



# Universidad Austral de Chile

---

Facultad de Ciencias Agrarias  
Escuelas de Ingeniería en Alimentos

## **Aplicación de Hidrocoloides en Queso Procesado Untable**

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

**Andrea Victoria Ruiz Hernández**

Valdivia – Chile

2007

*A Papitos y Vere....*

*Por su confianza, esfuerzo y apoyo incondicional,  
muchísimas gracias.*

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar quiero agradecer a Dios y por supuesto mis padres quienes con su esfuerzo, comprensión y ayuda me dieron la fuerza para continuar y terminar con esta etapa de vida tan anhelada. Además a mis abuelitos por todo el cariño que me han dado siempre.

A Paula Arriagada, Profesora Co-patrocinante de ésta Tesis, por su continua ayuda, excelente disposición y constante apoyo en cada una de las etapas involucradas en esta investigación.

A mi Profesor Patrocinante, Sr. Fernando Figuerola, por su ayuda y amabilidad proporcionada para finalizar este proyecto.

A la empresa GELYMAR S.A, por la oportunidad y buena acogida para realizar este trabajo de tesis, en especial a los integrantes del centro de Innovación por su excelente disponibilidad y valiosas sugerencias que hicieron posible un grato ambiente en el transcurso de este proyecto.

Finalmente manifiesto mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas, que de una u otra forma contribuyeron a que el esfuerzo realizado durante el desarrollo de ésta investigación se vea gratamente compensado en éstas páginas.

## **PROFESOR PATROCINANTE**

Fernando Figuerola Rivas  
Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Food Science  
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos  
Universidad Austral de Chile.

---

## **PROFESOR CO-PATROCINANTE**

Paula Arriagada Strodthoff  
Ingeniero de alimentos, M. Sc. Food Science  
Centro de Innovación  
Empresa "Extractos Naturales Gelymar S.A".

---

## **PROFESOR INFORMANTE**

Haroldo Magariños Hawkins  
Técnico en Lecherías,  
Magíster en Ciencia y Tecnología de la Leche  
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos  
Universidad Austral de Chile.

---

## ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Antecedentes generales del queso fundido o procesado	3
2.2	Proceso de elaboración para queso fundido untable	4
2.3	Materias primas	4
2.3.1	Quesos	4
2.3.2	Sales emulsificantes	5
2.3.3	Estabilizantes	8
2.3.3.1	Clasificación de los hidrocoloides	9
2.3.3.2	Selección y aplicación de hidrocoloides	10
2.3.3.3	Características de las gomas	12
2.3.4	Otras materias primas	14
2.4	Condiciones de trabajo en queso procesado	15
2.5	Defectos de calidad en queso procesado.	16
3	MATERIAL Y MÉTODO	18
3.1	Lugar de ensayo	18
3.2	Materiales	18
3.2.1	Materias primas	18
3.2.2	Disponibilidad de equipos y materiales.	18
3.2.3	Equipos	18
3.3	Métodos	19
3.3.1	Concepto del producto a desarrollar	19
3.3.2	Evaluación de los productos del mercado	19
3.3.3	Elaboración de queso procesado untable en el laboratorio,	

	primera etapa	19
3.3.3.1	Procedimientos generales para la selección de formulación base sin estabilizante	21
3.3.3.2	Selección final de quesos y sales fundentes	22
3.3.4	Análisis físico-químicos del queso fundido	22
3.3.5	Ensayos de elaboración de queso procesado untable utilizando hidrocoloides individualmente, segunda etapa	23
3.3.6	Ensayos de elaboración utilizando mezclas sinérgicas de hidrocoloides	23
3.3.7	Análisis texturales del producto terminado	24
3.3.8	Diseño experimental y análisis de resultados	24
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	26
4.1	Evaluación de los productos del mercado	26
4.2	Selección de la formulación control sin estabilizante	29
4.2.1	Análisis sensorial para formulación control sin estabilizante	33
4.3	Resultados de composición físico-química del queso fundido incorporando hidrocoloides por sí solos	35
4.4	Evaluación de textura instrumental en queso fundido	37
4.5	Evaluación sensorial de prototipos obtenidos con diferentes tipos de hidrocoloides	39
4.6	Resultados de la composición físico-química del queso fundido incorporando mezclas sinérgicas de hidrocoloides	44
4.7	Evaluación de textura instrumental al incorporar mezclas de hidrocoloides	45
4.8	Evaluación sensorial de prototipos obtenidos con mezclas sinérgicas de hidrocoloides	48
5	CONCLUSIONES	51
6	RESUMEN / SUMMARY	53
7	BIBLIOGRAFÍA	55
	ANEXOS	59

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Clasificación de las gomas	10
2	Defectos de calidad más comunes en queso procesado	17
3	Proporciones de sales fundentes incluidas en las formulaciones para selección de formulación base	21
4	Formulaciones finales a evaluar para selección de control sin estabilizante	22
5	Proporción de sinergismos entre hidrocoloides	24
6	Características físico-químicas y texturales de productos comerciales	27
7	Resumen del test de rango múltiple y promedios obtenidos en los parámetros evaluados para productos comerciales	28
8	Resultados de los análisis para formulaciones con sales fundentes de marca PRINAL a diferentes concentraciones	30
9	Resultados de los análisis para formulaciones con sales fundentes de marca CRAMER a diferentes concentraciones	30
10	Composición físico química de los quesos naturales utilizados como materia prima en la elaboración de queso procesado untable	32
11	Resultados de los análisis para formulaciones finales de queso procesado untable sin estabilizante	32
12	Resumen del análisis de varianza y promedios obtenidos en los parámetros evaluados para formulación control sin estabilizante	34
13	Promedios de los análisis físico-químicos en queso procesado untable para formulaciones con diferentes tipos y concentraciones de gomas	36
14	Prototipos con diferentes tipos y concentraciones de hidrocoloides incluidos en la evaluación sensorial	40

15	Promedios de respuestas en los atributos evaluados para queso procesado untable	40
16	Promedio de respuestas obtenidas por los panelistas en la evaluación sensorial	43
17	Análisis físico-químicos de queso procesado untable para formulaciones con mezclas sinérgicas de hidrocoloides	44
18	Costo referencial de gomas y mezclas de gomas	47
19	Prototipos con diferentes tipos y concentraciones de hidrocoloides incluidos en la evaluación sensorial	49
20	Promedios de los atributos evaluados en queso procesado untable	49



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Esquema del efecto de las sales fundentes	6
2	Protocolo de elaboración para queso procesado untable	20
3	Equipo utilizado en el proceso de elaboración de queso procesado untable	21
4	Muestras comerciales de queso procesado untable a evaluar.	26
5	Correlación entre firmeza instrumental y la obtenida por el panel sensorial	29
6	Resultados de firmeza obtenida instrumentalmente para formulaciones con diferentes proporciones de gomas	38
7	Esquema de separación de fases en el sistema polímero-hidrocoloide	39
8	Estructura química de la goma tara y proporción de unidades galactosa : manosa en los galactomananos	42
9	Correlación entre firmeza instrumental y evaluación sensorial para prototipos con diferentes tipos de hidrocoloideos	42
10	Resultados de firmeza obtenida instrumentalmente para formulaciones con diferentes concentraciones de mezclas de gomas	45
11	Estructura molecular de la goma xanthan	48
12	Representación esquemática del modelo de reacción entre la goma xanthan y los galactomananos	48

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Planillas para test descriptivo utilizada en la evaluación sensorial para queso procesado untable	60
2	Planillas para test de aceptación utilizada en la evaluación sensorial para queso procesado untable	61
3	Composición físico-química y firmeza de productos comerciales	62
4	Análisis de varianza para ensayos de elaboración de queso procesado untable	63
5	Composición físico-química del queso procesado untable en los ensayos de elaboración con diferentes tipos de hidrocoloides.	65
6	Resultados de textura instrumental en queso procesado untable con aplicación de gomas individualmente después de 24 horas a 20°C.	68
7	Composición físico-química del queso procesado untable en los ensayos de elaboración al incorporar mezclas sinérgicas de hidrocoloides	71
8	Resultados de textura instrumental al aplicar mezclas sinérgicas de gomas en queso procesado untable después de 24 horas a 20°C.	72
9	Descripción de términos sensoriales utilizados en la evaluación de queso procesado untable	73

## 1. INTRODUCCIÓN

El queso procesado, o fundido es un producto lácteo derivado de quesos naturales sometidos a un proceso térmico y físico-químico con el objeto de detener la maduración y obtener un producto estable, de larga duración, que conserva un óptimo sabor y calidad nutritiva, además de la diversificación de productos.

Según su consistencia y untabilidad, se dividen en quesos cortables y untables, cuyas diferencias están sustentadas en sus características físico-químicas, de pH, materia grasa y humedad.

El proceso de fabricación de ambos tipos, se basa fundamentalmente en transformar la caseína del queso natural a una condición homogénea y sin separación de fases. En este aspecto la incorporación de sales fundentes es de suma importancia, ya que permiten el reemplazo de iones bivalentes de calcio, que determina la estabilidad de la cuajada en la fabricación del queso.

Las gomas, también llamadas hidrocoloides, son aditivos alimentarios que permiten modificar la textura en el producto final, optimizando la cohesividad, consistencia, apariencia y retención de agua. Además permiten reducir costos a través de la disminución del contenido de sólidos por el reemplazo de las proteínas y la materia grasa de las formulaciones, manteniendo la textura del producto final. Algunos ejemplos de gomas que son frecuentemente empleadas en productos lácteos son: Carrageninas, goma Xanthan, Carboximetilcelulosa y los galactomananos: Tara, Guar y Locust-Bean.

Considerando los antecedentes mencionados se plantean los siguientes objetivos: Aplicar un procedimiento diseñado por la compañía para elaborar un prototipo de queso procesado untable en el laboratorio, con bajo contenido de sólidos y estudiar el efecto de los hidrocoloides como parte de sus ingredientes.

**Objetivos específicos**

- Diseñar un queso fundido untable a nivel de laboratorio, seleccionando la materia prima y sales fundentes a utilizar, estableciendo los métodos de análisis para evaluar la materia prima y el producto terminado.
- Evaluar la utilización de hidrocoloides y sus mezclas, estudiando sus efectos en un prototipo de queso procesado untable.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Antecedentes generales del queso fundido o procesado

Queso fundido procesado untable o cortable es el producto obtenido por molienda, mezclado, fundición y emulsificación con la ayuda de calor y agentes emulsificantes de una o más variedades de queso aptos para el consumo, con o sin la adición de sólidos lácteos y otros productos alimenticios, tales como crema, mantequilla, grasa de mantequilla, cloruro de sodio y especias (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 1999).

Los quesos procesados se clasifican en general en dos grandes grupos: cortables (block) y untables (spread), existiendo diferencias tecnológicas entre ellos (ZEHREN y NUSBAUM, 2000).

El procedimiento de elaboración del queso procesado se basa fundamentalmente en transformar la caseína del queso natural, a una condición homogénea y sin separación de fases<sup>1</sup>.

Las moléculas de caseínas en estado original son emulsificantes naturales, pero en el proceso de elaboración del queso (formación de la cuajada), se deprime esta propiedad a través de la unión con iones bivalentes de calcio y magnesio. Consecuentemente, la cuajada necesita simplemente de la remoción del calcio y reemplazo por iones monovalentes de bases fuertes (sodio). Esto causará que la caseína sea ionizada y más hidratada en las áreas hidrofílicas de la molécula. Este proceso es conocido como la ruptura de la proteína láctea, formándose caseinatos solubles como el caseinato de sodio, siendo este último un excelente emulsificante<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> <http://nuestroagro.com.ar/nagro/revista/imprimir.asp?id=619>

<sup>2</sup> <http://72.14.209.104/search?q=cache:wbd9kyxwvMcJ:www.infoleche.com/fepale/fepale/foro/qp/Foro%2520Quesos%2520Procesados%2520primera%2520parte.pdf+quesos+procesados+%2B+primera+parte&hl=es&gl=cl&ct=clnk&cd=1>

El queso de tipo untable se caracteriza por tener un cuerpo débil y marcadas características de esparcibilidad. Se busca en este tipo de quesos que tengan finalmente un pH entre 5,7-6,0 un contenido de humedad de 58-60% y un porcentaje de materia grasa de 45-60% en los sólidos totales (ZENHREN y NUSBAUM, 2000).

A diferencia, los quesos de tipo cortables presentan una humedad entre 54-55%, pH entre 5,5-5,7 y materia grasa alrededor de un 45% en materia seca (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 1981). Como consecuencia de esto, el queso presenta un cuerpo firme, textura cerrada y al cortarlo se pueden obtener rebanadas o tozos en forma definida (ZENHREN y NUSBAUM, 2000).

Según lo señalado por SPREER (1975), entre las ventajas que destacan la fabricación del queso fundido con relación a otros tipos de quesos, se encuentran:

- El queso fundido posee una capacidad de conservación considerable debido a su tratamiento térmico.
- Las combinaciones diversas de las materias primas permiten obtener una variada gama de productos.
- Su consistencia y presentación en envases individuales hace posible un consumo muy racional y su fácil almacenamiento.
- El queso de cuajada enzimática que ha perdido su presentación comercial pero que aún conserva sus caracteres organolépticos para la nutrición del hombre, puede revalorizarse de nuevo en parte.

## **2.2 Proceso de elaboración para queso fundido untable**

Según ZEHREN y NUSBAUM (2000), el proceso de fabricación del queso procesado incluye varias etapas: la determinación del tipo de queso fundido a elaborar, selección y análisis de la materia prima, formulación, limpieza, corte, pesaje, mezcla de la materia prima, fundición o calentamiento, empaque y almacenamiento.

## **2.3 Materias primas**

**2.3.1 Quesos.** Las condiciones de maduración que poseen los quesos usados como materia prima tienen directa influencia con las propiedades organolépticas del

queso procesado. Se ha observado que los productos fabricados con un queso de mayor maduración presentan una estructura harinosa y firme, mientras que los que incluyen un queso joven presentan dureza y gomosidad, por lo cual suelen emplearse mezclas de diversas edades para conseguir un producto de buena calidad (ZEHREN y NUSBAUM, 2000).

Para lograr una buena untabilidad, la mezcla debe contener un queso medianamente madurado. Si se desea obtener buenos efectos de estabilidad se debe agregar una menor proporción de quesos jóvenes y si se requiere incrementar el aroma es recomendable una pequeña proporción de queso maduro. Se recomienda, en general usar un 75% de quesos que tengan una edad de hasta 3 meses y un 25% con 6 a 12 meses de maduración (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 1981).

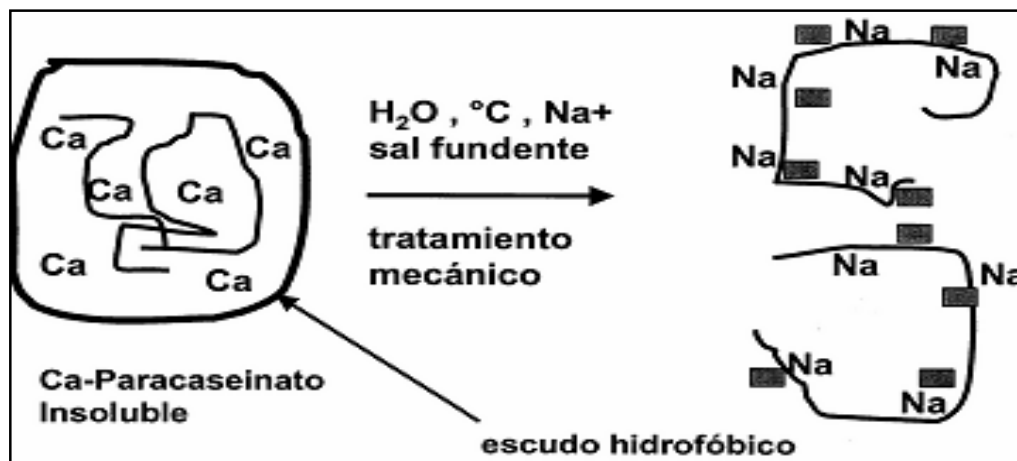
En general los tipos de queso duros y semiduros son los mayormente usados como materia prima para la elaboración del queso procesado. Entre ellos se encuentran el queso Emmental, Gruyere, Cheddar, Gouda, Edam, Provolone, todos los cuales tienen un contenido relativamente alto de materia seca y dentro de ésta un mayor contenido de proteína intacta que garantiza la estabilidad necesaria para el queso procesado. Los quesos suaves y aquellos madurados con mohos se usan sólo como componentes aromatizantes (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 1981).

