedio</b>				<b>4,70</b>	<b>4,80</b>	<b>4,70</b>	<b>3,70</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,95</b>	<b>0,63</b>	<b>0,48</b>	<b>0,67</b>
<b>PROMEDIO T3 (21)</b>				<b>5,07</b>	<b>4,67</b>	<b>4,60</b>	<b>4,03</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR T3</b>				<b>0,78</b>	<b>1,04</b>	<b>0,80</b>	<b>0,84</b>

(Continuación ANEXO 14)

## 14.7 Evaluación del tratamiento 4 al día 15 de maduración

Juez	Tratamiento	Día de maduración	Repetición	Perfil de textura			
				F	E	C	A
1	T4	15	1	5	6	3	3
2	T4	15	1	5	5	6	4
3	T4	15	1	4	5	5	4
4	T4	15	1	3	3	5	3
5	T4	15	1	3	3	4	5
6	T4	15	1	6	2	6	6
7	T4	15	1	4	4	5	4
8	T4	15	1	5	5	6	5
9	T4	15	1	4	5	5	4
10	T4	15	1	6	6	6	2
<b>Promedio</b>				<b>4,50</b>	<b>4,40</b>	<b>5,10</b>	<b>4,00</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>1,08</b>	<b>1,35</b>	<b>0,99</b>	<b>1,15</b>
1	T4	15	2	4	2	5	4
2	T4	15	2	5	4	6	5
3	T4	15	2	5	6	5	6
4	T4	15	2	4	4	4	4
5	T4	15	2	4	4	5	5
6	T4	15	2	4	5	6	6
7	T4	15	2	4	4	5	5
8	T4	15	2	4	6	6	3
9	T4	15	2	5	5	6	6
10	T4	15	2	5	4	5	4
<b>Promedio</b>				<b>4,40</b>	<b>4,40</b>	<b>5,30</b>	<b>4,80</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,52</b>	<b>1,17</b>	<b>0,67</b>	<b>1,03</b>
1	T4	15	3	4	6	6	5
2	T4	15	3	5	5	5	5
3	T4	15	3	4	4	3	3
4	T4	15	3	4	4	5	4
5	T4	15	3	4	5	5	4
6	T4	15	3	4	5	5	4
7	T4	15	3	5	5	5	4
8	T4	15	3	4	5	5	4
9	T4	15	3	4	5	5	4
10	T4	15	3	5	6	5	4
<b>Promedio</b>				<b>4,30</b>	<b>5,00</b>	<b>4,90</b>	<b>4,10</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,48</b>	<b>0,67</b>	<b>0,74</b>	<b>0,57</b>
<b>PROMEDIO T4 (15)</b>				<b>4,40</b>	<b>4,60</b>	<b>5,10</b>	<b>4,30</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR T4</b>				<b>0,69</b>	<b>1,06</b>	<b>0,80</b>	<b>0,92</b>

(Continuación ANEXO 14)

## 14.8 Evaluación del tratamiento 4 al día 21 de maduración

Juez	Tratamiento	Día de maduración	Repetición	Perfil de textura			
				F	E	C	A
1	T4	21	1	4	1	5	4
2	T4	21	1	5	2	6	5
3	T4	21	1	6	7	5	4
4	T4	21	1	4	5	5	4
5	T4	21	1	5	5	4	6
6	T4	21	1	6	3	4	5
7	T4	21	1	4	6	4	3
8	T4	21	1	7	2	6	5
9	T4	21	1	5	5	5	6
10	T4	21	1	6	6	6	3
<b>Promedio</b>				<b>5,20</b>	<b>4,20</b>	<b>5,00</b>	<b>4,50</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>1,03</b>	<b>2,04</b>	<b>0,82</b>	<b>1,08</b>
1	T4	21	2	4	5	6	5
2	T4	21	2	5	5	5	4
3	T4	21	2	5	6	6	4
4	T4	21	2	5	5	6	5
5	T4	21	2	5	6	6	5
6	T4	21	2	5	5	5	4
7	T4	21	2	5	6	5	4
8	T4	21	2	4	5	4	4
9	T4	21	2	5	5	5	5
10	T4	21	2	5	5	5	5
<b>Promedio</b>				<b>4,80</b>	<b>5,30</b>	<b>5,30</b>	<b>4,50</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,42</b>	<b>0,48</b>	<b>0,67</b>	<b>0,53</b>
1	T4	21	3	5	5	5	4
2	T4	21	3	4	3	6	6
3	T4	21	3	4	5	5	4
4	T4	21	3	4	4	6	4
5	T4	21	3	5	5	5	5
6	T4	21	3	5	5	6	6
7	T4	21	3	5	6	4	4
8	T4	21	3	4	6	4	3
9	T4	21	3	5	4	4	5
10	T4	21	3	6	5	5	5
<b>Promedio</b>				<b>4,70</b>	<b>4,80</b>	<b>5,00</b>	<b>4,60</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0,67</b>	<b>0,92</b>	<b>0,82</b>	<b>0,97</b>
<b>PROMEDIO T4 (21)</b>				<b>4,90</b>	<b>4,77</b>	<b>5,10</b>	<b>4,53</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR T4</b>				<b>0,71</b>	<b>1,15</b>	<b>0,77</b>	<b>0,86</b>



