

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Formulación, desarrollo y evaluación de estabilidad de una base para geles a partir de gomas, para la disminución de costos de una empresa de aditivos.

Presentado por Rita María Villegas Taracena para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencia de Los Alimentos

Guatemala

2012



Formulación, desarrollo y evaluación de estabilidad, de una base para geles a partir de gomas, para la disminución de costos de una empresa de aditivos.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería en Ciencias de Alimentos

Formulación, desarrollo y evaluación de estabilidad, de una base para geles a partir de gomas, para la disminución de costos de una empresa de aditivos.

Presentado por Rita María Villegas Taracena para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencia de Los Alimentos

Guatemala

2012

Vo. Bo. :

(f) Ana Silvia C de Ruiz

Licenciada Ana Silvia Colmenares de Ruiz  
Asesora

Tribunal Examinador:

(f) Ana Silvia C de Ruiz

Licenciada Ana Silvia Colmenares de Ruiz  
Asesora

(f) [Signature]

Ingeniero Edgar Edmundo Nanne Villagran

(f) [Signature]  
Licenciada Patricia de Palomo

Fecha de aprobación: Guatemala, 4 de diciembre de 2012

## **AGRADECIMIENTOS**

### A Dios

Por haberme guiado a lo largo de mi carrera, darme la oportunidad de cumplir mis metas y poner en mi camino a tantos angelitos que han sido mi soporte y compañía todo este tiempo, que sin ellos no hubiera sido posible.

### A mis papás

Edwin y Mabel, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación, por su apoyo incondicional, sus consejos y el valor que han mostrado para salir adelante. Los amo!

### A mis hermanas

Anace y Lissa, por estar conmigo, apoyarme siempre y poder disfrutar de momentos que alegran mis días y llevaré conmigo toda la vida.

### A mis tíos

Hugo y Karin, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta. Gracias por su gran apoyo y motivación, por haber fomentado en mí el deseo de superación, los admiro muchísimo, son un ejemplo a seguir.

### A mi familia

A mis primos, Jose, Karen y Juank, porque son como mis hermanos, a los juanchos, Carlos y Mónica, a mi abuelita Herlinda, los abuelos, Mingo y Elenita. Gracias por todo, ¡Los quiero muchísimo!

A mis amigos

Del colegio, universidad y del trabajo, por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que nunca olvidaré.

Al Bby

Por ser una parte importante de mi vida, por apoyarme en las buenas y en las malas, sobre todo por su paciencia y amor incondicional.

A las Licenciadas

Colmenares y Palomo, por su apoyo ofrecido en este trabajo, su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de mi formación profesional.

A la Universidad

Por la formación académica y valores inculcados. A los catedráticos, por el apoyo brindado a lo largo de la carrera, por su tiempo y conocimientos que me transmitieron.

A Don Edgar

Por haberme brindado la oportunidad de desarrollar mi tesis profesional en COSCO y por todo el apoyo y facilidades que me otorgó en la empresa. Gracias por darme la oportunidad de crecer profesionalmente.

# CONTENIDO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE CUADROS.....	xii
RESUMEN .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	2
A. Gelatina .....	2
B. Hidrocoloides .....	2
C. Gel .....	2
D. Carragenina .....	3
1. Estructura.....	3
2. Propiedades.....	4
3. Comportamiento reológico de las geles de k-carragenina.....	5
4. La interacción entre $\kappa$ -carragenina y otras macromoléculas .....	5
5. Aplicaciones .....	7
E. Goma Algarrobo.....	8
1. Estructura.....	9
2. Propiedades.....	9
F. Goma Guar.....	10
1. Estructura.....	10
2. Propiedades.....	10
G. Goma Tara.....	11
1. Estructura.....	11
2. Propiedades.....	11
H. Ácido Cítrico .....	12
I. Ácido Sórbico y su sales .....	12
J. Ácido Benzoico y sus sales.....	13
III. ANTECEDENTES .....	14
A. Gomas.....	14
1. Aplicaciones .....	14
B. Carragenina .....	15
1. Funcionalidad .....	15

2.	Sinergismo .....	15
3.	Mercado para hidrocoloides .....	16
C.	Dulces de hidrocoloides .....	17
D.	Importaciones Guatemala.....	17
1.	Evolución económica durante 2010 .....	20
IV.	JUSTIFICACIÓN .....	21
V.	OBJETIVOS .....	23
A.	Generales .....	23
B.	Específicos .....	23
VI.	METODOLOGÍA .....	24
A.	Elaboración.....	24
1.	Selección de Gomas.....	24
2.	Materiales .....	24
3.	Preparación Muestras .....	24
B.	Análisis.....	25
1.	Determinación de pH y grados Brix.....	25
2.	Determinación proporción de mezcla de gomas.....	25
3.	Costos .....	29
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31
A.	Determinación de gomas.....	31
B.	Evaluaciones fisicoquímicas .....	33
C.	Sinéresis .....	35
D.	Extensibilidad del Gel .....	39
E.	Análisis Sensorial.....	44
F.	Costos.....	46
VIII.	CONCLUSIONES .....	48
IX.	RECOMENDACIONES.....	49
X.	BIBLIOGRAFÍA .....	50
XI.	ANEXOS .....	53
A.	Boletas Análisis Sensorial.....	53
B.	Análisis de varianza .....	54
1.	Área de extensibilidad a 25°C .....	54
2.	Área de extensibilidad a 32°C .....	54
3.	Área de extensibilidad a -2°C.....	55

4.	Porcentaje de deformación áreas iniciales a 25°C.....	55
5.	Porcentaje de deformación áreas iniciales a 32°C.....	56
6.	Porcentaje de deformación áreas iniciales a -2°C .....	56
7.	Traslucidez.....	57
C.	Cotizaciones .....	57

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estructura Carragenina .....	3
Figura 2: Estructura Goma Algarrobo .....	9
Figura 3: Estructura Goma Guar .....	10
Figura 4: Estructura Goma Tara .....	11
Figura 5: Distribución de hidrocoloides en el mercado de alimentos.....	16
Figura 6: Importaciones de Guatemala (miles de millones \$) .....	18
Figura 7: Diámetro inicial .....	26
Figura 8: Fuerza aplicada de 490 N .....	27
Figura 9: Determinación de áreas .....	27
Figura 10: Escala de turbidez.....	29
Figura 11: Resultados de la evaluación de pH durante 1 mes .....	34
Figura 12: Resultados de la determinación de grados Brix durante 1 mes.....	34
Figura 13: Volumen de sinéresis de las muestras a 25°C .....	35
Figura 14: Volumen de sinéresis de las muestras a 32°C .....	36
Figura 15: Volumen de sinéresis de las muestras a -2°C.....	36
Figura 16: Volumen de sinéresis presentado por la muestra patrón .....	37
Figura 17: Volumen de sinéresis presentado por la muestra 70/30 .....	37
Figura 18: Volumen de sinéresis presentado por la muestra 60/40 .....	38
Figura 19: Volumen de sinéresis presentado por la muestra 50/50 .....	38
Figura 20: Área de extensibilidad de las muestras a 25°C.....	40
Figura 21: Área de extensibilidad de las muestras a 32°C.....	41
Figura 22: Área de extensibilidad de las muestras a -2°C .....	41
Figura 23: Porcentaje de deformación de las áreas iniciales de las muestras a 25°C .....	43
Figura 24: Porcentaje de deformación de las áreas iniciales de las muestras a 32°C .....	43
Figura 25: Porcentaje de deformación de las áreas iniciales de las muestras a -2°C.....	44
Figura 26: Resultados análisis sensorial .....	45
Figura 27: Preferencia por las muestras evaluadas .....	46

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Importaciones Guatemala .....	18
Cuadro 2: Guatemala: Comercio Exterior .....	19
Cuadro 3: Comparación de características de la goma algarrobo, Tara, guar y carragenina. ....	31
Cuadro 4: Resultados de la evaluación de costos .....	47
Cuadro 5: Cotizaciones de las posibles gomas a utilizar. ....	57

## RESUMEN

El uso de hidrocoloides en la industria de alimentos ha tenido un incremento en los últimos años, debido a las propiedades de los mismos y las características que pueden conferir al alimento. (Cybercolloids, 2012)

Actualmente, la empresa de aditivos importa una mezcla de gomas que se utiliza en la formulación de una base para geles. Debido a la actual demanda del producto, se quiere determinar la posibilidad de formular y desarrollar la base, utilizando materias primas generales que se usan en diversas formulaciones, con la finalidad de reducir notablemente los costos de importación y gastos que esta implica.

Para ello, se evaluó las características y estabilidad de las geles elaboradas a partir de una base con diferentes proporciones de goma Tara y carragenina, así como la viabilidad de la implementación de la nueva formulación, mediante un análisis de costos.

A finalizar la evaluación, se estableció una nueva fórmula para la base de gel, con la cual se logró disminuir un 42% de los costos. Esto representa un gran beneficio para la empresa, creando una oportunidad para entrar a competir por costos en el mercado objetivo, manteniendo la calidad del producto.

# I. INTRODUCCIÓN

Los hidrocoloides tienen muchas aplicaciones en la industria de alimentos. Uno de estos es la formación de geles de agua. El consumo de estos productos se ha visto incrementado en los últimos años en panificación, repostería, bebidas y postres gelificados, existiendo en la industria una mayor demanda de agentes gelificantes. (Morrison *et. al.* 1999)

Actualmente, la empresa de aditivos importa una mezcla de gomas, que se utiliza en la formulación de una base para geles. Esta representa un 2.66% del ingreso de ventas de estabilizadores con aproximadamente Q15,900 por año.