Por otro lado, la acidez del queso a utilizar también juega un rol importante, lo cual determina la consistencia, estructura, sabor y calidad de almacenamiento del producto final. Para obtener productos de buena calidad es recomendable usar quesos cuyo rango de pH fluctúe entre 5.4-5.9. pH muy altos provocan peptización de la caseína y por ende poca viscosidad, en cambio a bajo pH se produce la solidificación del producto. (ZEHREN y NUSBAUM, 2000).

**2.3.2 Las sales emulsificantes.** El objetivo de las sales emulsificantes es lograr la inactivación del calcio bivalente, que determina la estabilidad del coágulo de queso en la fabricación de éste. Además tienen la función de dispersar los componentes durante el proceso de fusión y confieren estabilidad a la emulsión, así se evita que al calentarse el queso se disocie en sus componentes principales

(proteínas, grasa y agua) lográndose una textura uniforme y suave. (ZEHREN y NUSBAUM, 2000).

Aunque el mecanismo de emulsificación no está totalmente aclarado, los aniones procedentes de las sales adicionadas al queso se combinan con el calcio y lo eliminan del complejo para-caseína, lo que origina una reestructuración y exposición tanto de las regiones polares como de las no polares de las proteínas del queso. También se cree que los aniones de estas sales participan en la formación de puentes iónicos entre las moléculas de proteína y en consecuencia proporcionan una matriz estable que atrapa la grasa del queso fundido (FENNEMA, 1993).



**FIGURA 1. Esquema del efecto de las sales fundentes.**

FUENTE: JOHA (2003).

Estas sales fijan el pH del queso fundido. Si éste no llega a los valores óptimos, la masa se dispersa con demasiada lentitud resultando un queso procesado frágil y quebradizo con aspecto mate. Valores de pH superiores al óptimo, acelera el proceso de fusión, dando lugar a menudo a una masa esponjosa, semejante al flan, que es difícil de envasar (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 1981).

De acuerdo a ZEHREN y NUSBAUM (2000), para obtener una mezcla de sales emulsificantes adecuada para la elaboración de quesos procesados, éstas deben lograr una emulsión que sea capaz de solidificar formando un queso de cuerpo



firme y textura suave y además no deben cristalizar ni descomponerse durante el almacenamiento del producto.

Se distinguen dos tipos de sales fundentes de carácter apropiado y práctico para ser usadas en la fabricación de queso procesado: los citratos (sales del ácido cítrico) y los fosfatos (sales de ácido fosfórico)<sup>3</sup>.

Los citratos son muy solubles y poseen un poder disolvente adecuado para las proteínas. Los quesos procesados que contienen citratos muestran una tendencia a absorber agua proporcionando una estructura firme, lo cual es deseable en queso procesado de tipo cortable o cuando los quesos usados como materia prima son muy blandos o de baja consistencia. Las desventajas en su uso radican en la falta de una acción productora de viscosidad en el producto y tienen una tendencia a producir una textura moteada (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 1981).

Los fosfatos tienen un buen poder de dispersión, de tal manera que los procesos de hidratación se desarrollan con relativa rapidez y uniformemente (SPREER, 1975). A diferencia de los citratos, los fosfatos poseen propiedades bacteriostáticas diferentes, siendo capaces de reducir considerablemente el crecimiento de microorganismos en el queso procesado, alargando así su vida útil<sup>4</sup>. MAIER *et al* (1999), señala que los cationes bivalentes provocan la inhibición de la división celular, cambios morfológicos y un efecto lítico sobre el crecimiento de células como el *Bacillus cereus*.

En la industria de alimentos y especialmente en la del queso procesado untable se utilizan preferentemente polifosfatos; ésto por su excelente propiedad como intercambiador de iones y su acción de cremosidad. Además tienen una contribución significativa en el proceso de emulsificación y a la capacidad buffer (ZEHREN y NUSBAUM, 2000).

---

<sup>3</sup> <http://alfa-editores.com/carnilac/Agosto%20Septiembre%2006/Queso.pdf#search=%22queso%20procesado%20la%20importancia%20de%20los%20polifosfatos%22>

<sup>4</sup> <http://alfa-editores.com/carnilac/Agosto%20Septiembre%2006/Queso.pdf#search=%22queso%20procesado%20la%20importancia%20de%20los%20polifosfatos%22>

ZEHREN y NUSBAUM (2000), señala que la dosis de sales emulsionantes no debe superar un 3% del peso del queso procesado ya que pH muy altos provocan la peptización de las caseínas y por ende la baja viscosidad en los productos.

Por otro lado las normas señalan que esta permitido incorporar fosfatos sólo o en mezclas expresados como  $P_2O_5$  y en concentración máxima de 5g/Kg de producto terminado listo para el consumo (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 1999).

**2.3.3 Estabilizantes.** La industria del queso procesado utiliza el término estabilizante, para las gomas que son permitidas como ingrediente opcional en queso procesado y productos relacionados (ZEHREN y NUSBAUM, 2000).

Las gomas hidrosolubles o hidrocoloides son macromoléculas que se disuelven o dispersan fácilmente en el agua para producir un aumento muy grande de la viscosidad (sustancias espesantes) y en ciertos casos provocan la formación de un gel (sustancias gelificantes) (MADRID, 1987). Cada goma tiene propiedades especiales que es resultado de su estructura molecular individual. La mayoría son de naturaleza polisacárida: largas cadenas, ramificadas o no, de glúcidos simples (glucosa, galactosa, manosa y/o sus respectivos ácidos glucónico, galacturónico, manurónico) (ATZI y AINIA, 1999).

Estos aditivos alimentarios tienen la función de espesar, estabilizar, incorporar, conferir viscosidad, elasticidad y dar la textura deseada al producto. Pueden ser utilizadas como sustituto de grasas, ya que ésta es fundamental para los efectos sensoriales y fisiológicos de los alimentos, contribuyendo al sabor, percepción bucal, apariencia, aroma, etc. (MARUYAMA et al, 2006).

Según ATZI y AINIA (1999), el uso de los hidrocoloides como agentes espesantes o gelificantes se puede emplear para otros propósitos como la fijación de aromas, control de cristalizaciones, formación de complejos con las proteínas, ayudan a la suspensión de sólidos y estabilizan las emulsiones y espumas.

Adicionalmente son empleadas para conferir consistencia suave y al mismo tiempo un efecto incorporado en productos derivados de la leche como bebidas lácteas, yogurt o quesos; ya que actúan con las proteínas de la leche (GELYMAR, 2000).

Otra función muy importante de las gomas es conferir estabilidad a los quesos, gracias a que unen partículas de caseína, evitando la separación del suero de la masa, confiriendo al producto una estructura deseable (MARUYAMA et al, 2006).

**2.3.3.1 Clasificación de los hidrocoloides.** ZEHREN y NUSBAUM (2000), señala que la gran mayoría de éstos productos se extraen especialmente de materias primas de origen vegetal (plantas, algas, etc.). Pero cabe aclarar que algunos son productos semisintéticos, pues son procesados o modificados químicamente y otros provienen de la fermentación de ciertos microorganismos.

Según su origen, se distinguen las gomas de origen vegetal (esencialmente de naturaleza glucocídica) y las gomas de origen animal de naturaleza proteica (caseínatos y gelatina)<sup>5</sup>. Por conveniencia las gomas son clasificadas en 7 grupos:

---

<sup>5</sup> <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/estabilizantes/estabilizantes-conceptos.htm>

**CUADRO 1. Clasificación de las gomas.**

<b>Origen</b>	<b>Tipo</b>
Extractos de algas	Alginatos Carragenina Agar-Agar
Exudados de plantas	Goma Arábica Goma Tragacanto Goma Karaya
Semillas de plantas	Goma Guar Goma Tara Locust – Bean
Frutos (cáscara de limón, manzanas, etc)	Pectinas
Tubérculos	Konjac
Modificadas (semisintéticas)	Metilcelulosa Carboximetilcelulosa Hidroxipropilcelulosa (Todas derivadas de la celulosa)
Fermentación (cultivo de ciertos microorganismos)	Goma Xanthan
Animal	Gelatina
Cereales	Almidón

FUENTE: ZEHREN (2000).

**2.3.3.2 Selección y aplicación de hidrocoloides.** ZEHREN y NUSBAUM (2000), señala que la selección de gomas depende de algunos factores, tales como:

- Características de procesamiento que incluyen solubilidad, capacidad de absorción de humedad, viscosidad en caliente y el almacenamiento del producto.
- Compatibilidad con las proteínas de la leche y otros estabilizantes e ingredientes que componen la formulación.
- Propiedades organolépticas apropiadas para los productos finales, incluyendo sabor, cuerpo, textura, suavidad y apariencia.
- Estabilidad microbiológica del producto final.
- Estabilidad física del producto final.

Combinaciones de espesantes y gelificantes entre sí o con otros ingredientes permiten obtener una amplísima gama de agentes de textura y donde la selección de los componentes de dicha mezcla son claves para la obtención de la reología deseada. En general, el uso de mezclas de hidrocoloides es una práctica general que presenta numerosas ventajas tanto desde el punto de vista comercial como industrial. Por una parte, es posible obtener sinergismos que permitan la reducción de las dosis totales y, por otro lado, pueden elaborarse formulaciones específicas dirigidas a diferentes condiciones de uso (ATZI y AINIA, 1999).

WHISTLER y BEMILLER (1993), señala que una mezcla de dos macromoléculas (gelificantes o no) puede, en ciertos casos, presentar fenómenos de sinergia que conduzcan a diferentes comportamientos reológicos y a veces, a gelificaciones, en el caso de que uno de los dos componentes sea capaz de gelificar.

En forma separada cada goma tiene propiedades individuales, pero al combinarse en la razón correcta sus efectos de viscosidad o fuerza de gel se pueden incrementar drásticamente, lo cual sin duda es una ventaja desde el punto de vista comercial como una manera de abaratar costos y proporcionar nuevas soluciones texturales (GELYMAR, 2006).

La funcionalidad deseada de los hidrocoloides se logra generalmente en concentraciones del 2% o inferiores ya que muchos presentan una capacidad limitada de dispersión (FENNEMA, 2003). El método de adición depende del producto elaborado y del estabilizante utilizado. En el caso de las gomas solubles en agua caliente la dispersión puede ser facilitada disolviendo primero en agua fría.

Se aconsejan varias técnicas pero la más utilizada es la disolución de la mezcla seca a una temperatura de 75-80°C (ZEHREN y NUSBAUM, 2000).

**2.3.3.3 Características de las gomas.** Entre los hidrocoloides más importantes empleados en la industria alimentaria y que son frecuentemente utilizados en productos lácteos se destacan:

- **Carrageninas.** Son un grupo de carbohidratos naturales que están presentes en la estructura de ciertas variedades de algas marinas rojas (Rhodophyceas). Las carrageninas son extraídas por medio de una serie de procesos físicos y químicos, obteniéndose un ingrediente funcional de amplio uso en productos alimenticios, principalmente como un agente gelificante, espesante y estabilizante (FAO, 1989 y WILLIAMS y BEMILER, 2006).

Químicamente las carrageninas son polímeros lineales de moléculas alternadas de galactosa y 3-6 anhidro-D-galactosa (3,6 AG) unidas por enlaces  $\alpha(1-3)$  y  $\beta(1-4)$ , las que se encuentran parcialmente sulfatadas. El contenido y posición de los grupos éster sulfatos otorgan las diferencias primarias entre los tipos de carrageninas. Las carrageninas de interés comercial son llamadas iota, lambda, kappa I y kappa II. Ésta última se caracteriza por una alta reactividad con las proteínas lácteas, ya que en comparación a los otros tipos tiene un alto contenido de éster sulfato (25-28%) y de 3,6 de AG (32-34%), además forma geles firmes y elásticos en agua y en leche con baja sinéresis. Entre sus propiedades destacan su solubilidad en agua y estabilidad a pH ligeramente neutro o ácido (mayores a 3.7) (FAO, 1993 y GELYMAR, 2006).

Las carrageninas interaccionan sinérgicamente con muchas otras gomas en especial con Guar y Locust-Bean (ATZI Y AINIA, 1999).

- **Galactomananos.** Los galactomananos se obtienen de las semillas de distintas leguminosas. Están formados por una cadena de manosas unidas entre sí por enlaces  $\beta(1-4)$  con ramificaciones de unidades de galactosa unidas a las manosas por un enlace  $\alpha(1-6)$ . Dependiendo del vegetal del que se extraigan, los galactomananos tienen distinto grado de ramificación, y esto influye de forma

esencial sobre sus propiedades<sup>6</sup>. Dentro de la familia de los galactomananos se encuentra la goma Guar, tara y Locust Bean. Para la primera la relación D-Galactosa/D-Manosa es 1:2, para la goma tara de 1:3 y para LBG de 1:4 (WILLIAMS y PHILLIPS, 2006).

Estas gomas dan soluciones muy viscosas con bajas concentraciones, especialmente si se mezclan con carrageninas o con la goma xantana. Dada la ausencia de grupos ionizables, su comportamiento no depende del pH, siendo estables entre pH 3,5 y 11 ya que por debajo de pH 3 pueden degradarse por hidrólisis (FENNEMA, 1993). Sus principales usos son como espesante, estabilizante de emulsiones e inhibidor de la sinéresis en diversos productos alimenticios (WHISTLER y BEMILER, 1993).

La goma Locust Bean es soluble en agua caliente, alcanzando su viscosidad máxima cuando es calentada a 95°C y después enfriada. Por otro lado, la goma tara es la que proporciona mayores viscosidades en comparación al resto de los galactomananos (ATZI Y AINIA, 1999).

- **Goma Xanthan.** La goma Xanthan es un polisacárido extracelular obtenido por la síntesis de la bacteria *Xantomonas campestris* (WILLIAMS y PHILLIPS, 2006). Su estructura está formada por un esqueleto de unidades de D-glucosa unidas entre sí por enlaces  $\beta(1-4)$ , idénticos a los presentes en la celulosa. Una de cada dos glucosas se encuentra unida por un enlace  $\alpha(1-3)$  a una cadena lateral formada por dos manosas con un ácido glucurónico entre ellas. También posee un grupo piruvato, y el 90% de las manosas más próximas a la cadena central están acetiladas en el carbono 6<sup>7</sup>.

ATZI Y AINIA (1999) señalan que la goma Xanthan no produce gelificación, sin embargo en combinación con la goma de algarrobo (LBG) puede formar geles elásticos y termoreversibles. Entre sus propiedades destacan su solubilidad en agua fría o caliente, produce elevadas viscosidades en bajas concentraciones y es estable al calor y pH, pues la viscosidad de sus soluciones no cambia entre 20 y

---

<sup>6</sup> <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/galactomananos.html>

<sup>7</sup> <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/xantana.html>

90°C y en un pH de 2 a 12. Es utilizada en muchos productos como espesante, estabilizante y agente para mantener suspensiones.

- **Carboximetilcelulosa.** Es un polímero aniónico soluble en agua, proveniente de la modificación química de la celulosa, sustituyendo algunos de los hidrógenos de los grupos hidroxilos, por grupos carboximéticos<sup>8</sup>. La Carboximetilcelulosa es compatible con sales y con las proteínas de la leche. Las viscosidades que puede aportar en una solución depende del grado de sustitución (número de grupos hidroxilos reactivos), grado de polimerización (largo de la cadena) y la uniformidad de sustitución a lo largo de la cadena (ZEHREN *et al*, 2000). Se usa principalmente como producto de relleno ya que evita la sinéresis, como fibra dietética, agente antigumoso y emulsificante (ATZI Y AINIA, 1999).