## ANEXO 15

## Test de concordancia de Kendall para panelistas de evaluación sensorial

Atributo	Tiempo evaluado	W de Kendall	Valor crítico
Firmeza	15	0,648	0,000*
	21	0,855	0,000*
Elasticidad	15	0,545	0,004*
	21	0,456	0,003*
Adhesividad	15	0,485	0,002*
	21	0,546	0,002*
Cohesividad	15	0,451	0,000*
	21	0,687	0,000*

(\*) Como el valor del nivel crítico es menor que 0,05, es posible rechazar la hipótesis de concordancia nula y concluir que entre las puntuaciones de los panelistas existe asociación significativa.

## ANEXO 16

## Análisis estadísticos de firmeza sensorial.

## 16.1 Análisis estadísticos entre tratamientos

## a) Análisis descriptivos

Día de maduración	Tratamiento	Frecuencia	Media	Varianza	D. E
15	1	3	4,9	0,27	0,519615
	2	3	5,1	0,25	0,5
	3	3	5,6	0,743333	0,862168
	4	3	4,4	0,01	0,1
21	1	3	4,7	0,243333	0,493288
	2	3	5,2	0,04	0,2
	3	3	5,1	0,403333	0,635085
	4	3	4,9	0,07	0,264575

## b) Prueba de homogeneidad de varianzas

Día de maduración	Prueba		P-valor
15	Cochran	0,58377	0,288444
	Bartlett	2,12696	0,172043
	levene	0,760943	0,546859
21	Cochran	0,53304	0,407287
	Bartlett	1,46923	0,466815
	levene	0,223932	0,877159

El menor de los p-valores es mayor a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar son homogéneas entre tratamientos, con un 95% de confianza.

## c) Análisis de varianza (ANDEVA)

Día de maduración	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coficiente F	P-valor
15	Entre grupos	2,1025	0,700833	2,20	0,1656
	Intra grupos	2,54667	0,318333		
21	Entre grupos	0,475833	0,158611	0,84	0,5098
	Intra grupos	1,51333	0,189167		

El P-valor es mayor a 0.05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre tratamientos con un 95% de confianza

**(Continuación ANEXO 16)****16.2 Análisis estadísticos entre tiempos**

## a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Tratamiento	Prueba		P-valor
T1	Cochran	0,525974	0,948052
	Bartlett	1,00135	0,947574
	levene	0,0	1,0
T2	Cochran	0,862069	0,275862
	Bartlett	1,45	0,275528
	levene	1,24138	0,327635
T3	Cochran	0,648256	0,703488
	Bartlett	1,04709	0,701184
	levene	0,169811	0,701406
T4	Cochran	0,875	0,25
	Bartlett	1,51186	0,250108
	levene	0,642857	0,467605

El menor de los p-valores es mayor a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar son homogéneas entre tiempos, con un 95% de confianza.

## b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Tratamiento	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
T1	Entre grupos	0,0816667	0,0816667	0,32	0,6028
	Intra grupos	1,02667	0,256667		
T2	Entre grupos	0,015	0,015	0,10	0,7638
	Intra grupos	0,58	0,145		
T3	Entre grupos	0,375	0,375	0,65	0,4640
	Intra grupos	2,29333	0,573333		
T4	Entre grupos	0,375	0,375	9,37	0,0376(*)
	Intra grupos	0,16	0,04		

(\*)El p-valor del T4 es menor a 0,05, por lo tanto existen diferencias estadísticas significativas entre los tiempos, con un 95% de confianza.