Este trabajo presenta la comparación de las diferentes proporciones de goma Tara y carragenina, para las cuales se evaluará las características y estabilidad, con el fin de determinar la proporción que mejor se adecue a la muestra patrón. No se realizó ninguna otra variación, ya que se deseaba ver el efecto de la proporción de las gomas en las características y estabilidad, así como la máxima reducción de costos.

La discusión y conclusiones del informe representarán la comparación existente entre las diferentes proporciones de gomas y la muestra patrón, así como la factibilidad de sustituir la nueva formulación de base de gel por la formulación original, reduciendo así los costos que ésta representa para la empresa.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Gelatina

La gelatina es una proteína que se obtiene del colágeno de los residuos de mataderos, principalmente de pieles, huesos y cartílagos de bovino y porcino. (Cubero *et. al.*, 2002)

La aplicación de gelatina en la industria alimentaria es muy amplia, ya que tiene interés funcional y nutricional, aumentando el contenido proteico. Por su funcionalidad suele aplicarse en productos de confitería y postres lácteos (yogures mousses), para mantener la forma y consistencia, sin proporcionar textura o sensación harinosa. (Cubero *et. al.*, 2002)

### B. Hidrocoloides

El nombre de hidrocoloides engloba sustancias poliméricas solubles o dispersables en agua, que son de gran importancia tecnológica en la industria de alimentos debido a las propiedades funcionales. (Cubero *et. al.*, 2002)

Como característica principal y común se puede destacar que son moléculas altamente hifrofílicas, cuya estructura provee características de capacidad de retención de agua y, por tanto, las características reológicas y de textura en el producto terminado. En general, una mezcla de estabilizantes suele ser más eficaz que cualquiera de ellos por separado. (Cubero *et. al.*, 2002)

### C. Gel

Se define como gel a la formación de masas semisólidas que engloban agua dentro de una red o malla tridimensional formada por el establecimiento de puentes de unión entre moléculas en las zonas denominadas de cristalinidad. El número de uniones que se

establezcan y su rigidez determinan los factores de dureza del gel y su posible reversibilidad. (Cubero *et. al.*, 2002)

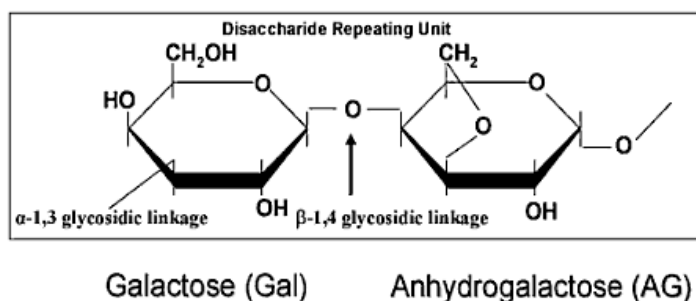
Se puede considerar que la gelificación se produce en dos tiempos: solubilización de las moléculas (generalmente en caliente) y un segundo tiempo donde se establecen las uniones entre las moléculas ya solubilizadas. La necesidad de solubilizar las moléculas del hidrocoloide obliga a que la dispersión asegure que cada partícula se encuentre separada en la disolución para evitar la formación de grumos, que luego no se dispersaran. (Cubero *et. al.*, 2002)

## D. Carragenina

La carragenina es un hidrocoloide soluble derivado de las algas rojas. Se encuentra en la pared celular del alga y su contenido puede variar de especie en especie. Es cultivada en varias regiones del mundo incluyendo el norte de Estados Unidos, Filipinas, Indonesia, Chile, Argentina y Francia. (Fisher, 2009)

**1. Estructura.** La carragenina es una mezcla compleja de varios polisacáridos, compuesta por repetidas cadenas lineales de galactanos con carga negativa proveniente de los iones de los grupos éster-sulfatos. Los grupos sulfato con carga, son mayoritariamente responsables de la capacidad de retener el agua, formación de geles y aumento en la viscosidad en soluciones estables en rangos amplios de pH. (Fisher, 2009)

**Figura 1: Estructura de la carragenina**



(Fisher, 2009)

## 2. Propiedades

**a. Solubilidad.** El agua es el principal solvente de la carragenina y la solubilidad se ve influenciada por factores como la temperatura, presencia de otros compuestos orgánicos solubles en agua, sales y el tipo de carragenina. (Imelson, 2010)

La kappa-carragenina, es soluble en agua fría en su forma de sal sódica. En la presencia de cationes hidrófobicos, tales como el ion potasio, es capaz de formar un gel. (Imelson, 2010)

La hidrólisis catalizada por ácidos de los enlaces glicosídicos se vuelve significativa a pH bajo, especialmente a pH de 3.0 y menos. Este proceso de despolimerización es mucho más rápido a temperaturas altas y es por eso que existen limitaciones prácticas sobre las cuales la tasa de aumento de hidratación generada por el bajo pH y altas temperaturas genera una disminución significativa en la viscosidad. (Imelson, 2010)

**b. Gelificación.** La kappa-carragenina en concentraciones tan bajas como el 0.3% forma geles termorreversibles en presencia de sales de amonio, potasio, rubidio o cesio. Los geles son estables a temperatura ambiente y pueden ser refundidos calentando entre 5-30°C por encima de la temperatura de gelificación. Al enfriarse, el sistema vuelve a gelificar sin perder la fuerza del gel ni cambiar la textura en condiciones normales. Los geles de k-carragenina se rompen al cortarse y el efecto es permanente. (Imelson, 2010)

La carragenina se caracteriza por un límite máximo de elasticidad para cierta concentración. El incremento de la concentración de la goma más allá de ese punto provocará una disminución en el límite de elasticidad. El límite máximo de elasticidad se alcanza añadiendo aproximadamente 1.5% de cloruro de potasio. (Nussinovitch, 1997)

En su estudio, Nussinovitch,1997 notó que pequeñas cantidades de cloruro de potasio (0.005M) y carragenina al 1% inducen considerablemente a la formación de geles más fuertes, efecto que se incrementaba al aumentar los niveles de cloruro de potasio (0.01M). La máxima fuerza del gel se obtuvo aproximadamente a la misma concentración de cloruro de potasio para geles de carragenina al 1, 2 y 3%. La fuerza de deformación puede servir como guía para la fuerza del gel de carragenina y la percepción de textura. Asimismo puede ser utilizado para geles que no se rompen bajo compresiones normales.

**3. Comportamiento reológico de las geles de k-carragenina.** Entre los cationes monovalentes que inducen la gelificación de  $\kappa$ -carragenina son  $K^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Ca^+$  y altas concentraciones de  $Na^+$  y  $Li^+$ . Sin embargo, los geles formados con  $K^+$  son el más fuerte y estable. El efecto de los iones  $K^+$  en el comportamiento viscoelástico de geles de  $\kappa$ -carragenina (1%) a concentraciones de 5 a 80 mmol/dm<sup>3</sup> de KCl, poseen un comportamiento que es característico de un gel. En general, la rigidez de los geles, aumenta con la adición de cloruro de potasio. Para concentraciones por debajo de 80 mmol/dm<sup>3</sup> KCl, la adición de la sal produce un rápido aumento en la rigidez del gel, mientras que para concentraciones superiores a 80 mmol/dm<sup>3</sup>, el aumento se limita. La existencia de una concentración limitante de sal, a la cual la rigidez de los geles alcanza un valor constante, sugiere que el polisacárido está sobresaturado con los iones de potasio, alcanzando un máximo de agregación de cadenas helicoidales. (Tecante y Núñez, 2010)

Estudios reológicos de  $\kappa$ -carragenina en concentraciones moderadas (0,7 a 1,4%) en la ausencia de iones muestran que pueden formarse geles débiles y su rigidez depende de la temperatura y son incapaces de soportar su propio peso y recuperar su estructura al enfriarse nuevamente. (Tecante y Núñez, 2010)

**4. La interacción entre  $\kappa$ -carragenina y otras macromoléculas.** En las aplicaciones industriales generalmente no se utilizan polisacáridos solos, ya que las mezclas son capaces de ampliar la gama de posibles propiedades reológicas y texturales del sistema y mejorarlas.

Algunas mezclas binarias de hidrocoloides gelificantes pueden producir geles más elásticos que los componentes individuales o geles con la misma resistencia, reduciendo las concentraciones totales, con una ventaja económica evidente, generando un aumento del interés en el estudio de las mezclas de  $\kappa$ -carragenina con almidón, otros polisacáridos y proteínas, además de los sistemas que contienen sólo  $\kappa$ -carragenina. (Tecante y Núñez, 2010)

Las mezclas más simples son las de dos componentes. Uno de ellos puede ser un agente gelificante tal como  $\kappa$ -carragenina, mientras que el otro una macromolécula no gelificante. Estas mezclas pueden producir geles más fuertes con sinéresis y fragilidad reducida. Varios estudios reológicos han mostrado un incremento en el módulo de almacenamiento, debido a la presencia de galactomanos tales como goma de algarrobo o un incremento en el máximo de fractura por estrés de los geles (Dunstan *et. al.*, 2001).