**2.3.4. Otras materias primas.** Según lo establecido por FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (1981), pueden adicionarse otras materias primas al queso procesado, tales como:

**a) Cultivos lácticos.** Generalmente el agua se puede reemplazar por cultivos lácticos (fermentos), ya que además de poseer un alto contenido de humedad, cercano al 90%, entregan al producto procesado un mejor aroma láctico. Además hace que la materia prima en conjunto se asemeje a una mezcla de quesos más jóvenes especialmente cuando se ocupa mayor proporción de quesos maduros y también contribuye a bajar el pH de la mezcla.

**b) Adición de otros componentes derivados de la leche.** Estos afectan la estructura y consistencia del queso. La leche en polvo, por ejemplo mejora la cremosidad el producto, pero la cantidad a usar no debe exceder el 10% de la mezcla total. Por otra parte, el suero de quesería en polvo o en pasta, reduce la viscosidad de la estructura del queso procesado y se le recomienda especialmente cuando la materia prima tiende a dar un producto muy cremoso, pero tampoco se debe exceder su uso en sobre un 10% de la mezcla final, pues afecta el sabor por la característica “dulce-salado” que posee el queso. Para el incremento en el tenor de la materia grasa del queso procesado, generalmente se agrega mantequilla, con

---

<sup>8</sup> <http://www.food-info.net/es/e/e466.htm>



lo cual la viscosidad de la masa decrece considerablemente y la consistencia se vuelve suave y mantecosa.

**c) Aditivos.** Su objetivo es proporcionar un sabor y aroma agradable y particular al producto. Entre las sustancias adicionadas se pueden mencionar: comino, pimienta, dill, cebollino, jamón, salame, hongos, camarones, anchoas, aceitunas, etc., que normalmente se adicionan en un porcentaje que oscila entre 10-15%, de acuerdo a las características del producto elaborado. Generalmente estos aditivos se agregan al comienzo del proceso, con el fin de obtener una distribución uniforme a través de la masa del queso y también para lograr una adecuada pasteurización; pero en aquellos donde el exceso de temperatura los puede afectar por exceso de agitación, es conveniente entonces el adicionarlos sólo al final, controlando previamente su calidad bacteriológica.

#### **2.4 Condiciones de trabajo en queso procesado**

Según lo señalado por FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (1981), el proceso de fundición del queso procesado se ve influenciado por varios factores: temperatura y tiempo de fundición, velocidad y tipo de agitación, vapor y vacío.

El tratamiento térmico aplicado a la mezcla es necesario ya que con ello se llevan a efecto los cambios físico-químicos de transformación del gel del queso natural al sol intermedio (sistema coloidal fluido) los que ocurren frecuentemente a temperaturas entre 70-75°C y con lo cual se logra la formación de una nueva estructura, cremosidad y dureza en el queso procesado. Además con éstas temperaturas se logra una buena pasteurización o esterilización del producto, lo cual otorga una mayor vida útil, conservando una calidad microbiológica.

La temperatura necesaria a aplicar también depende de la calidad microbiológica del queso utilizado como materia prima, para ello las temperaturas recomendables varían entre 85°C. a 145 °C ya que las formas vegetativas son destruidas a temperaturas cercanas a 90 °C, en cambio las esporas sólo pueden eliminarse a temperaturas entre 130-145 °C.

El tiempo necesario para llevar a cabo el proceso de conversión del gel del queso natural al sol intermedio (con lo cual se produce una emulsión estable y la

completa solución de las sales emulsificantes) es de 3-4 minutos, después de ese punto no se producen más cambios estructurales favorables al proceso. Sin embargo, a veces se hace necesario elevar el tiempo hasta 10-12 minutos en total, en relación a la calidad bacteriológica del producto final. Si los quesos se encuentran en avanzado estado de maduración o muestran una gran tendencia a la cremosidad, entonces el tiempo de fundición puede ser reducido hasta 4-5 min. A la inversa si se utilizan quesos muy jóvenes el proceso de calentamiento se puede elevar considerablemente, llegando incluso a unos 30 minutos debido a que éstos quesos no presentan tendencia a producir estructura cremosa.

Una agitación adecuada produce el mezclado correcto de todos los ingredientes, lo cual es indispensable para lograr la perfecta dispersión y emulsión. En el proceso se incorporan en conjunto los estabilizantes y sales emulsificantes. El problema más común encontrado en las gomas es su dispersabilidad, éstas presentan el problema de que reaccionan al primer contacto con el agua, lo cual dificulta considerablemente la realización posterior de una mezcla homogénea, formándose grumos, polvo, etc. (ATZI y AINIA, 1999). El tratamiento mecánico promueve no sólo la formación de un buen sol de caseína, sino que también acelera el proceso de cremado, proporcionalmente a la intensificación de tratamiento.

El uso de vacío en el proceso es fundamental para remover el aire, humedad y olores desagradables en la mezcla. Sin embargo ésta última variable es bastante controvertida ya que también se pueden extraer olores propios del producto, por lo que en ocasiones es un parámetro eliminado del proceso.

## **2.5 Defectos de calidad en queso procesado**

En el CUADRO 2 se presentan algunas causas de defectos permanentes en queso procesado.

**CUADRO 2. Defectos de calidad más comunes en queso procesado.**

Defecto		Causas
Defectos durante el proceso de fundición	Producto muy líquido o de apariencia hilada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materia prima muy joven</li> <li>- Sal emulsionante no tiene suficiente acción de cremado</li> <li>- Temperatura de proceso muy baja</li> <li>- Acción mecánica inadecuada</li> <li>- Poca sal emulsionante</li> </ul>
	Queso de estructura corta (patoso, aflanado)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materia prima muy vieja</li> <li>- Demasiado queso reprocesado o sales emulsificantes</li> <li>- Demasiada acción mecánica</li> <li>- Tiempo de proceso muy largo</li> <li>- Temperatura final muy elevada</li> </ul>
	Separación de grasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demasiada materia prima vieja utilizada.</li> <li>- Poca sal emulsionante</li> <li>- Acción mecánica insuficiente</li> <li>- Poca agua</li> <li>- Temperatura final demasiado baja</li> <li>- pH muy bajo</li> </ul>
	Presencia de partículas no fundidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo de proceso muy corto</li> <li>- Sal emulsionante incorrecta o insuficiente</li> <li>- Materia prima difícil de disolver</li> <li>- Insuficiente molienda del queso</li> </ul>
Defectos durante el almacenaje	Cambios en la coloración del queso	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo de calentamiento muy prolongado</li> <li>- Temperatura de fundido muy alta</li> </ul>
	Queso procesado contiene cristales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demasiado citrato o fosfato puro</li> <li>- La materia prima contenía cristales</li> <li>- Demasiado NaCl</li> </ul>

FUENTE: JOHA (1993).

### 3. MATERIAL Y MÉTODO

#### 3.1 Lugar de ensayo y duración de la etapa experimental

El presente estudio se llevó cabo en el Área de Innovación dependiente a la empresa “Extractos Naturales Gelymar S.A”, entre los meses de agosto de 2006 a enero de 2007. Tanto las formulaciones de queso procesado como los análisis correspondientes a la materia prima y a los productos elaborados se realizaron en el Centro de Innovación Gelymar (CIG).

#### 3.2 Materiales

**3.2.1 Materias primas.** Se utilizó queso chanco y queso gruyere (con 21 y 90 días de maduración respectivamente), ambos elaborados a partir de leche de vaca pasteurizada, proveniente de la empresa Mulpulmo y quesillo proveniente de la empresa Colun. Otras materias primas utilizadas en el proceso fueron: sal fundente PRINAL (polifosfato de sodio), sal fundente CRAMER (mezcla de fosfato disódico y pirofosfato ácido de sodio), Carragenina (producto DPC 2371, proveedor GELYMAR), goma Xanthan, goma Guar, goma Tara, Carboximetilcelulosa (CMC) y Locust- Bean (LBG).

**3.2.2 Disponibilidad de equipos y materiales.** Los equipos y materiales a utilizar fueron suministrados por la empresa “Extractos Naturales Gelymar S.A.”.

**3.2.3 Equipos.** Los equipos que se utilizaron tanto para la elaboración como para los análisis del producto terminado son:

- Procesador de alimentos Thermomix, marca Vorwerk
- Viscosímetro Brookfield programable DV-I,
- Balanza de precisión (\*/- 0,01 gr).
- pH-metro Orion modelo 420 A
- Texturímetro TAXT2i Stable Microsystems
- Estufa de secado Memmert ULM 400.

### 3.3 Métodos

**3.3.1 Concepto del producto a desarrollar.** Se desea elaborar un prototipo de queso procesado untable a nivel de laboratorio, para evaluar el efecto de los distintos hidrocoloides y mezclas como parte de sus ingredientes.

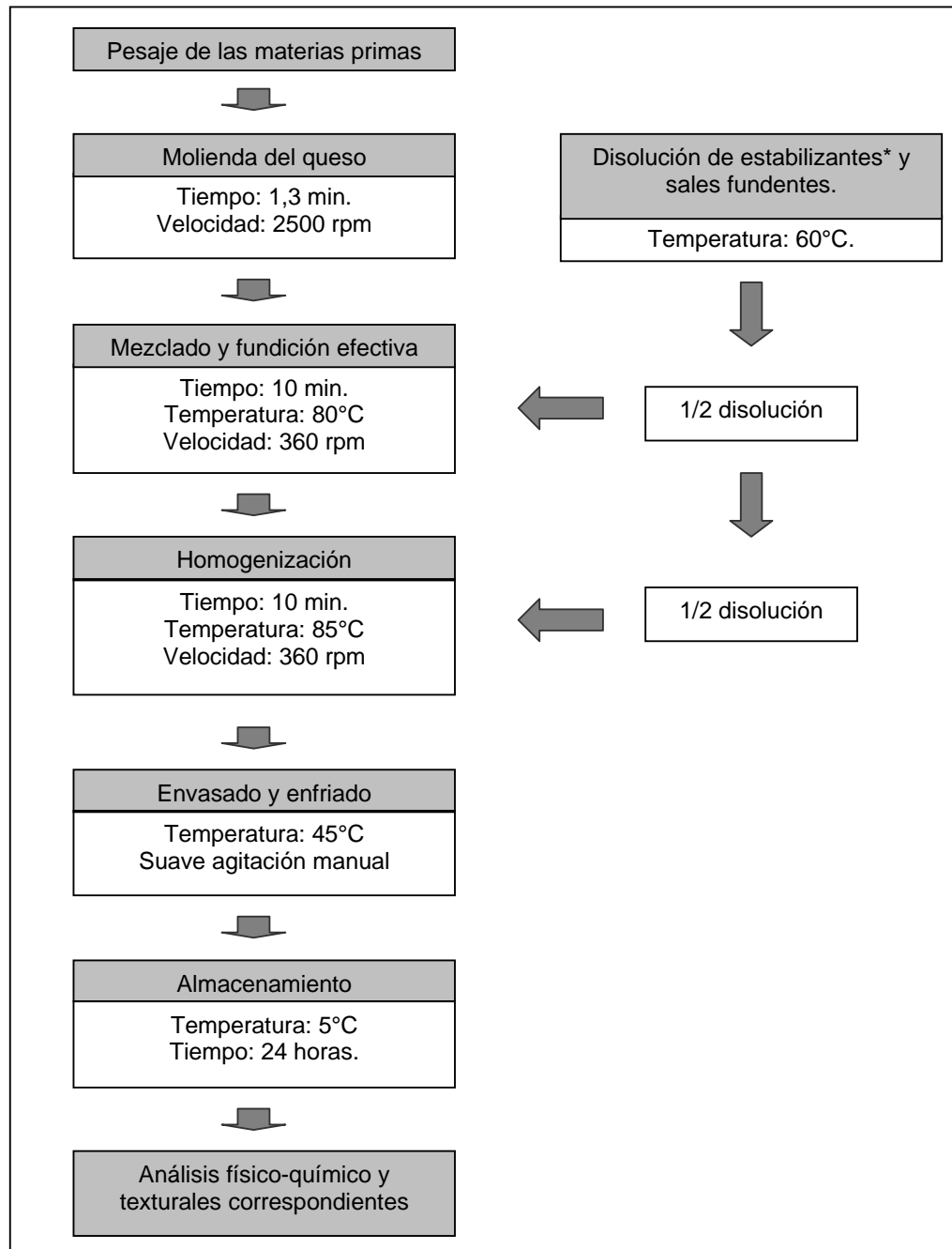
**3.3.2 Evaluación de los productos del mercado.** Con el fin de conocer los parámetros físicos-químicos y texturales que presentan los productos comerciales y de esta manera obtener productos similares que incluyan gomas como parte de su formulación, un panel sensorial constituido por 7 panelistas entrenados debieron evaluar 7 productos de diferentes marcas comerciales a los que se les evaluó algunos atributos sensoriales tales como: consistencia, untabilidad, cremosidad y suavidad además de una aceptación general. Los datos obtenidos de dicha evaluación fueron sometidos un análisis de varianza para verificar las diferencias que existen entre cada muestra y un análisis de textura instrumental para evaluar la firmeza.

**3.3.3 Elaboración de queso procesado untable en el laboratorio, primera etapa.** Cada muestra se elaboró según el procedimiento propuesto por la compañía para una mezcla total de 400 gramos de queso procesado, el cual se describe en la FIGURA 2. Para ello se establecieron formulaciones de acuerdo a ensayos preliminares, con el fin de seleccionar los tipos de quesos y sales fundentes adecuadas que se incluirán en la formulación base y que servirán como control para la optimización del producto aplicando hidrocoloides en etapas posteriores. En ésta etapa no se efectuaron repeticiones ya que los tratamientos involucrados tuvieron solo un carácter descriptivo para seleccionar las mejores materias primas a utilizar.

Para este proceso se dispone del equipo THERMOMIX<sup>9</sup>, en el cual mediante un proceso batch se realizan la mayor parte de las etapas de la línea de flujo (FIGURA 3).

---

<sup>9</sup> Procesador de alimentos que reúne las funciones de rallar, moler, pulverizar, picar, trocear, triturar o amasar según se estime conveniente en diferentes tiempos, velocidades y temperaturas.



**FIGURA 2. Protocolo de elaboración para queso procesado unttable.**

\* : Para las formulaciones que contienen estabilizantes como parte de sus ingredientes, disolver a 80°C y mantener a 60°C.



**FIGURA 3. Equipo utilizado en el proceso de elaboración de queso procesado untable.**

**3.3.3.1. Procedimientos generales para la selección de formulación base sin estabilizante.** Para éste propósito se elaboraron 8 formulaciones las cuales contenían un 50% de queso chanco, agua que sirvió para completar el 100% de la formulación y las sales fundentes que se especifican en el CUADRO 3.

Trascurridas 24 horas de elaboración se procedió a realizar a cada muestra los análisis de pH y viscosidad correspondientes.

**CUADRO 3. Proporciones de sales fundentes incluidas en las formulaciones para selección de formulación base.**

Sales fundentes	Concentración de sales fundentes (% en mezcla total)							
	Prinal				Cramer			
	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8
<b>Prinal</b>	2,5	2,0	1,8	1,6	---	--	--	--
<b>Cramer</b>	--	--	--	--	2,5	2,0	1,8	1,6

Con niveles establecidos de sales fundentes, en los que se logra una consistencia acorde al producto y un pH acorde a lo señalados por las normas, se pueden llevar a cabo variaciones en algunas formulaciones, adicionando proporciones específicas de otras materias primas. Las formulaciones tentativas con diferentes proporciones de quesos se resumen en el CUADRO 4.