## c) Test de rangos múltiple, método de Tuckey HSD 95%

Tratamiento	Días de maduración	
T4	15	A
	21	B

**(Continuación ANEXO 16)****16.3 Análisis estadístico combinado para el parámetro firmeza sensorial**

## a) Análisis de varianza (ANDEVA)

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>Coficiente F</b>	<b>P-valor</b>
Tratamiento	1,73833	0,579444	2,28	0,1181
Tiempo de maduración	0,00666667	0,00666667	0,03	0,8733

Dado que ningún P-valor es inferior a 0.05, ninguno de los factores tiene efecto estadísticamente significativo en firmeza para un nivel de confianza del 95.0%.

## ANEXO 17

## Análisis estadísticos de elasticidad sensorial

## 17.1 Análisis estadísticos entre tratamientos

## a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Día de maduración	Prueba		P-valor
15	Cochran	0,678715	0,132658
	Bartlett	1,57313	0,391678
	levene	0,267525	0,847095
21	Cochran	0,502762	0,491759
	Bartlett	1,42149	0,507077
	levene	0,546185	0,66443

El menor de los p-valores es mayor a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar son homogéneas entre tratamientos, con un 95% de confianza.

## b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Día de maduración	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
15	Entre grupos	1,65667	0,552222	2,66	0,1193
	Intra grupos	1,66	0,2075		
21	Entre grupos	0,08	0,0266667	0,18	0,9091
	Intra grupos	1,20667	0,150833		

El P-valor es mayor a 0.05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre tratamientos con un 95% de confianza

## 17.2 Análisis estadísticos entre tiempos

## a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Tratamiento	Prueba		P-valor
T1	Cochran	0,704545	0,590909
	Bartlett	1,0959	0,58828
	levene	0,142857	0,724659
T2	Cochran	0,764706	0,470588
	Bartlett	1,17874	0,468199
	levene	0,126904	0,73966
T3	Cochran	0,815789	0,368421
	Bartlett	1,2898	0,36683
	levene	0,375	0,573392
T4	Cochran	0,716535	0,566929
	Bartlett	1,10943	0,564294
	levene	0,373134	0,574307

El menor de los p-valores es mayor a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar son homogéneas entre tiempos, con un 95% de confianza.

**(Continuación ANEXO 17)**

## b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Tratamiento	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
T1	Entre grupos	0,0816667	0,0816667	1,11	0,3508
	Intra grupos	0,2933333	0,07333333		
T2	Entre grupos	0,281667	0,281667	0,76	0,4312
	Intra grupos	1,473333	0,3683333		
T3	Entre grupos	0,54	0,54	8,53	0,0432(*)
	Intra grupos	0,2533333	0,06333333		
T4	Entre grupos	0,0266667	0,0266667	0,13	0,7406
	Intra grupos	0,846667	0,211667		

(\*)El p-valor es menor a 0,05 en el T3, por lo tanto existen diferencias estadísticas significativas entre los tiempos, con un 95% de confianza.

## c) Test de rangos múltiple, método de Tukey HSD 95%

Tratamiento	Días de maduración	
T3	15	A
	21	B

**17.3 Análisis estadístico combinado para el parámetro elasticidad sensorial**

## a) Análisis de varianza (ANDEVA)

Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
Tratamiento	0,106667	0,106667	0,75	0,3991
Tiempo de maduración	1,07667	0,358889	2,53	0,0943

Dado que ningún P-valor es inferior a 0.05, ninguno de los factores tiene efecto estadísticamente significativo en elasticidad para un nivel de confianza del 95.0%.

## ANEXO 18

### Análisis estadísticos de cohesividad sensorial

#### 18.1 Análisis estadísticos entre tratamientos

##### a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Día de maduración	Prueba		P-valor
15	Cochran	0,744076	0,0670493
	Bartlett	1,7472	0,296402
	levene	0,431493	0,736215
21	Cochran	0,430556	0,738609
	Bartlett	1,11096	0,873993
	levene	0,151515	0,925808

El menor de los p-valores es mayor a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar son homogéneas entre tratamientos, con un 95% de confianza.

##### b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Día de maduración	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
15	Entre grupos	0,58	0,193333	1,10	0,4039
	Intra grupos	1,40667	0,175833		
21	Entre grupos	0,3425	0,114167	1,90	0,2076
	Intra grupos	0,48	0,06		

El P-valor es mayor a 0.05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre tratamientos con un 95% de confianza

#### 18.2 Análisis estadísticos entre tiempos

##### a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Tratamiento	Prueba		P-valor
T1	Cochran	0,525	0,95
	Bartlett	1,00125	0,949539
	levene	0,0	1,0
T2	Cochran	0,596154	0,807692
	Bartlett	1,01902	0,806033
	levene	0,0294118	0,872158
T3	Cochran	0,945783	0,108434
	Bartlett	2,20804	0,111362
	levene	0,704225	0,448593
T4	Cochran	0,52	0,96
	Bartlett	1,0008	0,959631
	levene	0,0	1,0

El menor de los p-valores es mayor a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar son homogéneas entre tiempos, con un 95% de confianza.