**a. Sinéresis.** Es la eliminación de agua del gel mientras este se contrae. Los geles de  $\kappa$ -carragenina tienen niveles altos de sinéresis, mientras que la  $\iota$ -carragenina no muestra sinéresis. Esta propiedad está directamente relacionada con la estabilidad en el proceso de congelación-descongelación, debido a que durante la congelación se contrae irreversiblemente la estructura  $\kappa$ , pero no tiene influencia en la gel formada a partir de  $\iota$ -carragenina, la cual se recupera totalmente luego de descongelarse. (Imelson, 2010)

**b. Sinergia.** Ocurre cuando dos componentes se combinan para obtener ventajas significativas comparadas con las características individuales de cada componente. La  $\kappa$ -carragenina forma geles altamente sinérgicos con galactomanos, tales como la goma algarrobo y goma konjac. Además de incrementar la fuerza del gel, estos galactomanos también reducen la sinéresis y mejoran la elasticidad del gel. (Imelson, 2010)

**c. Estabilidad en ácido.** Las soluciones de carragenina pierden viscosidad y fuerza del gel cuando se someten a pHs menores a 5.5, sin embargo todavía

es manejable a pH de 3.5. La tasa de autohidrólisis se incrementa significativamente a temperaturas elevadas. Sin embargo, una vez debajo de la temperatura de gelificación, la carragenina mantiene el enlace con los iones de potasio, lo cual previene la autohidrólisis posteriormente. Consecuentemente, en los productos ácidos, la carragenina debería de añadirse en último momento para evitar la degradación de la misma. (Imelson, 2010)

Imelson, (2010) realizó un estudio en el cual, muestra tiempos aproximados de proceso a diferentes valores de pH y temperaturas, para una gel con 0.5% k-carragenina y 0.2% cloruro de potasio. En general se observa que no más del 20-25% de la fuerza original del gel se perdió cuando la solución se enfría.

Una vez la carragenina ha formado la gel con una estructura helicoidal, el sistema es extremadamente fuerte. Por ejemplo, en postres gelatinizados listos para comer, presentan una vida de anaquel bastante larga, cuyos límites se ven determinados por factores como el sabor o microbiología de la misma. (Imelson, 2010)

**5. Aplicaciones.** La carragenina se utiliza en una gran variedad de alimentos. Encuentra su aplicación en la industria debido a sus características como agente gelificante, aumento en la viscosidad, estabilizante y emulsificante. (Imelson, 2010)

En muchas aplicaciones, la carragenina es utilizada para balancear y mejorar las propiedades de las gomas, tales como carboximetilcelulosa y algarrobo. (Imelson, 2010)

La carragenina juega un papel importante en las formulaciones de hoy en día, ya que proveen textura, estructura y estabilidad física en productos alimenticios. También es utilizada para la reducción de costos y agregar valor. (Imelson, 2010)

**a. Geles de agua.** Los geles de agua y pasteles han utilizado la carragenina en sus formulaciones por muchos años. Las propiedades de este tipo de alimentos están determinadas por las características de la k-carragenina, algunas de las

cuales son modificadas según la elasticidad, cohesividad y sinéresis que requiera el gel, con la adición de iota carragenina u otras gomas como algarrobo y konjac. (Imelson, 2010)

Recientemente, el mejoramiento de las combinaciones de k-carragenina y goma algarrobo utilizadas para estos propósitos, han resultado en productos vegetarianos con similar apariencia y textura de los productos de gelatina tradicional, tomando en cuenta las ventajas sobre la rapidez de formación y la estabilidad a temperatura ambiente. (Imelson, 2010)

La sinergia de la kappa carragenina y la goma algarrobo es también utilizada en postres gelatinizados, glaseados, carnes, jamones, etc. La gel producida por la combinación exhibe beneficios por la fuerza del mismo (Imelson, 2010)

En postres de gelatina, la kappa y iota carragenina en concentraciones de 0.1-0.5% en combinación con sales de potasio y galactomanos, disueltos en calor, forman una gel resistente y clara que es estable a temperatura ambiente. Dichas geles son ideales para utilizar en postres gelificados y comida con frutas para bebés. Gelatinas preparadas con iota-carragenina son estables a condiciones de congelación. (Whistler, 1973)

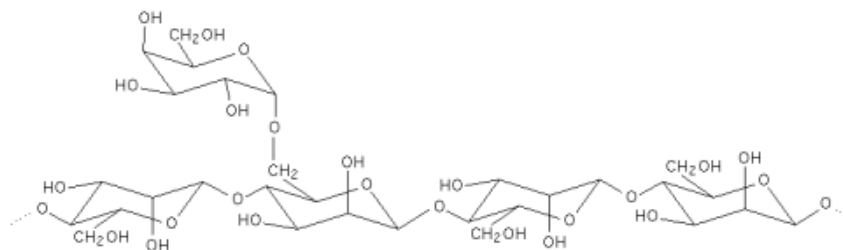
Por otro lado, en los postres de gelatina solubles en agua fría, la sal sódica de iota-carragenina a una concentración de 0.6-1.2% en combinación con ácido y sales de calcio o potasio se disuelven en agua fría para formar una gel. Formulaciones en polvo se pueden agregar al agua fría para obtener un gel instantáneo. (Whistler, 1973)

## **E. Goma algarrobo**

La goma algarrobo es un hidocoloide de origen vegetal que se extrae de las semillas del árbol de Carob. Forma una reserva de comida para las semillas y ayuda a retener el agua bajo condiciones áridas. En alimentos se utiliza como espesante y agente gelificante. (Cubero *et. al.* 2002)

**1. Estructura.** Es un galactomano formado por una cadena simple de manosa con unidades de galactosa en proporción 4:1. Las moléculas se agrupan en bloques alternando zonas lisas y ramificadas, las primeras se asocian a agregados pseudocristalinos que dificultan la hidratación. (Cubero *et. al.* 2002)

**Figura 2: Estructura de la goma algarrobo**



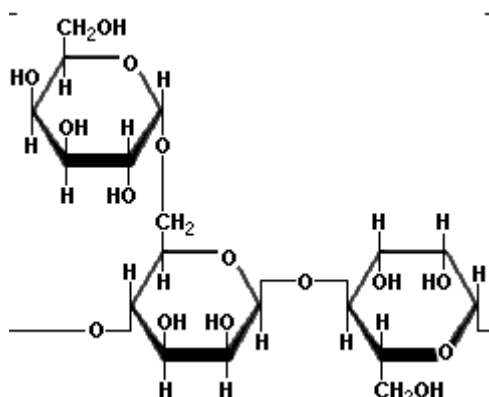
(Cybercolloids, 2012)

**2. Propiedades.** Se solubiliza totalmente a 80 grados Centígrados. Básicamente actúa como espesante, con un comportamiento pseudoplástico, aumentando la viscosidad de sistemas acuosos o lácticos. Tiene buena resistencia a altas temperaturas y al enfriarse, su viscosidad depende de la temperatura. Es poco sensible a efectos mecánicos y tiene buena resistencia a ciclos de congelación-descongelación. Mantiene su estabilidad aplicada en productos que se almacenan a temperatura ambiente. Como la goma algarrobo es un polisacárido neutro, el pH tiene poco efecto sobre la viscosidad en un rango de pH 3 a 11. A 2-3% de concentración de la goma, se forma una pasta viscosa, sin tendencia a gelificarse. La viscosidad más alta se obtiene a 95 grados Centígrados. Los geles que forma son firmes, de apariencia transparente plástica, no muestran ninguna sinéresis, son cohesivas y reversibles disminuyendo el pH debajo de 7 o mediante calentamiento. (Cubero *et. al.* 2002)

## F. Goma guar

1. **Estructura.** La goma guar es un galactomano, compuesta estructuralmente por una cadena principal recta de unidades de D-manopiranosas con una unidad de D-galactopiranosas sobre cada unidad de manosa. (Whistler, 1973)

**Figura 3: Estructura goma guar**



(Phillips, 2000)

2. **Propiedades.** Posee alta afinidad con el agua, por lo que proporciona viscosidad en sistemas acuosos o lácticos, incluso en dosis bajas, presentando un comportamiento pseudoplástico. Se utiliza generalmente como agente espesante, tomando en cuenta que el aumento en la viscosidad es función a la temperatura, disminuyendo al calentarse. (Whistler, 1973)

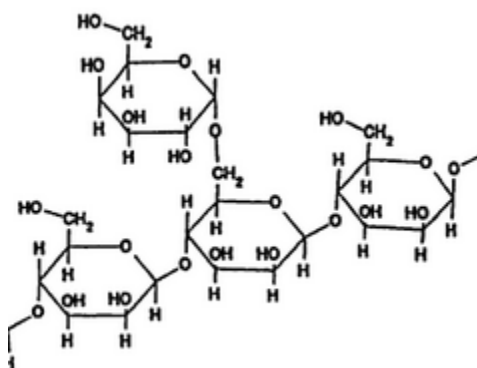
La goma guar es un polímero no iónico compatible con la mayoría de otros hidrocoloides vegetales como tragacanto, karaya, arábica, el agar, alginatos, carragenatos, goma de algarrobo, pectina, metilcellulosa y carboxy-metilcellulosa. Puede aplicarse a una gran variedad de productos, ya que se mantiene estable en un rango de pH de 3 a 11. (Cubero, 2002)

## G. Goma Tara

La goma Tara es un polisacárido soluble en agua que se usa principalmente en la industria alimenticia, en jugos, helados, salsas, comida etc.

**1. Estructura.** La Goma de Tara, como la goma de algarrobo, es un polisacárido de elevado peso molecular. La proporción entre manosa y galactosa en la goma de Tara es de 3:1.

**Figura 4: Estructura goma Tara**



(Phillips, 2000)

**2. Propiedades.** Evita las reacciones indeseables de sinéresis y otras alteraciones. La goma Tara ofrece sinergismo en su aplicación conjunta con carragenatos, agar y goma xanthan, obteniendo geles termorreversibles sin sinéresis.