**CUADRO 4. Formulaciones finales a evaluar para selección de control sin estabilizante.**

<b>Ingredientes</b>	<b>T.1 (%)</b>	<b>T.2 (%)</b>	<b>T.3 (%)</b>	<b>T.4 (%)</b>
Queso Chanco	40	45	50	55
Queso Gruyere	10			
Quesillo		5		
Sal fundente ( <i>PRINAL</i> )	1,6	1,6	1,6	1,6
Agua	48,4	48,4	48,4	43,4
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**3.3.3.2. Selección final de quesos y sales fundentes.** La combinación apropiada de quesos y sales fundentes, se basó en aspectos sensoriales del producto como consistencia, untabilidad, suavidad y cremosidad y por otra parte, de su comportamiento en el proceso de fundición como ausencia de gránulos y homogeneidad en la mezcla, de tal modo que en una etapa posterior solo se trabaje con una sola combinación de sales fundentes y una cantidad determinada de un tipo de queso estandarizadas para todos los tratamientos.

Según el balance de materia y a partir de los ingredientes incluidos en la formulación base se desea obtener un producto con un 66.5% de humedad, 40% de materia grasa en extracto seco y un 33.5% de sólidos totales; lo cual es deseable ya que si se desea aplicar y estudiar el efecto que tienen los hidrocoloides en el producto estos funcionan mejor con un bajo contenido de sólidos.

**3.3.4 Análisis físico-químicos del queso fundido.** Tanto a los quesos utilizados como materia prima y a los productos finales obtenidos en la primera y segunda etapa del estudio se les realizaron análisis de pH, mediante el método potenciométrico (INN 1979b: 1671) y humedad por el método gravimétrico (FIL-IDF Standard 4 A: 1982).



**3.3.5 Elaboración de queso procesado untable utilizando hidrocoloides individualmente, segunda etapa.** En esta etapa se elaboraron formulaciones tentativas con diferentes concentraciones de los 6 tipos de hidrocoloide a estudiar en forma pura a través de un “Screening General”. Ello con el fin de elegir un prototipo para cada goma empleada que se adecue de mejor forma al producto que se desea obtener.

Para cada tratamiento de ésta etapa se elaboraron 400 gramos de producto, en la que se incluyó un 55% de queso chanco, 1.6% de sal fundente y agua que sirvió para completar el 100% de la mezcla (formulación base establecida en la etapa anterior).

Las pastas se fundieron con la ayuda de sales fundentes y calor, de igual modo al descrito en la FIGURA 2.

Los mejores prototipos fueron sometidos a una evaluación sensorial, donde un panel entrenado evaluó mediante un análisis sensorial descriptivo los atributos de consistencia, cremosidad, untabilidad, granulosidad y brillo, además de una aceptación general; ello con el fin de seleccionar las formulaciones con las mejores características texturales al aplicar diferentes tipos de hidrocoloides.

Los resultados de las pruebas sensoriales fueron interpretados mediante un análisis de varianza y en caso de ser necesario un test de rango múltiple para determinar que muestras son significativamente diferentes, para lo cual se utilizó el programa estadístico “Statgraphics Plus 5.1”

**3.3.6 Ensayos de elaboración utilizando mezclas sinérgicas de hidrocoloides.** En ésta etapa y a través de un “Screening general” se llevaron a cabo formulaciones que incluyeron diferentes concentraciones de mezclas sinérgicas de hidrocoloides.

Estudios previos señalan algunos sinergismos entre las gomas estudiadas en la etapa anterior, cuyas proporciones en las que se observa una mayor fuerza de gel se muestran en el CUADRO 5.

**CUADRO 5. Proporción de sinergismos entre hidrocoloides.**

Mezcla de Gomas	Razón de sinergismos
Guar-Xanthan	90 : 10
LBG-Xanthan	50 : 50

FUENTE: Trabajos de laboratorio, Centro de Innovación Gelymar

Se eligió un prototipo por cada mezcla de goma estudiada, los cuales fueron sometidos a un análisis sensorial frente a un control sin estabilizante, donde se evaluaron las características sensoriales más importantes y propias del producto. Para ello se utilizó una escala descriptiva y una hedónica de 5 y 9 puntos respectivamente.

**3.3.7 Análisis texturales del producto terminado.** Al utilizar hidrocoloides por sí solos y mezclas sinérgicas de ellos, un panel entrenado evaluará los atributos de firmeza, untabilidad, cremosidad, brillo, granulosidad y aceptación general en cada muestra. Por otra parte se determinará la firmeza de los prototipos finales mediante un análisis de textura instrumental en triplicado, a través de un test de compresión, en texturímetro TAXT2, utilizando el dispositivo 1" Spherical Probe (P/1S). La velocidad de ensayo utilizada fue de  $2 \text{ mm s}^{-1}$  a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ . Los datos fueron recolectados a través del programa Texture Expert Exceed - versión 2.61 (Stable Micro Systems).

**3.3.8 Diseño experimental y análisis de resultados.** En el estudio se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado en el que 8 panelistas entrenados procedieron a evaluar el mejor prototipo por cada goma y mezcla estudiada frente a un control sin estabilizante. A cada uno de ellos se le entregó una planilla, la cual consta de dos partes: un análisis descriptivo y una escala de aceptación. En la primera de ellas se evaluaron los atributos de firmeza, cremosidad, untabilidad, adhesividad, granulosidad y brillo, la cual consta con una escala de 1 a 5 puntos, donde 1 corresponde a "muy baja" y 5 a "muy alta" (ANEXO 1). En la escala hedónica se evaluó la aceptabilidad de los panelistas, en la cual a cada formulación evaluada se le asignó una nota en el rango de 1 a 9, siendo el 1 "Me disgusta extremadamente" y el 9 "Me gusta extremadamente" (ANEXO 2). Los resultados obtenidos se analizaron mediante el programa "Statgraphics plus 5.1" para los siguientes métodos estadísticos:

- Análisis de varianza. Para establecer si existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, a un nivel del 95% de confianza.
- Test de comparación múltiple, método Tuckey. Para identificar los tratamientos estadísticamente distintos si la ANDEVA arroja valores  $p < 0,05$ .
- Presentación de resultados mediante métodos gráficos.

## 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Evaluación de los productos del mercado

En la FIGURA 4 se presentan las muestras comerciales de queso procesado untable evaluadas por el panel sensorial.



**FIGURA 4. Muestras comerciales de queso procesado untable a evaluar.**

En el CUADRO 6 se exponen los resultados de las pruebas analíticas realizadas a diferentes productos del mercado y los estabilizantes incluidos en su formulación, los cuales son útiles de conocer al momento de evaluar formulaciones con nuevos hidrocoloides. Los resultados de cada una de las repeticiones se pueden observar detalladamente en el ANEXO 3.

**CUADRO 6. Características fisicoquímicas y texturales de productos comerciales.**

<b>Muestra</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Estabilizante</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>pH</b>	<b>Fuerza de Gel, g/cm<sup>2</sup> (20°C)</b>
<b>LP</b>	Colun	No declara.	48,15	5,80	52
<b>SB</b>	Lácteos frutillar.	No declara.	46,68	5,69	188
<b>KI</b>	Dos Alamos	No declara.	48,34	5,76	164
<b>ST</b>	Mulpulmo	No declara.	61,13	5,63	68
<b>DE</b>	Kraft	Goma xanthan y/o goma garrofín y/o goma guar	43,76	4,84	373
<b>LM</b>	San Cor	Carboximetilcelulosa	45,74	5,71	1091
<b>RZ</b>	La vache qui rit.	No declara	32,84	5,49	997

De los resultados exhibidos en el CUADRO 6, se puede observar que todos los productos comerciales analizados se alejan del rango de humedad establecido en la literatura para el queso procesado unttable (ZEHREN y NUSBAUM, 2000). Por otro lado, tanto el pH como la firmeza obtenida en los diferentes productos varían considerablemente. Así, en el primer parámetro sólo las marcas Colun, Dos Álamos y San Cor se encuentran dentro de los rangos de pH establecidos para este tipo de producto, en tanto la firmeza varía considerablemente entre cada fabricante. En este aspecto, se observa que dos de los productos los cuales contienen estabilizantes como parte de sus ingredientes presentan mayores valores de firmeza.

En el CUADRO 7 se presenta el resumen de respuestas obtenidas por los panelistas, junto a ello las diferencias que existen entre cada muestra según el test de Tukey con un 95% de confianza.

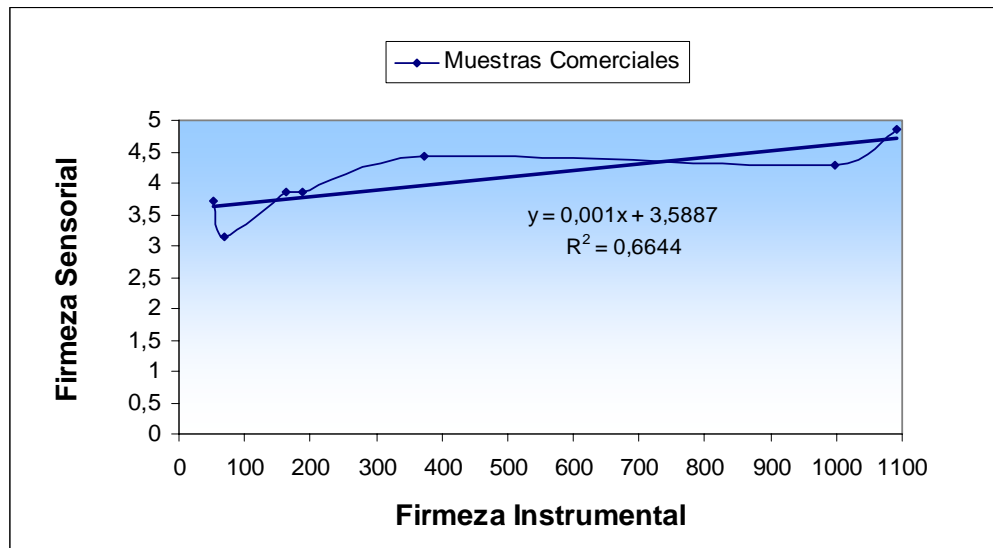
**CUADRO 7. Resumen del test de rango múltiple y promedios obtenidos en los parámetros evaluados para productos comerciales.**

Fabricante	Atributo				A. General
	Firmeza	Suavidad	Creemosidad	Untabilidad	
Kraft	4,43 <sup>b,c</sup>	4,29 <sup>a</sup>	3,71 <sup>a</sup>	3,14 <sup>a,b</sup>	6,86 <sup>b</sup>
Dos Álamos	3,86 <sup>a,b</sup>	4,14 <sup>a</sup>	3,86 <sup>a</sup>	3,43 <sup>b,c</sup>	5,14 <sup>a</sup>
San Cor	4,86 <sup>c</sup>	4,00 <sup>a</sup>	3,57 <sup>a</sup>	2,43 <sup>a</sup>	5,57 <sup>a,b</sup>
Colun	3,71 <sup>a,b</sup>	4,29 <sup>a</sup>	3,86 <sup>a</sup>	3,86 <sup>b,c</sup>	6,14 <sup>a,b</sup>
La vache qui rit	4,29 <sup>b,c</sup>	4,14 <sup>a</sup>	3,86 <sup>a</sup>	3,29 <sup>b</sup>	6,43 <sup>a,b</sup>
Lácteos Frutillar	3,86 <sup>a,b</sup>	4,29 <sup>a</sup>	3,43 <sup>a</sup>	3,71 <sup>b,c</sup>	6,57 <sup>b</sup>
Mulpulmo	3,14 <sup>a</sup>	4,43 <sup>a</sup>	4,00 <sup>a</sup>	3,14 <sup>c</sup>	5,71 <sup>a,b</sup>

<sup>a,b,c</sup>: Letras diferentes en la misma columna significa que son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ) de acuerdo al atributo especificado, según prueba de rango múltiple (Test de Tuckey).

De los productos evaluados, en los atributos de cremosidad y suavidad no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), no así los atributos de firmeza y untabilidad que resultaron ser estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ), indicando en este aspecto que la muestra de marca San Cor que contiene Carboximetilcelulosa como parte de sus ingredientes fue la más consistente, lo cual coincide con el análisis de firmeza instrumental. Por otro lado la muestra de marca Colun fue la que presentó mayor untabilidad, junto Lácteos Frutillar y Dos Alamos, éstas coinciden con los menores puntajes de firmeza asignados por lo cual tienen una mayor capacidad de esparcirse sobre la superficie en la que fueron aplicadas durante la evaluación.

En la FIGURA 5 se puede apreciar la correlación entre los resultados de firmeza instrumental y los puntajes asignados por el panel sensorial. En ésta se destaca un  $R^2 = 0.6644$ , lo indica que existe una correlación entre ambos tipos de medición.







**FIGURA 5. Correlación entre firmeza instrumental y la obtenida por el panel sensorial.**

El análisis estadístico indicó que existen diferencias significativas para la variable aceptación general en las muestras evaluadas, siendo la muestra de marca Kraft, la que tuvo mayor aceptación entre los panelistas obteniéndose un equivalente en la escala hedónica de “Me gusta moderadamente” y cuya formulación es la que presenta una alta consistencia debido a que contenía goma xanthan y/o goma garrofín y/o goma guar como parte de sus ingredientes. Cabe destacar que la aceptación obtenida en ésta muestra solo fue significativamente diferente a la marca Dos Álamos.

#### **4.2 Selección de la formulación control sin estabilizante**





En el CUARO 8 y 9 se presentan los resultados de viscosidad y pH para formulaciones tentativas, elaboradas a partir de un 50% de queso chanco, agua y diferentes proporciones y tipos de sales fundentes, transcurrido las 24 horas de procesamiento a 20°C. Los valores de viscosidad señalados son sólo referenciales y reemplazan las mediciones de textura instrumental ya que algunos productos resultaron ser demasiados líquidos lo cual imposibilitó una medición clara en el texturímetro.

**CUADRO 8. Resultados de los análisis para formulaciones con sales fundentes de marca Prinal a diferentes concentraciones.**

Análisis	Contenido de sal fundente (PRINAL)* (%)			
	2,5	2,0	1,8	1,6
pH	6,18	6,22	6,18	6,06
Sólidos (%)	43,2	42,4	41,6	41,8
Viscosidad(Cp)	17690	25240	26500	9600
Producto Final				

\* Porcentaje en la mezcla total.

**CUADRO 9. Resultados de los análisis para formulaciones con sales fundentes de marca Cramer a diferentes concentraciones.**

Análisis	Contenido de sal fundente (CRAMER)* (%)			
	2,5	2,0	1,8	1,6
pH	6,91	6,99	7,05	6,75
Sólidos (%)	42,7	43,1	42,1	41,9
Viscosidad(Cp)	10680	107000	67900	4500
Producto Final				

\* Porcentaje en la mezcla total.

Como es posible observar en los CUADROS 8 y 9, ambas sales fundentes utilizadas permitieron obtener un producto homogéneo, sin separación de grasa ni suero y sin gránulos. Sin embargo, a diferencia de la sal fundente CRAMER que contiene fosfato disódico y pirofosfato ácido de sodio; PRINAL, que contiene solo polifosfato de sodio, actúa mucho mejor como reguladora de pH en base a los requisitos del producto final (5.7-6.0).

En ambos casos, al añadir a la mezcla sobre 1.6% de sales, se logran productos con muy poca consistencia. Por otro lado a medida que aumenta la concentración



de sales tiende a incrementarse el pH, lo cual no es deseable ya con ello se logra la peptización de las caseínas (ZEHREN y NUSBAUM, 2000).

Debido a que se no se obtuvieron productos con una textura adecuada se hizo necesario variar la materia prima a partir de una concentración fija de sales fundentes establecida en los ensayos anteriores<sup>10</sup> para lograr un queso procesado con mejores propiedades texturales. Por otro lado se obtuvieron productos con un bajo nivel de sólidos por lo que se procedió a aumentar este contenido agregando una mayor proporción de queso chanco. Dichas formulaciones fueron evaluadas por un panel sensorial con el fin de elegir una formulación control para comparar los mejores prototipos obtenidos al aplicar diferentes tipos de hidrocoloides.