**(Continuación ANEXO 18)**

## b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Tratamiento	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
T1	Entre grupos	0,0266667	0,0266667	0,40	0,5614
	Intra grupos	0,266667	0,0666667		
T2	Entre grupos	0,0416667	0,0416667	0,48	0,5262
	Intra grupos	0,346667	0,0866667		
T3	Entre grupos	0,00166667	0,00166667	0,01	0,9419
	Intra grupos	1,10667	0,276667		
T4	Entre grupos	0,00166667	0,00166667	0,04	0,8512
	Intra grupos	0,166667	0,0416667		

El p-valor es mayor a 0,05, por lo tanto no existen diferencias estadísticas significativas entre los tiempos, con un 95% de confianza.

**18.3 Análisis estadístico combinado para el parámetro cohesividad sensorial**

## a) Análisis de varianza (ANDEVA)

Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coefficiente F	P-valor
Tratamiento	0,000416667	0,000416667	0,00	0,9533
Tiempo de maduración	0,85125	0,28375	2,41	0,1053

Dado que ningún P-valor es inferior a 0.05, ninguno de los factores tiene efecto estadísticamente significativo en cohesividad para un nivel de confianza del 95.0%.



## ANEXO 19

## Análisis estadísticos de adhesividad sensorial

## 19.1 Análisis estadísticos entre tratamientos

## a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Día de maduración	Prueba		P-valor
15	Cochran	0,752846	0,0603901
	Bartlett	2,7617	0,0811759
	levene	0,520025	0,680276
21	Cochran	0,662745	0,153439
	Bartlett	5,84035	0,008547(*)
	levene	1,73874	0,236258

(\*) El menor de los p-valores para el día 21 de maduración es inferior a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar no son homogéneas entre tratamientos, con un 95% de confianza.

## b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Día de maduración	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coficiente F	P-valor
15	Entre grupos	0,33	0,11	0,21	0,8835
	Intra grupos	4,1	0,5125		

El P-valor es mayor a 0.05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre tratamientos con un 95% de confianza

## c) Prueba de Kruskal-Wallis

Parámetro	Día de maduración	P-valor
Adhesividad sensorial	21	0,500781

El P-valor es mayor a 0.05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre las medianas de los tratamientos

**(Continuación ANEXO 19)****19.2 Análisis estadísticos entre tiempos**

## a) Prueba de homogeneidad de varianzas

Tratamiento	Prueba		P-valor
T1	Cochran	0,98913	0,0217391(*)
	Bartlett	4,82211	0,0248475
	levene	1,09459	0,35451
T2	Cochran	0,976879	0,0462428(*)
	Bartlett	3,32692	0,0498448
	levene	2,77049	0,171348
T3	Cochran	0,846435	0,30713
	Bartlett	1,38684	0,306314
	levene	0,30444	0,610487
T4	Cochran	0,982759	0,0344828(*)
	Bartlett	3,84114	0,0379645
	levene	1,11364	0,350815

(\*) El menor de los p-valores del T1, T2 y T4 es menor a 0,05, por lo tanto las desviaciones estándar no son homogéneas entre los tiempos, con un 95% de confianza.

## b) Análisis de varianza (ANDEVA)

Tratamiento	Fuente	Suma de cuadrados	Media cuadrática	Coficiente F	P-valor
T3	Entre grupos	0,0416667	0,0416667	0,05	0,8412
	Intra grupos	3,64667	0,911667		

El p-valor es mayor a 0,05, por lo tanto no existen diferencias estadísticas significativas entre los tiempos, con un 95% de confianza.

## c) Prueba de Kruskal-Wallis

Parámetro	Tratamiento	P-valor
Adhesividad sensorial	T1	0,345777
	T2	0,506554
	T4	0,506554

El P-valor es mayor a 0.05, por lo tanto no existen diferencias significativas entre las medianas de los tiempos

**(Continuación ANEXO 19)****19.3 Análisis estadístico combinado para el parámetro firmeza sensorial**

## a) Análisis de varianza (ANDEVA)

<b>Fuente</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>Coefficiente F</b>	<b>P-valor</b>
Tratamiento	0,400417	0,400417	1,10	0,3089
Tiempo de maduración	0,754583	0,251528	0,69	0,5691

Dado que ningún P-valor es inferior a 0.05, ninguno de los factores tiene efecto estadísticamente significativo en cohesividad para un nivel de confianza del 95.0%.