La existencia de interacciones entre las carrageninas y la goma de Tara se ha aprovechado en beneficio industrial. Los geles obtenidos tienen las características reológicas netamente modificadas por la presencia de la goma Tara; es posible obtener un gel con una mezcla de k-carragenina-galactomanano a una concentración, en carrageninas, inferior a la concentración en que gelifican solas. Puede incrementar su elasticidad y retener agua dentro de la estructura, mejorando la estabilidad de almacenamiento del gel. La naturaleza de las interacciones que se establecen entre las carrageninas y los

galactomananos, se explica por la existencia de zonas "listas" que pueden asociarse, a las dobles hélices de las carrageninas por puentes de hidrógeno. Las soluciones de goma Tara tienen una acción de buffer y son muy estables a pH de 4 a 10.5. (Rodríguez, 2009)

## **H. Ácido cítrico**

El ácido cítrico es un ácido orgánico muy común y frecuente en la naturaleza. Comercialmente se encuentra como cristales monocíclicos inodoros, de sabor ácido, muy soluble en agua y se usa mucho como secuestrador, con antioxidantes, para acelerar el curado de carnes y como saborizante variable de producto final. (Cubero *et. al.* 2002)

## **I. Ácido sórbico y su sales**

El ácido sórbico y su sales se emplean como agentes fungiesteticos, inhibiendo determinados enzimas en la célula microbiana como la enolasa y lactodeshidrogenasa y otros del ciclo de Krebs. Su acción se debe a la forma no disociada de la molécula, ya que ésta atraviesa la membrana celular del microorganismo y actúa en su interior. A pH 3.5 el 40% del ácido sórbico penetra en la célula y a pH 7 solo el 1%. (Cubero, 2002)

Su acción es más global contra hongos y levaduras, ya que las bacterias tienen un comportamiento diferente y sólo se ven afectadas en parte. Puede utilizarse en conjunto con el ácido benzoico o su sales para completar el efecto. En general las mezclas proporcionan dos ventajas (Cubero *et. al.* 2002):

- Ampliar el espectro de acción logrando actividad frente a un mayor número de microorganismos.
- Intensificar la acción antimicrobiana aprovechando el sinergismo entre los conservadores, con lo cual se requiere una menor concentración de estos que si se utilizan separado.

## **J.    Ácido benzóico y sus sales**

Debido a la baja solubilidad del ácido benzóico a temperatura ambiente, se suelen utilizar más las sales derivadas como benzoato sódico cuya solubilidad es de alrededor de 63% en agua a temperatura ambiente. El ácido benzóico y sus sales actúan básicamente frente a hongos y levaduras y en menor grado frente a bacterias. Esta acción contra los microorganismos se obtiene gracias a la forma no disociada de la molécula y a la facilidad que tiene en estado de penetrar a través de la membrana celular. Las concentraciones útiles del ácido benzóico varían según el pH del medio en que se utilizan de manera que conforme aumenta el pH también se ha de aumentar la concentración de ácido para obtener el mismo resultado. (Cubero, 2002)

### III. ANTECEDENTES

#### A. Gomas

Las gomas se definen como moléculas de alto peso molecular con características hidrofílicas o hidrofóbicas que, usualmente, tienen propiedades coloidales, con capacidad de producir geles al combinarse con el solvente apropiado. Existen gomas vegetales de uso generalizado, entre las cuales se encuentran las galactomanas de las semillas de guar y las de las algas como las carrageninas y alginatos. Todos ellos son muy utilizados en el procesamiento de muchos alimentos; y generalmente, son utilizados en un intervalo de concentraciones entre 0.25 y 0.5% que muestra su gran habilidad para producir viscosidad y formar geles. (Pasquel, 2001)

Los mercados más importantes para este tipo de aditivos son Estados Unidos, Europa y Japón de acuerdo con el IMR Internacional (Centro de Información para los Hirocoloides en el Sector Alimentos) (Pasquel, 2001)

**1. Aplicaciones.** El tema de la sustitución de la gelatina por gomas ha sido de interés durante muchos años para los mercados vegetarianos, halal y kosher, pero el interés se vio incrementado en Europa con la aparición del virus de la encefalopatía esponjiforme bovina. (Morrison *et. al.* 1999)

Oliva *et. al.* (2010) tenían como objetivo evaluar el potencial tecnológico del galactomanano del endospermo de semillas de algarrobo (*Prosopis sp.*) para el uso en la industria de alimentos. Para ello, se trabajó con galactomanos obtenidos a partir de extractos del endospermo de semillas provenientes de Quillagüa, Chile. Se evaluaron propiedades de interés industrial, como rendimiento, relación manosa/galactosa y características reológicas. Los resultados obtenidos confirman que el galactomanano posee características de hidrocoloide y muestra comportamiento no newtoniano y propiedades reológicas como la viscosidad.

## B. Carragenina

1. **Funcionalidad.** La funcionalidad de la carragenina se han dividido en dos grupos principales: los sistemas basados en agua y en leche. La funcionalidad de la carragenina en leche se atribuye la interacción específica entre esta y la caseína. Varias investigaciones se han enfocado en estudiar el comportamiento y las propiedades físicas del sistema carragenina-caseína, en las cuales concluyen que la fuerza del gel disminuye cuando se adiciona caseinato de sodio a una concentración fija de kappa carragenina; sin embargo a medida que la concentración de caseinato aumenta, los agregados de estos, con la kappa carragenina, se vuelven suficientes para generar una red. (Pasquel, 2001)

Baeza *et. al.* (2002) investigaron los procesos de gelificación de la capa carragenina con el aislado de proteína de soya, en el cual pudieron concluir que la adición de proteínas aumentó la dureza de gel, cohesividad, gomosidad, elasticidad y sinéresis reducida. Estos resultados podrían ser debido a efectos de volumen excluidos que el aumento de la concentración efectiva de los hidrocoloides y electrostática interacciones entre ambos biopolímeros en solución.

Tecante y Nuñez, 2010 exponen en su investigación que se pueden obtener geles a bajas concentraciones de  $\kappa$ -carragenina y altas concentraciones de iones de potasio y viceversa; sin embargo los geles tienen diferentes comportamientos reológicos.

2. **Sinergismo.** Dunstan *et. al.* (2001) estudian la estructura y la interacción de la k-carragenina y goma algarrobo (LBG), manteniendo una concentración constante total del polímero (1,0%), que poco a poco fueron reemplazando  $\kappa$ -carragenina con la goma de algarrobo. Se analizaron mediante la compresión y cortes cizalla, en la cual se obtuvo que la interacción se produce, obteniendo un valor máximo de ruptura en los ensayos de compresión para la goma algarroba y  $\kappa$ -carragenano en proporciones de 30/70 y 40/60.

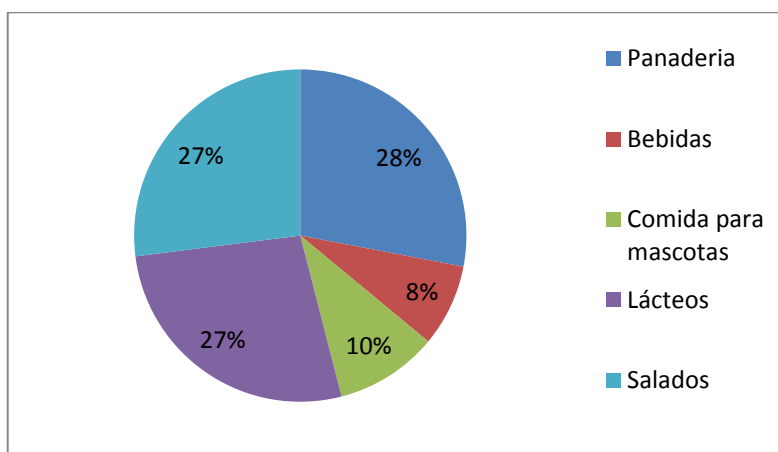
Molina *et. al.*, 2010, evalúan los efectos de la carragenina kappa, kappa I.II y goma Tara en la viscosidad y tixotropía de las salmueras de inyección para jamones cocidos

picados de cerdo. Tras realizar los análisis correspondientes, concluyeron que las salmueras que más rápido recuperan su estructura, cuando son pulsadas con una velocidad de corte de 0 a 100 s<sup>-1</sup> y de 100 a 0 6 s<sup>-1</sup>, son las que contienen las mezclas de carragenina kappa-goma Tara, en una proporción de 1%, mostrando que existe mejoría en los sistemas, y por ende sinergismo entre las gomas.

**3. Mercado para hidrocoloides.** Los extractos derivados de algas marinas representan casi 40% del mercado de los hidrocoloides en los alimentos. Los diferentes hidrocoloides no se encuentran distribuidos uniformemente, dentro del mercado alimenticio, donde el uso de carragenina es predominantemente en la industria láctea y áreas de alimentos para mascotas con un volumen significativo en productos salados, tales como carnes inyectadas. El alginato se utiliza en el segmento de panadería para los rellenos de pasteles estables y frutas reestructuradas. En alginato tiene un uso importante en helados y productos bajos en grasa. (Cybercolloids, 2012)

En la figura que se muestra a continuación, puede observarse como está distribuidos los hidrocoloides en las diferentes industrias de alimentos, siendo la industria de panadería la de mayor consumo. (Cybercolloids, 2012)

**Figura 5: Distribución de hidrocoloides en el mercado de alimentos**



(Cybercolloids, 2012)

### **C. Dulces de hidrocoloides**

Los geles de azúcar y los geles acuosos son productos que contienen un agente gelificante. Los geles de azúcar contienen el agente gelificante en un sistema de azúcar/jarabe de glucosa, por ejemplo gomas. Los dulces de hidrocoloides constituyen actualmente la mitad de las ventas de dulces azucarados y su aceptación popular continúa en aumento. Los hidrocoloides son los ingredientes básicos de este tipo de dulces. Gelifican y espesan pero también estabilizan e impiden la sinéresis, fijando los aromas e inhibiendo la cristalización del azúcar, dan transparencia, brillo y adherencia. (Isern, 2003)

Isern, (2003) sustituyó la gelatina por iota-carragenina como agente gelificante en un producto de gel de azúcar, añadiéndole la textura adecuada que prefieren muchos de los consumidores. La iota-carragenina proporciona características elásticas, dinámicas, de larga duración y no pegajosas, similares a la textura del tipo.