Por otro lado se observa que los productos obtenidos presentaron una apariencia larga e hilada, ello pudo ser causa de haber utilizado como materia prima un queso demasiado joven, por lo cual es necesario añadir a la mezcla un queso con mayor tiempo de maduración (JOHA 1993). Por otro lado, una buena alternativa para solucionar las mayores viscosidades obtenidas es añadir a la formulación una materia prima más joven, como lo es una pequeña cantidad de queso fresco. Ello debido a que el grado de maduración de la materia prima ejerce una influencia importante en el procesamiento del queso fundido, debido al contenido relativo de caseína en el queso (relación cuantitativa entre proteínas no disociadas y las totales) (SPREER, 1975; ZEHREN y NUSBAUM, 2000).

Considerando los antecedentes antes mencionados se procedió a incorporar en las formulaciones queso gruyere y quesillo. En el CUADRO 10 se presenta la composición físico-química de las materias primas utilizadas para la elaboración de queso procesado. Es posible observar que los valores de humedad y pH para el queso Chanco se encuentran dentro de lo especificado por la norma para queso Chanco Maduro. En cuanto al quesillo, éste presentó un nivel menor de humedad, pero con valores de pH dentro de lo permitido.

---





<sup>10</sup> 1.6% en la mezcla total de polifosfato de sodio, marca PRINAL

**CUADRO 10. Composición físico-química de los quesos naturales utilizados como materia prima en la elaboración del queso procesado untable.**

Variedad de queso	Sólidos totales (%)	Humedad (%)	pH
Queso Chanco <sup>11</sup>	58	42	5.40
Queso Gruyere <sup>12</sup>	65	35	6.04
Quesillo <sup>13</sup>	42,5	57,5	6,98

En el CUADRO 11 se muestran los promedios obtenidos en los análisis físico-químicos en el queso procesado utilizando diferentes materias primas y un 1.6% de sales fundentes de marca Prinal a las 24 horas de elaboración.

**CUADRO 11. Resultados de los análisis para formulaciones finales de queso procesado untable sin estabilizante.**

Análisis	T.1	T.2	T.3	T.4
pH	5,98	5,87	5,85	5,88
Humedad (%)	59,62	61,32	60,41	58,12
Sólidos (%)	40,38	38,68	39,59	41,88
Firmeza (g/cm <sup>2</sup> ) a 20°C.	6,3	4,9	8,7	9,07
Producto Final				

T.1: Incluye 40% de queso chanco y 10% de queso gruyere.

T.2: Incluye 45% de queso chanco y 5% de quesillo.

T.3: Incluye 50% de queso chanco.

T.4: Incluye 55% de queso chanco.

<sup>11</sup> Queso semiduro, sometido a 21 días de maduración.

<sup>12</sup> Queso duro con un tiempo de maduración de 90 días aprox.

<sup>13</sup> Queso fresco, no sometido a maduración.

Los resultados del CUADRO 11 indican que al emplear diferentes tipos de quesos se obtiene un queso procesado con un pH que se encuentra dentro de los límites establecidos en la literatura.

ZENHREN (2000), señala que los quesos procesados de tipo untable deben contar con un contenido de sólidos entre 40 y 42%, sin embargo solo los tratamientos elaborados con una proporción de queso gruyere (T.1) y 55% de queso Chanco (T.4) cumplen con este requisito. Las diferencias aludidas entre los diferentes valores de humedades podrían explicarse porque los quesos naturales utilizados poseen diferentes grados de maduración y contenido de humedad. Además se varió la proporción de agua en cada formulación para completar el 100% de los ingredientes en cada formulación.

Por otro lado, cabe destacar que los niveles de sólidos son muchos menores comparados con los obtenidos en los productos comerciales, lo cual es deseable si se desea estudiar el efecto de los hidrocoloides en las formulaciones.

Cabe destacar que los tratamientos llevados a cabo en esta etapa tuvieron solo un carácter descriptivo, por lo que al ser un estudio preliminar no se efectuaron repeticiones. De ésta manera se dio lugar a un análisis sensorial, donde se estableció el tipo y concentración de quesos más apropiados de emplear en las etapas posteriores.

**4.2.1 Análisis sensorial para selección de formulación control sin estabilizante.** Un panel entrenado procedió a evaluar las características sensoriales más importantes del producto. Para ello se utilizó una prueba descriptiva con una escala de 5 puntos, donde se evaluaron algunas características físicas visibles del producto tales como untabilidad, firmeza, suavidad, cremosidad y sinéresis. Por último se evaluó la aceptación general.

En el CUADRO 12 se presentan los promedios obtenidos en los atributos evaluados y en la aceptación general para cada tratamiento, además de las diferencias estadísticamente significativas según el test de rango múltiple.

**CUADRO 12. Resumen del análisis de varianza y promedios obtenidos en los parámetros evaluados para formulación control sin estabilizante.**

Muestras	Atributo					Aceptación General
	Fir	Sua	Cre	Unt	Sin	
T.1	3,86 <sup>b</sup>	3,57 <sup>a</sup>	4,43 <sup>a</sup>	3,43 <sup>b</sup>	1,29 <sup>a</sup>	6,00 <sup>b</sup>
T.2	2,86 <sup>a,b</sup>	3,43 <sup>a</sup>	3,14 <sup>b</sup>	3,00 <sup>b</sup>	1,29 <sup>a</sup>	4,86 <sup>b</sup>
T.3	1,86 <sup>a</sup>	3,43 <sup>a</sup>	2,43 <sup>b</sup>	2,14 <sup>a</sup>	1,13 <sup>a</sup>	5,29 <sup>b</sup>
T.4	3,29 <sup>b</sup>	3,57 <sup>a</sup>	3,43 <sup>a,b</sup>	3,14 <sup>b</sup>	1,14 <sup>a</sup>	8,29 <sup>a</sup>

Fir: Firmeza

Sua.: Suavidad

Sin: Sinéresis.

Cre: Cremosidad

Unt: Untabilidad

<sup>a,b,c</sup>: Letras distintas en la misma columna significa que son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ) de acuerdo al atributo especificado con un 95% de confianza, según prueba de rango múltiple (Test de Tuckey).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el test de Tuckey (CUADRO 12), se revela la presencia de diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ), sólo para los atributos de **firmeza, cremosidad y untabilidad**. En tanto los diferentes tipos y concentraciones quesos no influenciaron los atributos de **suavidad y sinéresis**.

De los resultados se desprende que T.1, T.2 y T.4 fueron los tratamientos mejor evaluados en el atributo firmeza no presentando diferencias significativas entre ellos. En tanto que T.1 y T.4 coinciden en presentar los mayores puntajes para cremosidad y untabilidad.

El tratamiento de menor calidad, desde el punto de vista de los atributos anteriormente mencionados fue T.3, siendo el peor evaluado con respecto al resto de las muestras presentando diferencias estadísticamente significativas en los atributos de firmeza y untabilidad. Ello como consecuencia del bajo contenido de sólidos presente en su formulación (50% de queso chanco).

Con respecto a la aceptación general, el tratamiento 4 fue el mejor evaluado por los panelistas presentando diferencias significativas con respecto a las otras muestras ( $p < 0.05$ ). La mejor aceptación obtenida en éste tratamiento radica en que se obtuvo un producto acorde al queso procesado untable, encontrándose dentro

de los mejores evaluados para los atributos de firmeza, cremosidad y untabilidad, además de presentar un mayor contenido de sólidos lo cual le otorga mejores cualidades texturales.

Finalmente, se estableció como formulación control sin estabilizante, aquella que contenía un 55% de queso chanco y un 1.6% de sal fundente.

#### **4.3 Resultados de composición físico-química del queso fundido incorporando hidrocoloides por sí solos, segunda etapa.**

En el CUADRO 13 se pueden observar los valores promedios de los parámetros físico-químicos obtenidos en el queso procesado untable para los diversos tratamientos incorporando diferentes tipos y concentraciones de gomas. Los resultados de los análisis en triplicado se detallan en el ANEXO 5.

**CUADRO 13. Promedio de los análisis físico-químicos en queso procesado untable para formulaciones con diferentes tipos y concentraciones de gomas.**

<b>Estabilizante</b>	<b>Concentración (% de mezcla total)</b>	<b>pH</b>	<b>Humedad (%)</b>
Sin hidrocoloide (Control)	--	5,83	58,35
Carrageninas	0,08	5,82	63,70
	0,1	5,82	64,04
	0,12	5,82	63,88
Goma Guar	0,12	5,82	63,89
	0,15	5,83	64,07
	0,18	5,82	63,41
	0,2	5,82	63,99
	0,23	5,82	63,54
Carboximetilcelulosa	0,08	5,82	63,80
	0,12	5,82	63,89
	0,16	5,82	63,80
Goma Xanthan	0,1	5,81	63,52
	0,2	5,82	63,64
	0,3	5,82	63,47
	0,35	5,82	64,32
	0,4	5,83	63,84
Goma Tara	0,1	5,83	64,18
	0,12	5,83	63,98
	0,15	5,82	63,63
	0,18	5,82	63,72
	0,2	5,83	63,24
LBG	0,15	5,82	64,27
	0,18	5,82	64,05
	0,2	5,83	64,4
	0,23	5,82	63,66
<b>Promedio muestras con gomas</b>		<b>5.82</b>	<b>63,83</b>

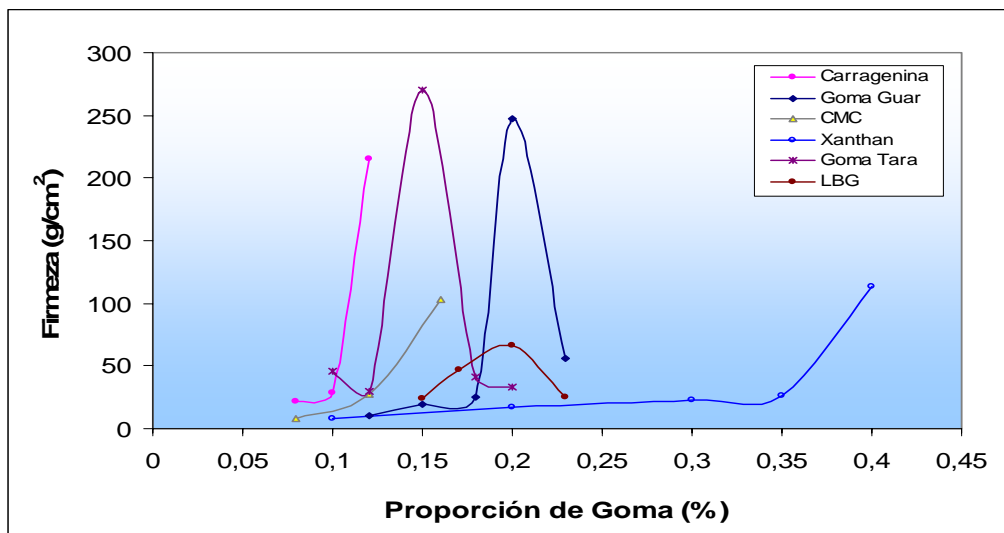
Los valores de pH indicados en el CUADRO 13, se encuentran dentro de los rangos establecidos en la literatura para el queso procesado untable; no así la humedad que sobrepasa levemente lo establecido para éste tipo de quesos (ZENHREN y NUSBAUM, 2000).

Por otro lado se establece que el control presenta una diferencia significativa en cuanto al menor contenido de humedad ( $p > 0.05$ ) frente a los tratamientos con hidrocoloides. Este efecto es corroborado por un estudio realizado por BRITO *et al.* (2003), al elaborar queso procesado laminable reducido en grasa a partir que queso chanco y quesillo en la cual se presenta un mayor contenido humedad en mezclas sinergistas de goma Guar-Xanthan que en un control sin estabilizante, con lo cual se explica que estos productos presentan una mayor capacidad de retención de agua.

Con relación al pH, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos ni con el control ( $p > 0.05$ ), por lo cual los hidrocoloides incorporados en el estudio no afectaron el pH de las formulaciones. Esto coincide con lo señalado por JOHA (1993), quien indica que el pH del queso procesado está determinado por el tipo y concentración de emulsificante utilizado.

#### **4.4 Evaluación de textura instrumental en queso fundido**

En la FIGURA 6 se presentan los resultados de la evaluación de firmeza obtenida en las formulaciones elaboradas con diferentes proporciones de gomas luego de transcurrir 24 horas de su procesamiento. En el ANEXO 6 se presenta el detalle de los resultados de textura instrumental en triplicado para cada tratamiento.



**FIGURA 6. Resultados de firmeza obtenida instrumentalmente para formulaciones con diferentes proporciones de gomas.**

Los resultados de la FIGURA 6, muestran que a medida que aumenta la concentración de gomas incorporadas en la mezcla se obtiene un queso procesado con mayor firmeza, sin embargo se llega un punto donde esta es máxima, observándose una drástica disminución, efecto que es más notorio en las formulaciones que contienen carragenina, goma tara y goma guar.

Esta inestabilidad de las gomas se explica ya que las mezclas de proteínas y polisacáridos son usualmente inestables, estando incorporadas ellas tienden a separarse en áreas ricas en proteínas y en áreas ricas en polisacáridos (FIGURA 7), con lo cual se explica la disminución de la firmeza en las formulaciones que contienen mayor proporción de hidrocoloides, al producirse una separación de fases entre las gomas empleadas en el estudio y el paracaseinato de sodio (DE BONT *et al*, 1994). Esta idea fue apoyada por un estudio realizado por los mismos autores en el cual a través de la utilización de microscopia con láser bifocal se reveló la formación de estructuras agregadas de partículas de proteínas. Con ello se demostró que a concentraciones relativamente altas de amilopectina los agregados de proteína forman una red con características de un gel, con lo cual se explica las mayores firmezas obtenidas en el queso procesado.





**FIGURA 7. Esquema de separación de fases en el sistema polímero-hidrocoloide.**

FUENTE: DE BONT *et al.* (2004).

También es posible observar la baja firmeza aportada por la goma xanthan en los productos al ir aumentando su concentración. Como señala GELYMAR (2006), la molécula de éste polisacárido está representada por una estructura compleja de alto peso molecular la cual es altamente reactiva, éste efecto se refleja en la inestabilidad que presenta en altas concentraciones frente a los sistemas lácteos y a las caseínas de la leche.

Los prototipos a evaluar se encuentran en una zona donde la firmeza fluctúa entre 22.6 y 46.9 gr/cm<sup>2</sup>, ya que sobre estos valores se obtienen productos que se asemejan mas a quesos de tipo cortable, en tanto por debajo de este límite se obtienen productos de muy baja consistencia.

#### **4.5 Evaluación sensorial de prototipos obtenidos con diferentes tipos de hidrocoloides**

Se seleccionaron los prototipos que cuentan con las características visibles y texturales aptas para ser evaluada por un panel sensorial entrenado (CUADRO 14). En ellos se obtiene un producto con buena textura y estabilidad física (con ausencia de sinéresis) acordes al queso procesado untable. Además todos poseen un pH que se encuentran dentro de lo establecido en la literatura.

Para ello un panel sensorial constituido por 8 panelistas procedió a evaluar los atributos de firmeza, cremosidad, untabilidad, adhesividad, granulosis y brillo. Se descartó la suavidad y sinéresis incluidas en la evaluación de la etapa anterior ya que estos no fueron significativamente diferentes, es decir todos los productos presentaron muy baja sinéresis y una suavidad media, por lo que se incluyeron nuevos atributos útiles de evaluar al incluir gomas en las formulaciones. En el ANEXO 9 se presenta la terminología utilizada para la evaluación sensorial.

**CUADRO 14. Prototipos con diferentes tipos y concentraciones de hidrocoloides incluidos en la evaluación sensorial.**

	CMC	GGA	Goma Xanthan	Goma Guar	Goma Tara	LBG
<b>Concentración incluida en la formulación</b>	0,12%	0,1 %	0,35 %	0,18%	0,18%	0,18%
<b>Firmeza (g/cm<sup>2</sup>)</b>	27,9	29,0	22,6	25,7	41,4	46,9

En el CUADRO 15 se exhiben las calificaciones promedio obtenidas en la evaluación sensorial, así como las diferencias estadísticamente significativas otorgadas por los panelistas a cada uno de los tratamientos.