## ANEXO 20

## Análisis de correlación entre parámetros texturales evaluados sensorial e instrumentalmente.

## 20.1 Datos para la correlación de los parámetros instrumentales y sensoriales.

	Firm. Instrum	Firm. Sens.	Elast. Instrum.	Elast. Sens.	Cohes. Instrum.	Cohes. Sens	Adhes. Instrum.	Adhes. Sens.
1	5285,17	4,60	0,78	4,40	0,61	5,30	-608,43	3,40
2	8138,69	5,50	0,77	4,80	0,65	4,90	-446,83	4,30
3	7136,51	4,60	0,80	4,70	0,63	4,80	-170,92	4,10
4	7372,91	4,60	0,83	3,80	0,61	4,90	-348,44	3,90
5	8631,04	5,60	0,73	3,80	0,57	4,40	-550,98	4,10
6	8001,97	5,10	0,79	5,10	0,64	4,50	-601,25	2,40
7	9488,45	6,50	0,65	4,40	0,65	3,80	-716	4,50
8	4958,46	4,80	0,79	4,80	0,63	5,10	-602	4,60
9	5970,79	5,40	0,75	4,70	0,64	5,00	-239,22	4,00
10	5474,83	4,50	0,78	3,80	0,53	5,10	-627,58	4,80
11	5706,79	4,40	0,73	3,80	0,63	5,30	-426,93	4,10
12	5242,87	4,30	0,77	5,10	0,81	4,90	-702,26	4,40
13	7304,44	5,00	0,78	4,50	0,62	5,10	-542,47	4,40
14	6702,65	4,90	0,69	5,00	0,31	4,60	-448,47	4,30
15	6100,86	4,10	0,77	5,10	0,62	4,90	-285,71	5,10
16	7174,31	5,00	0,72	4,80	0,57	4,90	-312,39	4,30
17	7205,85	5,40	0,78	4,20	0,71	4,40	-454,8	3,70
18	7237,38	5,20	0,80	5,00	0,63	5,00	-676,58	3,80
19	7910,52	5,80	0,74	4,70	0,76	4,40	-633,56	4,60
20	7254,01	4,70	0,57	4,50	0,64	4,70	-626,63	3,70
21	6603,87	4,70	0,75	4,80	0,61	4,70	-505,35	4,50
22	5861,52	5,20	0,78	4,20	0,54	5,00	-470,62	4,50
23	6701,93	4,80	0,76	5,30	0,63	5,30	-690,74	4,60
24	5021,11	4,70	0,72	4,80	0,62	5,00	-608,43	3,40

## 20.2 Correlación para Firmeza

			Firmeza instrumental	Firmeza sensorial
Rho de Spearman	Firmeza instrumental	Coefficiente de correlación	1,000	0,527**
		Sig. (bilateral)		0,008
		N	24	24
	Firmeza sensorial	Coefficiente de correlación	0,527**	1,000
		Sig. (bilateral)	0,008	
		N	24	24

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

(Continuación ANEXO 20)

**20.3 Correlación para Elasticidad**

			<b>Elasticidad instrumental</b>	<b>Elasticidad sensorial</b>
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Elasticidad instrumental</b>	Coeficiente de correlación	1,000	-0,031
		Sig. (bilateral)		0,885
		N	24	24
	<b>Elasticidad sensorial</b>	Coeficiente de correlación	-0,031	1,000
		Sig. (bilateral)	0,885	
		N	24	24

**20.4 Correlación para Cohesividad**

			<b>Cohesividad instrumental</b>	<b>Cohesividad sensorial</b>
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Cohesividad instrumental</b>	Coeficiente de correlación	1,000	-0,498**
		Sig. (bilateral)		0,001
		N	24	24
	<b>Cohesividad sensorial</b>	Coeficiente de correlación	-0,498**	1,000
		Sig. (bilateral)	0,001	
		N	24	24

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

**20.5 Correlación para Adhesividad**

			<b>Adhesividad instrumental</b>	<b>Adhesividad sensorial</b>
<b>Rho de Spearman</b>	<b>Adhesividad instrumental</b>	Coeficiente de correlación	1,000	-0,198
		Sig. (bilateral)		0,353
		N	24	24
	<b>Adhesividad sensorial</b>	Coeficiente de correlación	-0,198	1,000
		Sig. (bilateral)	0,353	
		N	24	24