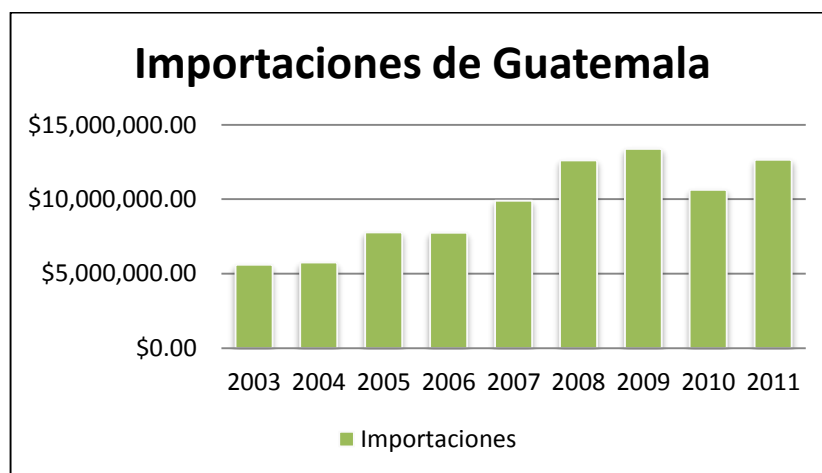
Velez *et. al.* (2003) estudió el efecto en la gelatinización, comportamiento de flujo y viscoelasticidad de distintos medios dispersantes (agua, leche descremada y leche entera), sacarosa y de  $\kappa$ -carragenina, comparados con los de una natilla de composición previamente establecida. Se obtuvo como resultado la caracterización de una solución diluida como la de almidón en agua; solución concentrada como la de almidón y azúcar en agua, o de tipo gel cuando la formulación incluyó leche entera. Con esto, pudieron concluir que la incorporación de ingredientes en los sistemas modelo de natilla genera cambios estructurales que pueden ser medidos reológicamente, tanto en flujo como en viscoelasticidad.

### **D. Importaciones Guatemala**

Las estadísticas de importación de la última década de Guatemala, muestran un incremento notable desde el año 2003 hasta el 2009, con un crecimiento de 7.78 mil millones de dólares, mientras que sufren un descenso en el año 2010 con un cambio porcentual de -20.55%, que luego tiende nuevamente a subir en menor proporción.

Esta disminución puede deberse a que la economía del país se vio afectada, reduciendo la oportunidad de mantener la tasa de importación. La figura 1, nos muestra la tendencia actual de importaciones, a pesar de la disminución del año 2010 continua en aumento con 12.65 mil millones de dólares hasta el 2011.

**Figura 6: Importaciones de Guatemala (miles de millones \$)**



(CIA World Factbook, 2011)

**Cuadro 1: Importaciones Guatemala**

Año	Importaciones	Posición	Cambio porcentual	Fecha de la información
2003	\$5,600,000.00	77		2002 est.
2004	\$5,749,000.00	78	2,66%	2003 est.
2005	\$7,770,000.00	74	35,15%	2004 est.
2006	\$7,744,000.00	84	-0,33%	2005 est.
2007	\$9,911,000.00	81	27,98%	2006 est.
2008	\$12,620,000.00	78	27,33%	2007 est.
2009	\$13,380,000.00	86	6,02%	2008 est.
2010	\$10,630,000.00	83	-20,55%	2009 est.
2011	\$12,650,000.00	82	19,00%	2010 est.

(CIA World Factbook, 2011)

El cuadro muestra el monto total de dólares americanos de las importaciones de mercancías sobre una base c.i.f. (costo, seguro y flete) o f.o.b. (franco a bordo). Esta cifra se calcula al tipo de cambio corriente, no en base a la paridad de poder adquisitivo.

A continuación se presenta un cuadro de los 25 principales socios comerciales con el monto de la cantidad en millones de dólares que se importaron durante el 2007-2011.

### Cuadro 2: Guatemala: Comercio exterior

Monto en millones US\$, comercio general, período 2007 – 2011

25 principales socios comerciales

	Importaciones					Participación 2011
	2007	2008	2009	2010	2011	
Estados Unidos de América	4642.9	5242.4	4211.9	5124.7	6495.5	39.1%
México	1184.3	1411.6	1185.6	1542.8	1858.9	11.2%
China	777	839	607	984	1144	6.9%
El Salvador	620.8	692.1	590	676.1	820.4	4.9%
Colombia	214.8	289.2	325.7	394	596.8	3.6%
Panamá	400.2	412.5	366.9	441.1	476.8	2.9%
Costa Rica	405.9	422.7	394.2	427.7	455.5	2.7%
Corea del Sur	444.2	365	317.8	387.6	369	2.2%
Honduras	279.7	353.4	262.3	307	344.7	2.1%
Japón	395.8	365.6	173.5	276.6	303.9	1.8%
Brasil	309	268	233	233	275	1.7%
Alemania	236.9	215	172	247.6	256.1	1.5%
Ecuador	190	124	205	178	184	1.1%
España	162.7	183.9	142.2	151.4	171.9	1.0%
Hong Kong (China)	144	164	137	145	169	1.0%
India	92.6	128.2	87	142	162.1	1.0%
Bélgica	107.6	106.1	88.9	100.9	159.9	1.0%

(Dirección de Análisis Económico, 2012)

Continuación Cuadro 2

	Importaciones					Participación 2011
	2007	2008	2009	2010	2011	
Chile	282.1	268.2	132.9	93.9	128.4	0.8%
Taiwán	127	110	86	93	123	0.7%
Noruega	55	60	29	71	113	0.7%
Tailandia	68	101	58	95	108	0.7%
Italia	154	108	75.3	84.3	108	0.7%
Perú	105.8	185.3	78.7	67.4	102.2	0.6%
Canadá	134.5	174.8	95.8	103.9	100.4	0.6%
<b>SUMA 25 PAÍSES</b>	<b>11655</b>	<b>12664</b>	<b>10149</b>	<b>12451</b>	<b>15123</b>	<b>91.1%</b>
<b>RESTO PAÍSES</b>	<b>1923</b>	<b>1882</b>	<b>1382</b>	<b>1387</b>	<b>1476</b>	<b>8.9%</b>
<b>TOTAL PAÍSES</b>	<b>13578</b>	<b>14547</b>	<b>11531</b>	<b>13838</b>	<b>16600</b>	<b>100.0%</b>

(Dirección de Análisis Económico, 2012)

Puede observarse que estados unidos representa el principal socio de importación con un 39.1% de participación, indicando que la demanda guatemalteca de productos estadounidenses es sumamente alta. Asimismo cabe mencionar que es el principal socio con el cual se trabajan la mayoría de materias primas en la empresa de aditivos.

**1. Evolución económica durante 2010.** Para 2011, las Naciones Unidas preveían que la economía se expandiría 3% debido a la mayor inversión pública relacionada con la reconstrucción y a una importante demanda interna, que compensará la incertidumbre vinculada a las elecciones presidenciales de septiembre de 2011. La inflación se ubicará en torno a 5,5%, debido a una mayor demanda interna y al alza de precios de bienes importados. (Inst. NU., 2011)

## IV. JUSTIFICACIÓN

Los extractos derivados de algas marinas representan actualmente casi 40% del mercado de los hidrocoloides en los alimentos, donde el uso de carragenina es predominantemente en la industria. (Cybercolloids, 2012). La empresa de aditivos importa una mezcla de hidrocoloides, que se utiliza en la formulación de una base para geles de agua. La mezcla contiene goma carragenina, algarrobo y cloruro de potasio.

Este tipo de geles proporcionan una ventaja sobre la rapidez de formación y la estabilidad a temperatura ambiente, frente a las gelatinas comerciales (Imelson, 2010), generando una oportunidad de negocio para muchas industrias refresqueras que buscan diversificación.

Hoy en día la demanda de los clientes refresqueros se ha visto incrementada, reflejándose en las ventas de la empresa. Dicha base, representa actualmente un 5% de la producción de diferentes mezclas de gomas que la empresa fábrica, generalmente como estabilizadores para la industria alimentaria. El volumen de producción aproximado de la base actual es de 257 kilos al año, la cual representa un 2.66% del ingreso de ventas de estabilizadores con aproximadamente Q15,900 por año.

Debido a que existe la necesidad de suplir la demanda actual de la empresa, es importante determinar la posibilidad de formular y desarrollar la base para gel utilizando materias primas generales que se usan en diversas formulaciones. Esto permitirá a la empresa el mayor aprovechamiento de los recursos, y la oportunidad de reducir en un 20-30% los costos de importación y gastos que esta implica.

Generalmente, la importación de estos productos se realiza por consolidados, por lo que a mayor cantidad de producto que se importe, menor será el costo por kilo. Esto genera una ventaja económica frente a la competencia directa de la empresa, ofreciendo un producto de la misma calidad a menor precio.