**CUADRO 15. Promedios de respuestas en los atributos evaluados para queso procesado untable.**

Gomas	Atributos						A. General
	Fir	Cre	Unt	Gra	Adh	Bri	
<b>CMC</b>	4,625 <sup>a</sup>	3,375 <sup>b</sup>	3,625 <sup>a</sup>	1,375 <sup>a</sup>	3,000 <sup>a</sup>	3,750 <sup>b</sup>	7,000 <sup>b</sup>
<b>Xanthan</b>	2,625 <sup>d</sup>	2,625 <sup>a</sup>	3,250 <sup>a</sup>	1,625 <sup>a</sup>	3,500 <sup>a</sup>	3,250 <sup>a</sup>	5,375 <sup>a</sup>
<b>CGA</b>	3,750 <sup>c,b</sup>	3,625 <sup>b</sup>	3,750 <sup>a</sup>	1,750 <sup>a</sup>	3,125 <sup>a</sup>	3,750 <sup>b</sup>	6,375 <sup>a,b</sup>
<b>Guar</b>	3,250 <sup>c</sup>	3,375 <sup>b</sup>	3,625 <sup>a</sup>	2,000 <sup>a</sup>	3,250 <sup>a</sup>	4,250 <sup>c</sup>	6,875 <sup>b</sup>
<b>Tara</b>	3,875 <sup>b</sup>	3,625 <sup>b</sup>	3,375 <sup>a</sup>	1,500 <sup>a</sup>	3,125 <sup>a</sup>	3,500 <sup>a,b</sup>	5,250 <sup>a</sup>
<b>LBG</b>	4,000 <sup>b</sup>	3,375 <sup>b</sup>	3,625 <sup>a</sup>	1,750 <sup>a</sup>	3,000 <sup>a</sup>	3,750 <sup>b</sup>	6,250 <sup>a,b</sup>

Fir: Firmeza

Unt: Untabilidad

Adh: Adhesividad

Cre: Cremosidad

Gra: Granulosidad

Bri: Brillo

<sup>a,b,c,d</sup> : Letras distintas en la misma columna indica que son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ), según prueba de rango múltiple.

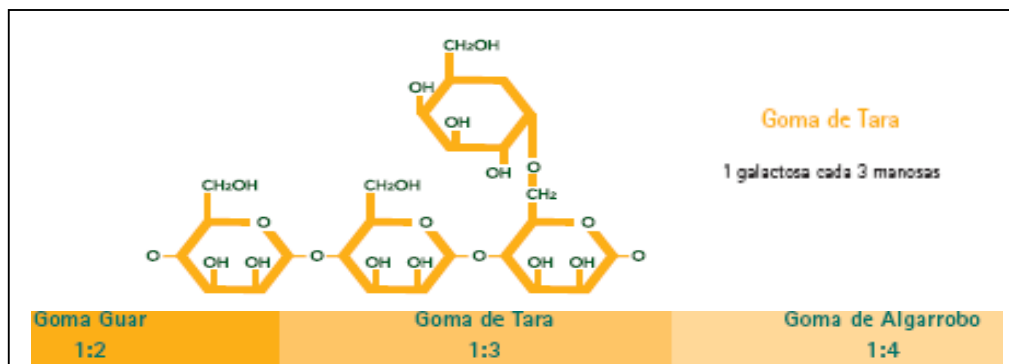
De los resultados obtenidos en el análisis estadístico (CUADRO 15) se desprende que los prototipos evaluados no presentaron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) en los atributos de **untabilidad, granulosidad y adhesividad**, lo cual indica que los distintos hidrocoloides incorporados no afectaron dichas características en los tratamientos evaluados. De esta manera se obtuvieron productos con una capacidad suficiente de esparcirse y sin un escurrimiento excesivo. Además se evidenciaron productos con una textura normal y acorde al queso procesado untable, correspondientes a una masa uniforme suave y lisa, con ausencia de gránulos y arenosidad. Por otra parte los panelistas evaluaron las muestras con una adhesividad “media” dentro de la escala descriptiva, lo cual coincide con la característica de “mediana adhesividad” que es típica y debe cumplir el queso chanco.

**La firmeza, cremosidad y brillo** de los quesos procesados fue afectada por las diferentes concentraciones de hidrocoloides incluidos en los prototipos, por lo cual se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p<0.05$ ). De ésta manera el panel sensorial consideró como producto menos firme aquella formulación que contenían goma xanthan, además fue la peor calificada en el atributo de cremosidad y en el brillo junto a goma tara. Cabe destacar que en este último atributo que al incorporar goma guar se obtiene el mayor brillo, interpretado como “alto” en la escala descriptiva.

Por otro lado el tratamiento que contenía CMC fue el mejor evaluado en cuanto a la firmeza asignada por los panelistas presentando éste diferencias significativas con respecto al resto de las muestras. En un segundo lugar le sigue LBG, tara y carragenina, las cuales no fueron significativamente diferentes entre sí.

FENNEMA (1993), señala que el incremento de firmeza en ciertos productos se debe a la formación del complejo CMC-proteína. Por otro lado las carrageninas del tipo kappa II presentan una alta reactividad en sistemas lácteos, ésta característica se debe a que los grupos sulfatos de la carragenina cargados negativamente interaccionan con la k-caseína que posee una carga neta negativa, reteniendo agua en los espacios intersticiales del gel, reforzando al estructura y otorgando una mayor firmeza al producto final (GELYMAR, 2006). También es importante destacar que la firmeza de la goma guar, tara y LBG, aumenta en este orden, lo

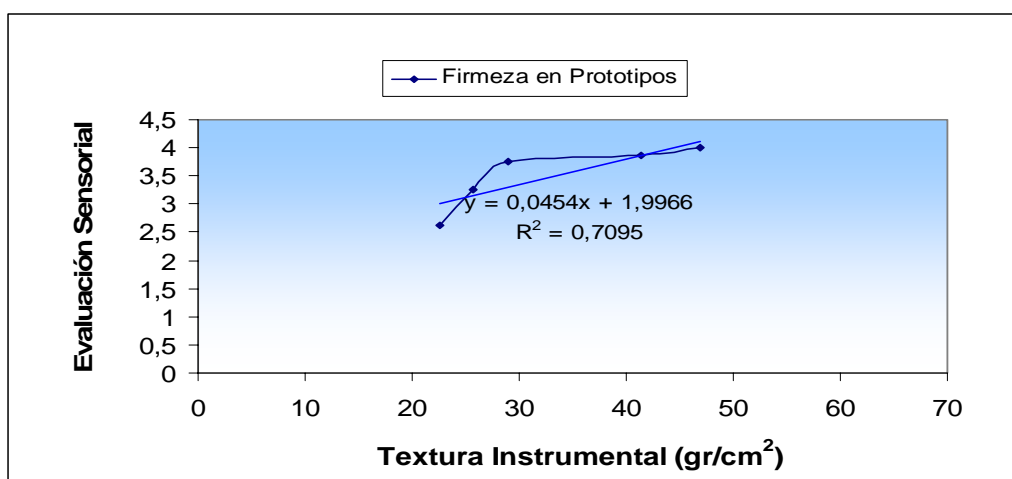
cual es explicable si se compara su estructura química. Así, como se muestra en la FIGURA 8 la goma guar presenta un mayor número de unidades de galactosa en relación a LBG, lo cual le otorga una menor superficie de reacción con las proteínas de la leche (ZEHREN y NUSBAUM, 2000). De éste modo, los galactomananos tienen capacidad de formar una red tridimensional en las que quedan atrapadas las partículas de grasa favoreciendo la consistencia del producto e impidiendo la separación de fases (RAMOS *et al*, 2004).



**FIGURA 8. Estructura química de la goma tara y proporción de unidades galactosa : manosa en los galactomananos**

FUENTE: <http://www.exportselva.com.pe/es/TaraEspanol.pdf>

Como se aprecia en la FIGURA 9, se comparó los resultados de firmeza obtenidos instrumentalmente versus las respuestas otorgadas por los panelistas, con ello se obtuvo un  $R^2$  de 0.7095 lo cual indica que existe una correlación entre las respuestas señaladas por los panelistas y la otorgada por el texturímetro.



**FIGURA 9. Correlación entre firmeza instrumental y evaluación sensorial para prototipos con diferentes tipos de hidrocoloides.**

La escala hedónica aplicada tuvo como objetivo determinar la reacción general de los panelistas frente a los diferentes prototipos de queso procesado englobando todas las características sensoriales del producto. En éste aspecto, el test de rango múltiple determinó que los tratamientos que contenían carboximetilcelulosa, LBG, goma guar y carrageninas fueron los mejores evaluados, no existiendo diferencias significativas en el grado de aceptación que otorgaron los panelistas ( $p < 0.05$ ).

Finalmente, se eligió como el mejor prototipo aquel tratamiento que contenía Carboximetilcelulosa, debido a que presentó el mayor puntaje en la aceptación general con una equivalencia de “Me Gusta Moderadamente” dentro de la escala hedónica, lo cual se vió reflejado en la mayor firmeza obtenida y en la buena caracterización de los demás atributos.

En el CUADRO 16 se presenta los promedios de respuestas otorgadas por los panelistas al evaluar la formulación control y el mejor prototipo elegido al realizar ensayos con gomas individuales.

**CUADRO 16. Promedio de respuestas obtenidas por los panelistas en la evaluación sensorial.**

Muestras	Atributos						Aceptación General
	Fir	Cre	Unt	Gra	Adh	Bri	
CMC	4,125 <sup>a</sup>	4,375 <sup>a</sup>	4,25 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	3,25 <sup>a</sup>	3,75 <sup>a</sup>	8,000 <sup>a</sup>
Control	2,625 <sup>b</sup>	3,375 <sup>b</sup>	2,75 <sup>b</sup>	2,375 <sup>b</sup>	3,75 <sup>b</sup>	3,75 <sup>a</sup>	6,875 <sup>b</sup>

Fir: Firmeza

Unt: Untabilidad

Adh: Adhesividad

Cre: Cremosidad

Gra: Granulosidad

Bri: Brillo

<sup>a,b</sup>: Letras distintas en la misma columna indica que son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ), según prueba de rango múltiple.

De los resultados expresados en la CUADRO 16 se desprende que a excepción del brillo todos los atributos evaluados presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), obteniéndose en comparación del control, mejores cualidades en la formulación que contenía CMC. En este aspecto cabe destacar que al incluir gomas se obtiene un queso procesado con mayor firmeza, cremosidad y untabilidad, además de disminuirse la granulosidad y adhesividad lo cual es deseable en el producto. Por

otro lado cabe destacar la buena aceptación que tuvo la formulación con gomas por parte del panel sensorial obteniéndose un promedio de 8 puntos con un equivalente en la escala hedónica de "Me gusta mucho", observándose diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos

#### 4.6 Resultados de composición físico-química del queso fundido incorporando mezclas sinérgicas de hidrocoloides

En el CUADRO 17 se presentan los promedios de pH y humedad al incorporar en los ensayos mezclas sinérgicas de hidrocoloides. En el ANEXO 7 se presentan las mediciones en triplicado de dichos análisis.

**CUADRO 17. Análisis físico-químicos de queso procesado untable para formulaciones con mezclas sinérgicas de hidrocoloides.**

mezcla	Concentración (% de mezcla total)	pH	Humedad (%)
Sin hidrocoloide (Control)	--	5,83	58,35
Guar - Xanthan 90:10	0,1	5,84	62,75
	0,12	5,83	63,06
	0,15	5,84	63,28
	0,18	5,84	62,43
	0,2	5,83	63,09
	0,23	5,85	62,59
LBG – Xanthan 50:50	0,12	5,84	61,78
	0,15	5,83	62,08
	0,18	5,84	62,56
<b>Promedio muestras con gomas</b>		5,84	62,62

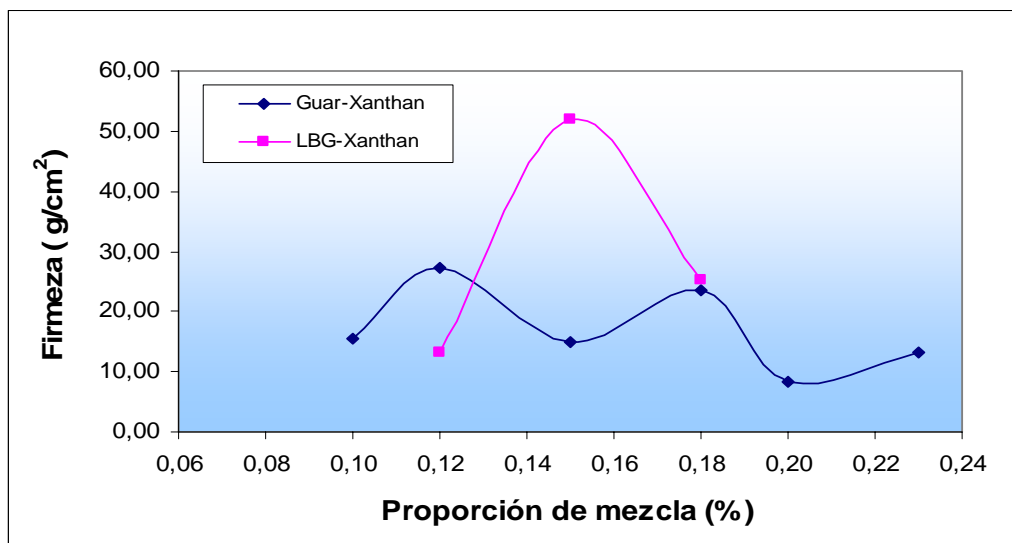
Como se aprecia en el CUADRO 17 los valores de humedad son levemente diferentes a los obtenidos en la primera etapa al incorporar gomas por si solas. En ésta instancia éstos valores sobrepasan levemente a los señalados en la literatura, en cuanto que el pH se encuentra dentro de los rangos establecidos. De éste modo las formulaciones que contenían mezclas de hidrocoloides presentaron un mayor contenido de humedad con respecto al control. Las diferencias aludidas se

debe posiblemente que al incorporar una mezcla de gomas, se logra una mayor retención de humedad (BRITO *et al.*, 2003).

Por otro lado, no se observaron diferencias significativas para los valores de pH y humedad en ambos tratamientos ( $p > 0.05$ ) para un mismo período de almacenamiento, esto debido a que las formulaciones difieren solamente en el tipo y concentración de las gomas utilizadas, en tanto que se mantuvo la constante la concentración de quesos y sales fundentes (MARUYAMA *et al.*, 2006)

#### 4.7 Evaluación de textura instrumental al incorporar mezclas de hidrocoloides.

En la FIGURA 10 se presentan los resultados de la evaluación de firmeza obtenidos para formulaciones elaboradas con diferentes proporciones de gomas luego de transcurrir 24 horas de su procesamiento. Las mediciones de textura instrumental para cada tratamiento se detallan en el ANEXO 8.



**FIGURA 10. Resultados de firmeza obtenida instrumentalmente para formulaciones con diferentes concentraciones de mezclas de gomas.**

Como es posible observar en la FIGURA 10, al ir aumentando la concentración de estabilizante se obtiene una mayor firmeza con la mezcla LBG-Xanthan que al aplicar la mezcla guar-xanthan. Éste efecto es similar al que presentan las gomas

al incorporarse por sí solas, es decir; la alta inestabilidad en el sistema por la separación de fases entre las proteínas y polisacáridos (DE BONT et al. 2004). Ésta tendencia que es menos notoria al emplear la mezcla Guar – Xanthan, lo cual se explica por la menor reactividad que presenta frente a las proteínas de la leche en comparación de la mezcla LBG-Xanthan. Por otro lado LBG tiene menos unidades laterales de galactosa que la goma guar, resultando en una menor interrupción a lo largo de la cadena de manosas que permite el mayor acceso para interactuar con la molécula de goma xanthan, provocándose una interacción más débil con la goma guar. Cabe destacar que la interacción molecular es provocada por la liberación de grupos acetilos de la goma xanthan. (ZEHREN y NUSBAUM, 2000; WHISTLER Y BEMILLER, 1993).

Por otro lado, fue posible obtener valores similares de firmeza instrumental comparados con los prototipos que incluían gomas por sí solas, aplicando una menor concentración de las gomas guar y LBG en combinación sinérgica con goma xanthan. Éste efecto radica en que los galactomananos poseen una gran cantidad de grupos hidroxilos en su estructura química, lo que le otorga una mayor capacidad de retención de agua, lo que da una mayor firmeza al gel formado (BRITO *et al.* 2003).

Esto es importante desde el punto de vista comercial ya que implica una reducción de costos. Así por ejemplo; Locust-Bean posee un costo comparativo mayor al ser utilizada por si sola, el cual es posible disminuir al mezclar con goma xanthan que tiene menor precio (GELYMAR, 2000).

En EL CUADRO 18 es posible observar el costo referencial de los hidrocoloides empleados en el estudio, ponderado a marzo del año 2006.



**CUADRO 18. Costo referencial de gomas y mezclas de gomas.**

%	Goma	Mezcla	Costo (USD/kg)
100	Locust – Bean clarificada	-	31,69
100	Goma Xántica no clarificada	-	6,00
100	Carragenina	-	7,50
100	Carboximetilcelulosa de sodio	-	4,80
100	Tara	-	5,50
100	Guar	-	2,10
90:10	-	Guar : Xanthan	2,39
50:50	-	LBG : Xanthan	20,36

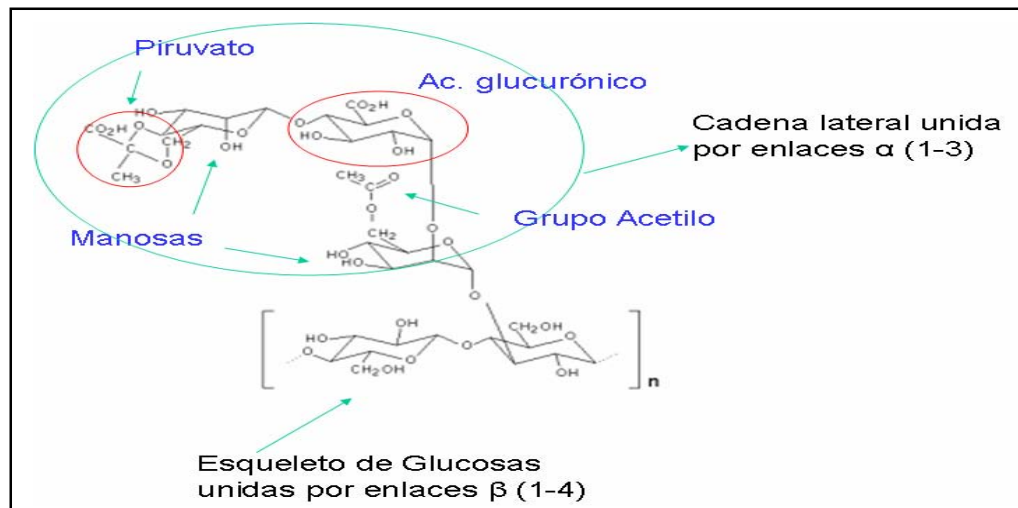
FUENTE: GELYMAR (2006).

En la FIGURA 11 se observa la estructura molecular de la goma xanthan, mientras que en la FIGURA 12 se observa el modelo que representa una red tridimensional entre las moléculas de polisacáridos (interacción de doble hélice entre la goma xanthan y galactomananos) atrapando agua en los espacios cerrados, con lo cual el sistema es modificado provocando un aumento de la viscosidad o gelificación (WHISTLER Y BEMILLER, 1993). Así mismo esta red previene la separación de aceite y de partículas sólidas insolubles, otorgando mejores cualidades texturales en comparación con soluciones puras de goma xanthan<sup>14</sup>.

---

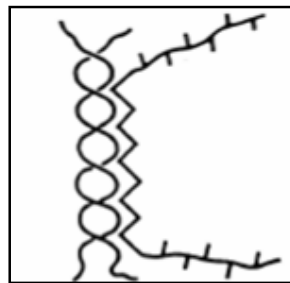
<sup>14</sup>

[http://www.jungbunzlauer.com/media/uploads/pdf/Xanthan\\_Gum/Xanthan\\_Gum\\_2001\\_Spanish.pdf](http://www.jungbunzlauer.com/media/uploads/pdf/Xanthan_Gum/Xanthan_Gum_2001_Spanish.pdf).



**FIGURA 11. Estructura molecular de la goma xanthan**

FUENTE: GELYMAR (2006).



**FIGURA 12. Representación esquemática del modelo de reacción entre goma xanthan y galactomananos.**

FUENTE: WHISTLER Y BEMILLER (1993).

#### 4.8 Evaluación sensorial de prototipos obtenidos con mezclas sinérgicas de hidrocoloides.

Se seleccionó un prototipo por cada mezcla estudiada los cuales fueron evaluados por un panel sensorial entrenado (CUADRO 19). Éstos fueron seleccionados ya que presentaron las características físico-químicas adecuadas y una consistencia acorde al queso procesado. Por otro lado los valores de firmeza fueron similares a los obtenidos cuando se aplicaron gomas individualmente.

**CUADRO 19. Prototipos con diferentes tipos y concentraciones de hidrocoloides incluidos en la evaluación sensorial.**

	<b>LBG-xanthan</b>	<b>Guar-xanthan</b>
<b>Concentración incluida en la formulación</b>	0,15%	0,12%
<b>Firmeza (g/cm<sup>2</sup>)</b>	51,87	23,87

En el CUADRO 20 se muestran las calificaciones promedios obtenidas en la evaluación sensorial, así como las diferencias significativas entre las muestras según el test de tuckey al comparar el control sin estabilizante y los prototipos obtenidos al incorporar las mezclas de gomas guar-xanthan y LBG-xanthan.

**CUADRO 20. Promedios de los atributos evaluados en queso procesado untable.**

<b>Mezcla de Gomas</b>	<b>Atributos</b>						<b>A. General</b>
	Fir	Cre	Unt	Gra	Adh	Bri	
Guar-Xantan	3,875 <sup>c</sup>	3,625 <sup>a</sup>	4,625 <sup>b</sup>	4,500 <sup>a</sup>	3,000 <sup>a,b</sup>	4,250 <sup>a</sup>	7,375 <sup>a,b</sup>
LBG-Xanthan	4,125 <sup>b</sup>	3,750 <sup>a</sup>	4,450 <sup>b</sup>	4,500 <sup>a</sup>	2,875 <sup>b</sup>	4,375 <sup>a</sup>	7,625 <sup>b</sup>
Control	2,875 <sup>a</sup>	3,375 <sup>a</sup>	3,375 <sup>a</sup>	2,375 <sup>a</sup>	3,750 <sup>a</sup>	3,875 <sup>a</sup>	6,875 <sup>a</sup>

Fir: Firmeza

Untab: Untabilidad

Adh: Adhesividad

Cre: Cremosidad

Gran: Granulosidad

Bri: Brillo

<sup>a,b,c</sup> : Letras distintas en la misma columna indica que son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ), según prueba de rango múltiple.

Según el test de rango múltiple señalado en el CUADRO 20, se puede observar que al comparar el control sin estabilizante frente a dos tratamientos que contienen mezclas sinérgicas de hidrocoloides, no se obtuvieron diferencias significativas para los atributos de cremosidad, granulosidad y brillo.

La firmeza obtenida en la formulación control resultó ser significativamente diferente con respecto a las muestras que presentaron mezclas de hidrocoloides, siendo la formulación que contenía la mezcla LBG-xanthan la mejor evaluada por los panelistas en éste atributo. La untabilidad y adhesividad no fueron

significativamente diferentes entre los tratamientos al incorporar ambas mezclas de gomas, pero sí entre éstas y el control, resultando en este último un producto con menor calidad desde el punto de vista de los atributos anteriormente mencionados.

De los resultados emitidos para la aceptación general, se desprende que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos que contienen mezclas de gomas, pero sí entre éstos y el control. Finalmente, de elegir una mezcla de hidrocoloides apropiada para aplicar en queso procesado untable, la mezcla LBG-xanthan, cuenta con las características sensoriales acordes a éste tipo de producto, en especial por la mayor firmeza obtenida, lo que se traduce en una buena aceptación por parte de los panelistas con un equivalente de “me gusta mucho” en la escala hedónica.

## 5. CONCLUSIONES

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

- Es factible elaborar queso procesado untable a nivel de laboratorio con menor nivel de sólidos que los productos comerciales, que permita ver la funcionalidad de los hidrocoloides a través de mediciones de firmeza instrumental y análisis sensorial.
- Es posible incorporar las gomas tara, guar, LBG, xanthan, carragenina y carboximetilcelulosa como parte de la formulación del queso procesado. Con la incorporación de CMC se obtiene un producto de mejor aceptación esencialmente porque presenta una mayor firmeza siendo significativamente diferente del resto de gomas empleadas. En un segundo lugar se encuentran las gomas LBG, tara y carragenina con los que además se obtuvo una buena cremosidad y brillo. Por otro lado, la incorporación de distintos hidrocoloides no afectaron las características de untabilidad, granulosis y adhesividad del queso procesado.
- Con la incorporación de goma xanthan se obtiene un producto de menor calidad desde el punto de vista de los atributos de firmeza, cremosidad y brillo.
- Al aplicar las mezclas de gomas guar-xanthan y LBG-xanthan no se obtuvieron diferencias significativas entre ambas de acuerdo a la aceptación de los jueces, pero sí entre la mezcla LBG-Xantan y el control sin estabilizante, existiendo una marcada diferencia en el atributo firmeza, donde en orden decreciente se situaron las mezclas LBG-xanthan, guar-xanthan y el control. Por otro lado la incorporación de estas mezclas no

tuvo un efecto significativo en los atributos de cremosidad, granulosis y brillo.

- Es posible obtener mejores cualidades sensoriales bajando la concentración de las gomas guar y LBG incorporándolas junto a goma xanthan en su punto sinérgico, lo cual es ventajoso ya que implica además una reducción de costos.

## 6. RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el centro de Innovación perteneciente a la empresa "Extractos Naturales GELYMAR S.A", entre los meses de agosto de 2006 a enero de 2007.

El propósito de esta investigación fue aplicar un procedimiento diseñado por la compañía para elaborar un prototipo de queso procesado untable en el laboratorio con bajo contenido de sólidos y evaluar el efecto de los hidrocoloides como parte de sus ingredientes.

En primer lugar fue necesario establecer una formulación base para el queso procesado para estudiar individualmente el efecto de la CMC, Carragenina y las gomas Xanthan, Tara, Guar y Locust-Bean y posteriormente las mezclas de gomas Guar-Xanthan (90:10) y LBG-Xanthan (50:50) en su punto sinérgico.

El nivel de uso de cada hidrocoloide no afectó el pH del queso procesado. Pero si se observaron diferencias significativas entre las formulaciones que contenían hidrocoloides y el control sin estabilizante.

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial demostraron que los prototipos de mejor aceptación por sus cualidades sensoriales fueron los que contenían Carboximetilcelulosa y la mezcla sinérgica de gomas LBG-Xanthan. Además se estableció para el atributo firmeza un  $R^2 = 0.7095$ , lo cual indica que existe una correlación media entre las mediciones instrumentales y sensoriales.

Al evaluar la firmeza instrumental aumentando la concentración de las diferentes gomas y mezclas empleadas, se observó que ésta llega a un punto de máxima firmeza y luego disminuye, ello como consecuencia de la inestabilidad que presentan las mezclas de proteínas y polisacáridos, con lo cual se explica la disminución de la fuerza de gel en ciertas concentraciones.

## SUMMARY

This investigation was carried on the Innovation Center of "Extractos Naturales GELYMAR S.A", since August 2006 to January 2007.

The purpose of this research was to apply a procedure designed by company to elaborate a prototype of spreadable processed cheese with low solid content in the laboratory and to study the effect of different hydrocolloids.

First, it was necessary to assess a base for the spreadable processed cheese to study the effect of CMC, Carrageenan, Xanthan gum, Tara, Guar and Locust-Bean gum, individually and the behaviour of combinations LBG-xanthan ( 50:50) and Guar-xanthan (90:10) mixtures.

The use level of each hydrocolloids did not affect the pH of the spreadable processed cheese. But statistical significant differences were observed between formulas with hydrocolloids and those from the control.

Sensory evaluation tests indicated the best results were got with CMC and LBG-xanthan mixture. Related to firmness of spreadable cheeses, it was measured with a texture analyzer and the data obtained was correlated to sensory evaluation. In general terms it was found a medium correlation between the measurements and sensory evaluation ( $R^2= 0.7095$ ).

Instrumental firmness changed when concentration of gums and mixture were applied increasing up to a maximum and then decreasing. At that maximum point mixture stability is lost as a consequence of protein and polysaccharides mixture unestability, which explains the force decreasing at some concentrations.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ALARCÓN, Y. 2003. Evaluación del uso de carrageninas en bebidas lácteas fermentadas. Tesis Ingeniero en Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. 134 p.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO PESQUERO Y ALIMENTARIO (ATZI), INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO (AINIA). 1999. Vigilancia tecnológica en el sector de aditivos. Agentes de textura. Programa de infraestructuras y Redes de Innovación. Chile. 42 p.
- BRITO, C. 2006. Guía de práctico queso Chanco. Tecnología de Productos Lácteos, ITCL 272. Universidad Austral de Chile. Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Valdivia. 6 p.
- \_\_\_\_\_, SILVA, S., MOLINA, L., PINTO, M., CARRILLO, B. y OYARZÚN, E. 2003. Queso procesado laminable reducido en grasa elaborado de chanco y quesillo. Revista Chilena de Nutrición. 30 (3): 272-278
- \_\_\_\_\_, MENDEZ, P., MOLINA, L. y PINTO, M. Desarrollo de queso chanco de reducido tenor graso utilizando proceso de homogeneización en la leche. AGRO SUR. 2002. 30 (1): 68-79.
- CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, INN. 1979. Leche y Productos lácteos. Chile. Determinación de pH. Norma Chilena 1671.
- \_\_\_\_\_. 1999. Productos lácteos, queso Chanco. Requisitos. Norma Chilena 2090.
- \_\_\_\_\_. MINISTERIO DE SALUD. 1999. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Publiley. Santiago, Chile. 286 p.

- CHOU, Y. 1985. Análisis Estadístico. Interamericana. México. 808 p.
- DE BONT, P., LUENGO, H., VAN KEMPEN, G. y VREEKER, R. 2004. Time evolution of phase separating milk protein and amylopectin mixture. Food Hydrocolloids. 18: 1023-1031.
- FENNEMA, O. 1993. Química de los alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España. 1095 p.
- FEDERATION INTERNATIONALE DE LAITERIE. Determinación de humedad. Método Gravimétrico. Federation Internationale de Laiterie Standard 4A. 1982.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 1981. Manual de elaboración de quesos. Equipo regional de Fomento y Capacitación en lechería para América Latina. p. irr.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 1987. Production and utilization of products from commercial seaweeds. Department of Chemistry University College. Editado por D.J. McHugh. FAO Fisheries Technical Paper N° 288. Campbell. Australia. 189 p.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2003. A guide to the seaweed industry. Editado por D.J. McHugh. FAO Fisheries Technical Paper. N° 441. Rome. 105 p.
- GELYMAR. 2000. Aplicación de Carrageninas en Agua. 17 p
- GELYMAR. 2006. Efecto de la Adición de Tara-Cassia sobre KII en Propiedades Finales. 6 p.
- GELYMAR. 2006. Estudio de Estabilidad Térmica de de Goma Guar Nativa y Depolimerizada y Efecto Sinérgico con Goma Xántica. 4 p
- GELYMAR. 2006. Sinergia de Xanthan con Otras Gomas. Efecto de las Propiedades Finales. 5 p.