Asimismo, se presentan beneficios de micro y macro escala. En macro escala porque se produce y se consume un producto hecho en Guatemala, incentivando la economía local, mientras que, la reducción de costos de importación, genera una reducción de costos del producto y por ende un menor precio de venta. Esta reducción permite a los clientes de la empresa una oportunidad de crecimiento y diversificación, capaces de introducirse en el mercado, compitiendo por costos.

## **V. OBJETIVOS**

### **A. Generales**

1. Formular y desarrollar una base para geles a partir de gomas para una empresa que comercializa aditivos, a partir de estabilizantes puros comerciales.

### **B. Específicos**

1. Determinar las características y estabilidad del gel y compararlo con la mezcla patrón comercial.
2. Realizar un análisis sensorial para determinar la formulación que más se adecue a las características organolépticas de la muestra patrón.
3. Reducir los costos de importación para la empresa Sabores Cosco de Guatemala, S.A. con el producto final.

## VI. METODOLOGÍA

### A. Elaboración

Desde el inicio, se verificó que el lugar de trabajo, los equipos y los utensilios, así como el personal destinado a la elaboración, cumplieran con los requisitos higiénicos indispensables, de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), tomando como referencia el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA).

**1. Selección de gomas.** Para selección de gomas fue necesario una revisión bibliográfica, en donde se evaluó que las gomas a elegir, tuvieran un efecto sinérgico con la goma carragenina, a manera de proporcionar mejores características de deformación de gel, estabilidad, traslucidez, etc

**2. Materiales.** Para la elaboración de los diferentes sistemas modelo, se emplearon los siguientes ingredientes, azúcar marca MERESA, goma carragenina (marca Wendt Chemie), goma Tara marca TA, Producto Peruano, cloruro de potasio RZBC, ácido cítrico marca JIANGSU (como acidulante), citrato de sodio (marca RZBC) como regulador de pH, cloruro de sodio marca Ya Esta, benzoato de sodio Wendt Chemie y sorbato de potasio marca SHANGAI CHEMSPACE como preservantes.

**3. Preparación muestras.** Inicialmente se prepararon soluciones con una mezcla al 0.5% de gomas Tara y k-carragenina, como agentes gelificantes, tomando como referencia el rango de 0.1-0.5% propuesto por Whistler, 1973, para la elaboración de postres gelificados, con el fin de determinar la proporción que más se adecuara a la original y así obtener las características organolépticas deseadas. Para ello se prepararon 3 muestras utilizando las siguientes proporciones, 70/30, 60/40 y 50/50, tomando como referencia otras investigaciones realizadas por Dunstan *et. al.* (2001). Esto con el fin de evaluar la capacidad de formación de gel. Cabe mencionar que todas las muestras se trabajaron en duplicado, para una mejor apreciación y validez de los resultados.

En el caso de los preservantes se utilizó un 0.06% de una mezcla de benzoato de sodio y sorbato de potasio, en la cual no se percibe sensorialmente picor en la garganta, propio del benzoato, tomando en cuenta que el máximo permitido que presenta el Reglamento Técnico Centroamericano para la categoría de postres a base de fruta, incluidos los postres a base de agua con aromas de fruta No. 04.1.2.9 es de 1000mg/Kg. Asimismo se decidió añadirlos en conjunto, ya que, según Cubero, 2002, se obtiene un beneficio de acción frente a los microorganismos y así disminuir la probabilidad que se contaminara el producto.

Se añadió un 0.48% de una mezcla de ácido cítrico y citrato de sodio para mantener el pH entre 3.5 y 4. La proporción se determinó experimentalmente preparando soluciones con diferentes proporciones de ácido cítrico y citrato de sodio.

Finalmente, se agregó un 0.04% de cloruro de potasio, utilizando el mínimo de concentración que indica los estudios de Tecante y Núñez, 2010, en geles de k-carragenina para lograr la gelificación. Esto con el fin de evaluar la posibilidad de lograr una firmeza similar al patrón utilizando la menor cantidad de cloruro de potasio, a manera de influir positivamente en la reducción de costos.

## **B. Análisis**

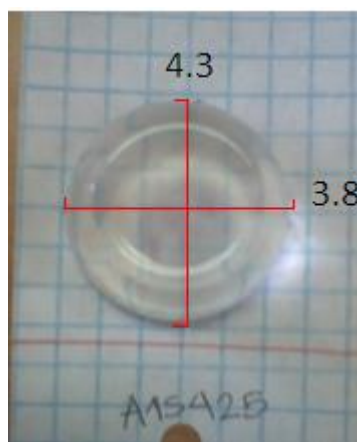
**1. Determinación de pH y grados Brix.** Se determinó dichas características fisicoquímicas de todas las muestras, para evaluar la estandarización de las formulaciones. Asimismo, se tomó en cuenta que el pH fuera siempre mayor a 3.5 para evitar la autohidrólisis de la carragenina (Imelson, 2010) y los grados brix se mantuvieron en promedio de 13.5°, considerando que la adición de sales como el azúcar inducen la solubilización de las gomas en agua. (Hofler, 2004)

**2. Determinación proporción de mezcla de gomas.** Para la determinación de la proporción adecuada de gomas, se realizó una evaluación de la estabilidad a diferentes temperaturas (-2, 25 y 32°C) durante 1 mes por medio de 3 análisis:

a. **Extensibilidad del gel.** Para la determinación de la deformación del gel se utilizó como referencia el método publicado por Soler, R. *et. al.* 2011, en el artículo titulado: “Estabilidad acelerada de un gel de *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo) para heridas y quemaduras”

- Se realizaron 2 réplicas de una onza de cada muestra según la proporción establecida.
- Se colocó el gel sobre una hoja cuadriculada y se marcó el diámetro horizontal y vertical, según la Figura 7.

**Figura 7: Diámetro inicial**



- Se recortó un cuadro de cartón de 8 X 8 cm, el cual se colocó encima del gel.
- A continuación se colocó sobre el sistema una masa estandarizada de 50g durante 30 segundos, como se muestra en la figura 8. Esto con el fin de simular una fuerza aplicada de aprox. 490 Newton.

**Figura 8: Fuerza aplicada de 490 N**



- Al finalizar, se determinó nuevamente el diámetro horizontal y vertical, para después calcular el área inicial y final del gel.(Figura 9)

**Figura 9: Determinación de áreas**



- Dicho procedimiento se realizó cada semana durante un mes, con el fin de determinar los cambios en la deformación con el tiempo.
- Se realizó un análisis de varianza con el apoyo del software STATSGRAPHICS Centaurion, para determinar si existía diferencia significativa entre las áreas de la muestra patrón y las mezclas 70/30, 60/40 y 50/50.

**b. Sinéresis.** Para la evaluación de la capacidad de retención de agua se determinó el volumen de agua perdida por mL de gel. Para ello se utilizó una jeringa de 1 mL, con la cual se extrajo el agua de la superficie de una onza de gel.

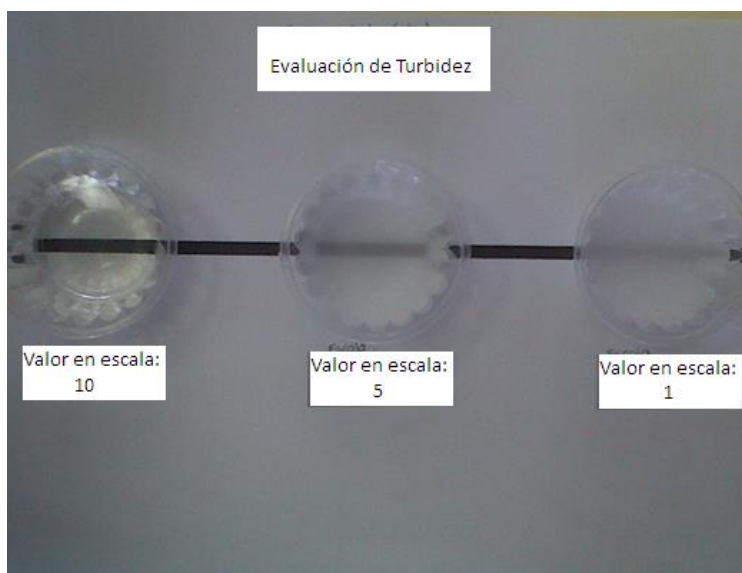
Se evaluaron las muestras en duplicado durante un mes con el fin de determinar la influencia del tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la capacidad de retener el agua de cada muestra.

**c. Análisis sensorial.** Para dicha evaluación se trabajó con un panel semi entrenado de 8 personas pertenecientes a Sabores Cosco de Guatemala, S.A a los cuales se les paso una muestra de cada proporción y una patrón. Para el análisis se le pidió a cada panelista que evaluaran las muestras de diferentes proporciones en comparación a la patrón, asignándoles una puntuación de 1 a 10 para cada característica, tomando en cuenta que la muestra patrón tenía un valor de 10 en todas las características.

Para la evaluación se tomó en cuenta la característica de color, olor, sabor, textura, firmeza y translucidez. En donde la textura consistía en la percepción en la boca, mientras que la firmeza se describió como la “dureza” del gel.

Para la determinación de la translucidez se utilizó un patrón de 3 soluciones de agua con una concentración específica de turbia neutra, un enturbiante formulado por la empresa. Se agregó 50 mL de cada solución en vasos de 2 onzas y se colocaron sobre un fondo blanco con una línea negra dibujada a la mitad, como se muestra en la figura 10. Esto permitió apreciar la turbidez de mejor manera. Se le asignó un valor de 10 a la solución sin enturbiante y un valor de 1 a la solución con mayor concentración de enturbiante.