- JOHA, G. 1993. Processed Cheese Manufacture. BK Ladenburg GmbH. English Edition.
- IMR INTERNATIONAL. 2002. Food thickeners and stabilizers. San Diego. U.S.A. p irr.
- INSTITUTO TECNOLOGICO PESQUERO Y ALIMENTARIO. 1999. Informe de Vigilancia Tecnológica. Agentes de Textura. Barcelona. España. 52 p.
- KUEHL, R. 2001. Diseño de experimentos. Thompson. Australia. 666 p.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 1972. Normas Internacionales recomendadas para los quesos y aceptaciones por los gobiernos. Roma. 53 p.
- LARMOND, E. 1977. Métodos de laboratorio para la evaluación sensorial de alimentos. Departamento de Agricultura de Canadá. Canadá. 50 p.
- MADRID, A. 1992. Los aditivos en los alimentos. Editorial AMV. Madrid. España. 251p.
- MARUYAMA, L., CARDALELLI, H., BURITI, F. y SAAD S. 2006. Textura instrumental de queijo Petit-Suisse potencialmente probiótico: influência de diferentes combinações de gomas. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*. 26(2): 386-393
- MAIER, S., SCHERER, S. y LOESSNER, M. 1999. Long-Chain Polyphosphate Causes Cell Lysis and Inhibits *Bacillus cereus* Septum Formation, Which Is Dependent on Divalent Cations. *Applied and Environmental Microbiology*. 65 (9): 3942-3949.
- RAMOS, N., FARIAS, M., ALMADA, C. y CIVARO, N. 2004. Estabilidad de salchichas con hidrocoloides y emulsificantes. *Revista Chilena de Nutrición*. 15(4): 91-94.

- RIOS, S. 1976. Análisis Estadístico Aplicado. Paraninfo. Madrid. 411 p.
- SPREER, E. 1975. Lactología Industrial. Zaragoza, Acribia. 461 p.
- STABLE MICRO SYSTEMS. 2000. TAXT2. Cheese. Application Study . 6 p.
- TAGER, Y. 1985. Desarrollo tecnológico de queso procesado (fundido) untable con diversas proporciones de queso de cabra/queso de vaca. Tesis de Licenciatura Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile. 62 p
- VANCE, G. y SURMACKA, A. 1973. Guildelines to Training a Textura Profile Panel. Journal of Textural Studies. 23: 204-223
- VEGA, L. 2002. Influencia del uso de imitadores de grasa sobre el proceso de elaboración y rendimiento de queso Chanco de reducido tenor graso. Tesis Ingeniero en Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. 134 p.
- VEISSEYRE, R. 1980. Lactología Técnica. Zaragoza, Acribia. 629 p.
- WHISTLER, R. y BEMILLER, J. 1993. Industrial Gums. Third edition. Academic Press Limited. San Diego. California. 641 p.
- WILLIAMS, P. y PHILLIPS, G. 2006. Gums and Stabilisers for the Food Industry, RSC Publishing. 495p.
- ZEHREN, V. y NUSBAUM, D. 2000. Cheese Process. Cooley. Madison, Wisconsin. 364 p.

**ANEXOS**


## ANEXO 1

Planillas para test descriptivo utilizada en la evaluación sensorial para queso procesado untable.

	EVALUACIÓN SENSORIAL																																																								
HOJA DE RESPUESTA																																																									
PRODUCTO	: QUESO PROCESADO UNTABLE																																																								
NOMBRE	: _____																																																								
FECHA	: _____																																																								
<p>Sírvase degustar las muestras y caracterizar sus propiedades de acuerdo a la a la escala presentada. Indique en cada celda el valor correspondiente a cada característica.</p>																																																									
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Muy Baja= 1</td> <td>Baja= 2</td> <td>Media= 3</td> <td>Alta= 4</td> <td>Muy Alta= 5</td> </tr> </table>		Muy Baja= 1	Baja= 2	Media= 3	Alta= 4	Muy Alta= 5																																																			
Muy Baja= 1	Baja= 2	Media= 3	Alta= 4	Muy Alta= 5																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>Finmeza</th> <th>Creмосidad</th> <th>Untabilidad</th> <th>Granulosidad</th> <th>Adhesividad</th> <th>Brillo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Muestra	Finmeza	Creмосidad	Untabilidad	Granulosidad	Adhesividad	Brillo																																																		
Muestra	Finmeza	Creмосidad	Untabilidad	Granulosidad	Adhesividad	Brillo																																																			
<p>..... GRACIAS !</p>																																																									
<p>ÁREA INNOVACIÓN</p>																																																									

## ANEXO 2

Planillas para test de aceptación utilizada en la evaluación sensorial para queso procesado untable.

		EVALUACIÓN SENSORIAL			
HOJA DE RESPUESTA					
PRODUCTO	:	QUESO PROCESADO UNTABLE			
NOMBRE	:	_____			
FECHA	:	_____			
<p>Sírvase evaluar las siguientes muestras.            Marque con una X aquel lugar que con mayor exactitud interpreta la magnitud de agrado o de desagrado que le produce las muestras.            Enjuague la boca con agua después de cada degustación.</p>					
PUNTAJES	CATEGORÍAS	muestra	muestra	muestra	muestra
9	<i>Me gusta extremadamente</i>				
8	<i>Me gusta mucho</i>				
7	<i>Me gusta moderadamente</i>				
6	<i>Me gusta levemente</i>				
5	<i>No me gusta ni me disgusta</i>				
4	<i>Me disgusta levemente</i>				
3	<i>Me disgusta moderadamente</i>				
2	<i>Me disgusta mucho</i>				
1	<i>Me disgusta extremadamente</i>				
COMENTARIOS..... .....					
<b>¡ GRACIAS !</b>					
ÁREA INNOVACIÓN					

## ANEXO 3

## Composición físico-química y firmeza de productos comerciales.

Muestra Comercial	Repetición	Humedad	pH	Firmeza (g/cm <sup>2</sup> )
Colun	1	47,52	5,79	47,4
	2	48,91	5,80	55,3
	3	48,03	5,80	54,2
Lácteos Frutillar	1	46,68	5,72	190,2
	2	47,22	5,68	185,3
	3	46,15	5,67	188,2
Dos Álamos	1	48,18	5,76	168,3
	2	47,32	5,75	160,4
	3	49,51	5,76	162,5
Mulpulmo	1	62,57	5,62	65,2
	2	60,94	5,63	70,3
	3	59,87	5,65	68,2
Kraft	1	43,08	4,83	366,7
	2	44,23	4,84	382,1
	3	43,97	4,86	371,0
San Cor	1	45,92	5,71	1087,2
	2	46,23	5,72	1076,6
	3	45,08	5,70	1108,5
La vache qui rit	1	35,2	5,49	985,3
	2	31,27	5,48	996,7
	3	32,04	5,49	1010,1



## ANEXO 4

### Análisis de varianza para ensayos de elaboración de queso procesado untable

- Resumen del análisis de varianza para los atributos evaluados y en la aceptación general para productos comerciales.

<b>Factores</b>	<b>Valor- p</b>
Consistencia	0,0206
Suavidad	0,9773
Cremosidad	0,8638
Untabilidad	0,0048
Aceptación general	0,1360

- Resumen del análisis de varianza para los atributos evaluados y en la aceptación general para formulación control sin estabilizante.

<b>Factores</b>	<b>Valor- p</b>
Consistencia	0,0074
Suavidad	0,9946
Cremosidad	0,0136
Untabilidad	0,0313
Sinéresis	0,9284
Aceptación general	0,0000

- Resumen del análisis de varianza para los atributos evaluados y en la aceptación general para prototipos elaborados con diferentes tipos de gomas.

<b>Atributo</b>	<b>Valor p</b>
Firmeza	0,0722
Cremosidad	0,0044
Untabilidad	0,4579
Granulosidad	0,6209
Adhesividad	0,8413
Brillo	0,0054
Aceptación General	0,0472

**Continuación ANEXO 4**

- Resumen del análisis de varianza para los atributos evaluados y en la aceptación general para prototipos elaborados mezclas sinérgicas de hidrocoloides

<b>Atributo</b>	<b>Valor p</b>
Firmeza	0,0000
Creosidad	0,5881
Untabilidad	0,0001
Granulosidad	0,5078
Adhesividad	0,0692
Brillo	0,1867
Aceptación General	0,0696

## ANEXO 5

**Composición físico-química de queso procesado untado en los ensayos de elaboración con diferentes tipos de hidrocoloides.**

Estabilizante	Proporción (%)*	Repetición	Humedad (%)	pH
Control	Sin gomas	1	58,12	5,83
		2	58,95	5,82
		3	57,98	5,84
Carragenina	0,08	1	63,25	5,83
		2	64,32	5,82
		3	63,52	5,82
	0,1	1	64,59	5,81
		2	63,54	5,83
		3	63,98	5,83
	0,12	1	63,23	5,82
		2	64,96	5,82
		3	63,44	5,83
CMC	0,08	1	63,42	5,80
		2	64,22	5,82
		3	63,77	5,83
	0,12	1	63,46	5,82
		2	64,99	5,82
		3	63,23	5,83
	0,16	1	63,47	5,83
		2	63,75	5,82
		3	64,17	5,82
Goma Xanthan	0,1	1	63,28	5,83
		2	63,52	5,80
		3	63,76	5,81
	0,2	1	64,32	5,80
		2	62,53	5,83
		3	64,07	5,83
	0,3	1	62,27	5,82
		2	63,2	5,82

## Continuación ANEXO 5

Goma Xanthan	0,30	3	64,61	5,83
	0,35	1	63,35	5,82
		2	64,85	5,81
		3	64,75	5,82
	0,4	1	64,58	5,82
		2	63,58	5,84
3		63,35	5,83	
Goma Guar	0,12	1	63,58	5,83
		2	63,57	5,83
		3	64,52	5,80
	0,15	1	64,25	5,83
		2	64,44	5,83
		3	63,51	5,82
	0,18	1	63,18	5,82
		2	63,38	5,82
		3	63,66	5,83
	0,2	1	63,58	5,83
		2	64,54	5,83
		3	63,86	5,81
	0,23	1	64,26	5,82
		2	63,12	5,83
		3	63,25	5,82
Goma Tara	0,1	1	64,43	5,82
		2	64,82	5,84
		3	63,28	5,83
	0,12	1	63,94	5,82
		2	63,99	5,84
		3	64,01	5,83
	0,15	1	64,38	5,81
		2	63,51	5,82
		3	62,99	5,82
	0,18	1	63,34	5,81
2		63,25	5,81	

## Continuación ANEXO 5

Goma Tara	0,18	3	64,58	5,84
	0,2	1	63,32	5,83
		2	62,59	5,83
		3	63,82	5,82
Locust - Bean	0,15	1	65,9	5,83
		2	63,91	5,82
		3	62,99	5,82
	0,18	1	63,07	5,83
		2	64,58	5,83
		3	64,51	5,80
	0,2	1	64,78	5,82
		2	63,58	5,84
		3	64,35	5,82
	0,23	1	63,35	5,84
		2	63,35	5,80
		3	64,28	5,81

\* Concentración en base a la mezcla total

## ANEXO 6

Resultados de textura instrumental en queso procesado untable con aplicación de gomas individualmente después de 24 horas a 20°C.

Goma	Concentración (% en mezcla total)	Repeticiones	Firmeza (g/cm <sup>2</sup> )
Carragenina	0,08	1	20,2
		2	22,2
		3	21,2
	0,1	1	29,2
		2	28,9
		3	28,9
	0,12	1	210,9
		2	220,5
		3	215,7
Guar	0,12	1	9,9
		2	9,8
		3	9,9
	0,15	1	19,6
		2	18,8
		3	19,2
	0,18	1	27,0
		2	25,9
		3	24,1
	0,2	1	237,4
		2	256,5
		3	246,9
	0,23	1	54,0
		2	59,2
		3	56,5
CMC	0,08	1	8,0
		2	6,6
		3	10,0
	0,12	1	26,9

## Continuación ANEXO 6

CMC	0,12	2	29,3
		3	27,6
	0,16	1	106,4
		2	100,2
		3	103,2
Xanthan	0,1	1	7,4
		2	8,2
		3	8,7
	0,2	1	17,1
		2	17,1
		3	15,7
	0,3	1	18,9
		2	18,9
		3	20,9
	0,35	1	21,8
		2	23,2
		3	22,8
	0,4	1	120,9
		2	115,8
		3	104,2
Tara	0,1	1	43,0
		2	48,1
		3	46,2
	0,12	1	28,0
		2	27,8
		3	32,4
	0,15	1	288,0
		2	262,0
		3	260,9
	0,18	1	42,0
		2	42,0
		3	40,3
	0,2	1	33,4

## Continuación ANEXO 6

Tara	0,20	2	32,1
		3	33,1
LBG	0,15	1	22,1
		2	23,6
		3	27,2
	0,18	1	42,4
		2	48,6
		3	49,6
	0,2	1	69,5
		2	63,1
		3	67,2
	0,23	1	23,9
		2	24,9
		3	26,0



## ANEXO 7

**Composición físico-química del queso procesado untable en los ensayos de elaboración al incorporar mezclas sinérgicas de hidrocoloides.**

Mezclas de gomas	Proporción (%)*	Repetición	Humedad (%)	pH
Guar - Xanthan	0,1	1	62,46	5,85
		2	62,57	5,86
		3	63,21	5,82
	0,12	1	63,75	5,83
		2	62,67	5,85
		3	62,75	5,82
	0,15	1	62,96	5,86
		2	63,93	5,82
		3	62,96	5,83
	0,18	1	64,93	5,83
		2	62,43	5,86
		3	59,93	5,84
	0,2	1	62,63	5,85
		2	63,43	5,83
		3	63,21	5,82
	0,23	1	62,64	5,83
		2	62,63	5,85
		3	62,51	5,86
LBG - Xanthan	0,12	1	62,01	5,82
		2	61,81	5,84
		3	61,51	5,85
	0,15	1	62,27	5,84
		2	62,49	5,83
		3	61,49	5,83
	0,18	1	62,11	5,86
		2	63,12	5,83
		3	62,44	5,84

## ANEXO 8

Resultados de textura instrumental al aplicar mezclas sinérgicas de gomas en queso procesado untable después de 24 horas a 20°C

Mezcla de Gomas	Concentración (% en mezcla total)	Repeticiones	Firmeza (g/cm <sup>2</sup> )
Guar-Xanthan	0,1	1	14,8
		2	16,1
		3	15,5
	0,12	1	24,4
		2	23,6
		3	23,6
	0,15	1	16,4
		2	14,2
		3	14,1
	0,18	1	23,1
		2	23,6
		3	24,0
	0,2	1	8,4
		2	8,1
		3	8,3
0,23	1	12,9	
	2	12,4	
	3	14,6	
LBG-Xanthan	0,12	1	13,5
		2	12,8
		3	13,5
	0,15	1	53,1
		2	52,3
		3	50,2
	0,18	1	23,1
		2	28,0
		3	24,3

## ANEXO 9

### **Descripción de términos sensoriales utilizados en la evaluación de queso procesado untable.**

#### **Firmeza.**

En términos generales la firmeza puede ser definida como la fuerza requerida para comprimir una sustancia entre los molares (en el caso de sólidos) o entre la lengua y el paladar (en el caso de semisólidos). En términos físicos se define como la tensión de fractura aplicada a un cuerpo sólido hasta su rompimiento.

#### **Cremosidad.**

Sensación semilíquida de “boca llena”, percibida al deglutir el queso procesado y esta dada por la crema o sustancias grasas que contiene el producto.

#### **Untabilidad.**

Se evalúa la capacidad para adherirse al pan o galleta. Debe ser lo suficientemente elástico y que se pueda esparcir, sin escurrir excesivamente después de su colocación sobre la superficie de la galleta.

#### **Granulosidad.**

Éste atributo se relaciona con la forma u orientación de las partículas en el alimentos, lo normal corresponde a una textura fina, lisa, sin gránulos ni arenosidad, de masa uniforme y suave.

#### **Adhesividad**

Fuerza requerida para remover el producto, después de comprimirlo entre la lengua y el paladar. Físicamente este parámetro se define como el trabajo necesario para superar las fuerzas de atracción existentes entre la superficie de un alimento y la superficie de otro material con el cual el alimento está en contacto

#### **Brillo.**

Cantidad de luz reflejada en la superficie del producto. Esta es una característica visible deseada en el producto.