**Figura 10: Escala de turbidez**



Se le pidió a cada panelista que evaluara la turbidez de cada muestra con dichos patrones, con el fin de asignar un valor cuantitativo a dicha característica.

Se realizó un análisis de varianza con el apoyo del software STATSGRAPHICS Centaurion, para determinar si existía diferencia significativa entre turbidez de la muestra patrón y las mezclas 70/30, 60/40 y 50/50.

Finalmente, se evaluó la preferencia de cada panelistas sobre las tres muestras para determinar la tendencia.

**3. Costos.** El análisis se llevó a cabo para lograr una comparación entre el costo de la formulación final establecida mediante este trabajo y los costos de la fórmula original. Para ello, Sabores Cosco, toma en cuenta los siguientes factores:

Costos directos:

- Mano de obra directa
- Empaque
- Etiqueta
- Materia prima

Costos indirectos:

- Mano de obra indirecta
- Comisión
- Transporte
- Materia prima:
  - Importación
  - Documentación
  - Almacenaje
  - Honorarios agente aduanero
  - Impuestos
  - Permisos

Gastos directos

- Electricidad
- Agua
- Combustible

Gastos indirectos

- Gastos administrativos

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Determinación de gomas

Para la selección de las gomas a utilizar, fue necesaria una revisión bibliográfica. Al finalizar dicha revisión, se concluyó que las gomas que actúan en conjunto con la carragenina, son la goma algarrobo, guar y Tara. En el cuadro a continuación se presenta un cuadro comparativo entre las gomas algarrobo, Tara, guar y kappa- carragenina.

**Cuadro 3: Comparación de características de la goma algarrobo, Tara, guar y carragenina.**

<b>Características</b>	<b>Algarrobo</b>	<b>Tara</b>	<b>Guar</b>	<b>Kappa-Carragenina</b>
<b>pH óptimo para la estabilidad</b>	3-11	4-10.5	3-11	3.5, manejable
<b>Viscosidad de solución vrs. Incremento de temperatura</b>	Decrece	Decrece	Decrece	Decrece
<b>Efecto de corte en soluciones o gel</b>	Pseudoplástico	Pseudoplástico	Pseudoplástico	Rompe el gel
<b>Efecto de iones o sales en la goma hidratada</b>	Ninguno	Ninguno	Ninguno	K+ gelifica

(Cubero, 2002; Rodriguez, 2009, Hofler, 2004, Quirsa, 2012, Universal Quimica, 2012, Distribuidora el Caribe, 2012)

Continuación Cuadro 3.

<b>Características</b>	<b>Algarrobo</b>	<b>Tara</b>	<b>Guar</b>	<b>Kappa-Carragenina</b>
<b>Solubilidad en agua</b>	Completa a 80°C	70% en agua fría	Soluble en agua fría	Soluble
<b>Características del gel</b>	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Rangos de rígido a cohesivo
<b>Traslucidez de la solución</b>	Media	Media	Media	Excelente
<b>Sinéresis</b>	No	No	---	Si
<b>Sinergismo con carragenina</b>	Incrementa la fuerza del gel	Modificación características reológicas	Efecto aditivo	N/A
<b>Estabilidad a temperaturas</b>	Resistencia a ciclos de congelación-descongelación		Estabilidad para el congelamiento y el descongelamiento	Pierde funcionalidad al congelarse
<b>Costos (Q/Kilo)</b>	185.00	71.67	170.17	187.73

(Cubero, 2002; Rodriguez, 2009, Hofler, 2004, Quirsa, 2012, Universal Quimica, 2012, Distribuidora el Caribe, 2012)

Un factor importante es la estabilidad a pH bajo, ya que generalmente la base para geles se trabaja a pH bajos. Puede observarse que la goma Tara es la que presenta un pH mínimo con un valor de 4, mientras que la carragenina aun se mantiene manejable a pH de 3.5. Puede observarse que la goma algarrobo y guar mantienen su estabilidad en rangos más amplios que las otras dos gomas. Asimismo, la estabilidad del gel se ve afectada por la presencia de sinéresis, es por ello que se requieren de gomas como algarrobo y Tara, que no presentan dicha característica. Cabe mencionar que la solubilidad en agua fría se

considera un factor de suma importancia que puede influir en la elección de las gomas base, ya que el mercado objetivo generalmente busca reducir costos en la producción, evitando la necesidad de elevar demasiado la temperatura en los procesos de calentamiento. En este caso, la goma algarrobo, se solubiliza a temperatura bastante alta (80°C), factor que se puede considerar para rechazarla.

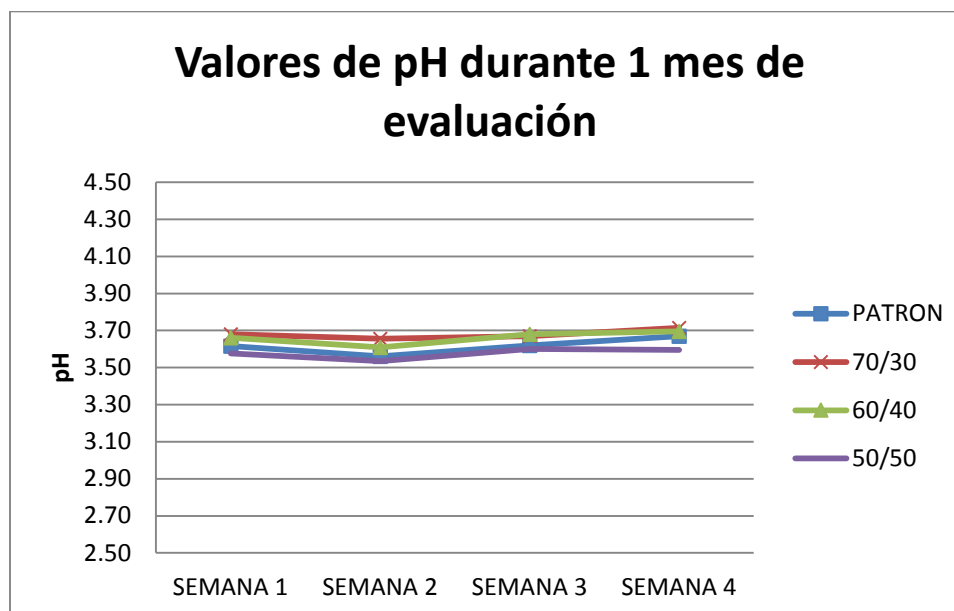
Asimismo, se tomó en cuenta el sinergismo con la carragenina, en el cual se puede observar que la goma guar únicamente presenta un efecto aditivo, mientras que la goma Tara modifica las características reológicas del gel.

Finalmente, se procedió a realizar una evaluación de costos para determinar la goma que se utilizaría en el procedimiento de realización de la base para geles, ya que uno de los objetivos principales es la disminución de costos. Para la consideración de los mismos, se realizó una cotización de los precios de venta de 3 diferentes proveedores: Quirsa, Pochteca y Distribuidora Richard. Puede observarse que la diferencia de costo entre la goma Tara y las otras gomas es bastante marcada, por lo que se decidió trabajar con dicha goma.

## **B. Evaluaciones fisicoquímicas**

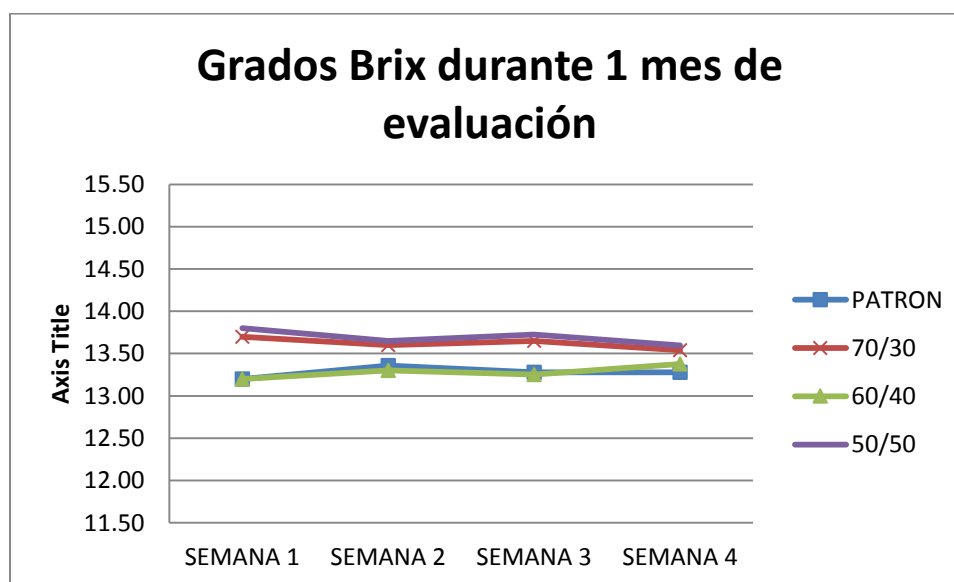
Para establecer la estandarización de las muestras se evaluó el pH y grados brix al inicio y durante el mes de evaluación. La Figura 11, muestra la variación del pH de todas las muestras a las diferentes temperaturas de almacenamiento, durante el mes de evaluación. Puede observarse que el pH de las muestras se mantuvo constante, con un valor promedio de  $3.64 \pm 0.07$ , sin demostrar cambios bruscos de pH que pueda atribuirse a la presencia de microorganismos. Asimismo, puede observarse que se logró mantener el pH por encima de 3.5, factor que influye directamente en la estabilidad del gel, ya que como indica la literatura, la autohidrólisis de la carragenina ocurre a pH menor a 3.5

**Figura 11: Resultados de la evaluación de pH durante 1 mes**



De la misma manera, en la siguiente figura se muestra la variación de los grados Brix. Puede observarse que los grados Brix, también se mantuvieron constantes, con un valor promedio de  $13.50 \pm 0.23$ . Sin embargo, existe una pequeña diferencia entre las muestras patrón y 70-30 con las muestras en proporción de 60/40 y 50/50. Esto puede tener influencia en la firmeza del gel, ya que el azúcar puede potenciar los enlaces con el agua.

**Figura 12: Resultados de la determinación de grados Brix durante 1 mes**



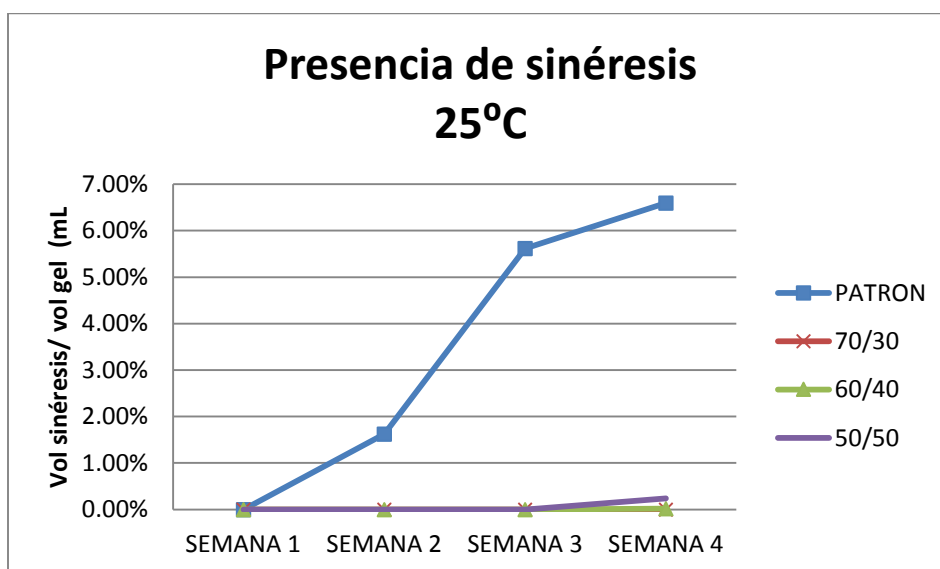
## C. Sinéresis

La evaluación de la sinéresis a tres diferentes temperaturas: 25, 32 y  $-2^{\circ}\text{C}$ , con el fin de poder observar cómo dichas condiciones afectan la capacidad de retención de agua.

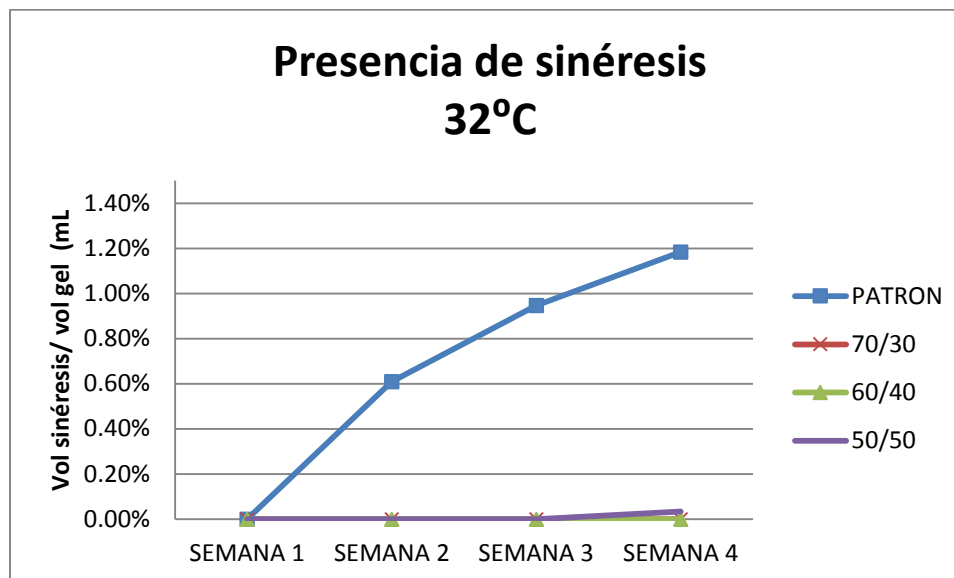
Las figuras 13, 14 y 15, muestran el volumen de sinéresis de las muestras evaluadas durante un mes, según la temperatura de almacenamiento, esto con el fin de observar como la temperatura afecta la disminución de la capacidad de retener el agua.

Se puede observar que la muestra patrón fue la que mayor volumen de sinéresis presentó, siendo la temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$  la que mayor influencia tuvo sobre la misma, en la cual alcanzó un volumen máximo de  $0.0658\text{mL}$  de Sinéresis/  $\text{mL}$  de gel, lo cual representa un  $6.58 \pm 0.04\%$  del volumen total de gel. Por otro lado, puede observarse que las muestras de proporción 70/30 y 60/40 se mantuvieron estables, sin presencia de sinéresis durante el mes de evaluación, mientras que la proporción 50/50 muestra un pequeño incremento en la última semana, no mayor al  $0.25\%$ , por lo que no se considera representativo. Esto puede deberse a que existe una mayor compactación del gel, por una mayor asociación de moléculas, inducido por la cantidad de goma Tara.

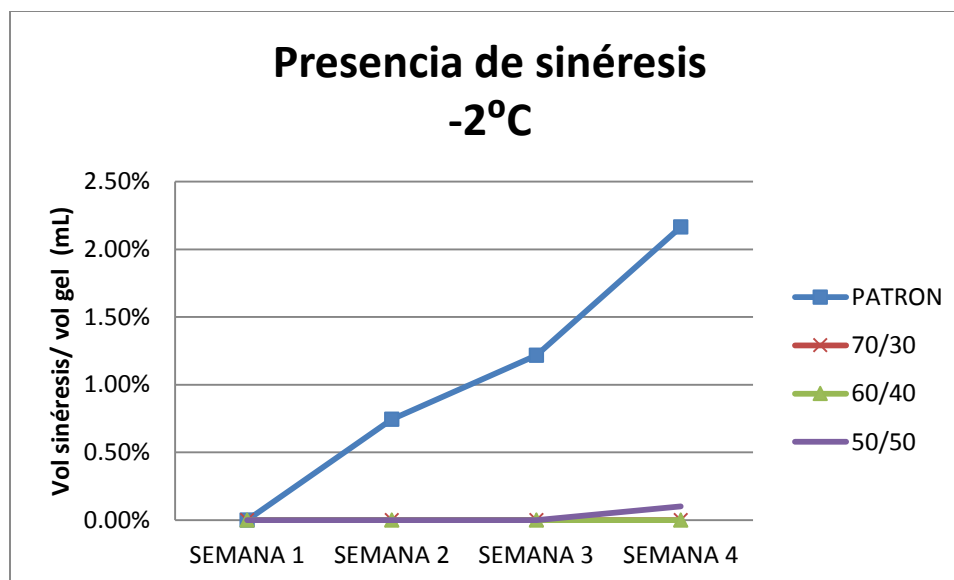
**Figura 13: Volumen de sinéresis de las muestras a  $25^{\circ}\text{C}$**



**Figura 14: Volumen de sinéresis de las muestras a 32°C**



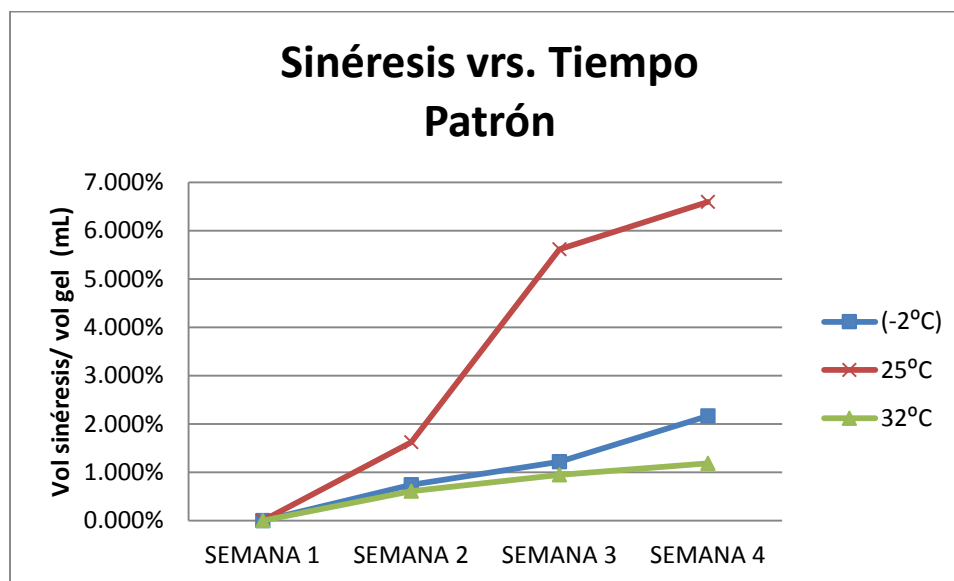
**Figura 15: Volumen de sinéresis de las muestras a -2°C**



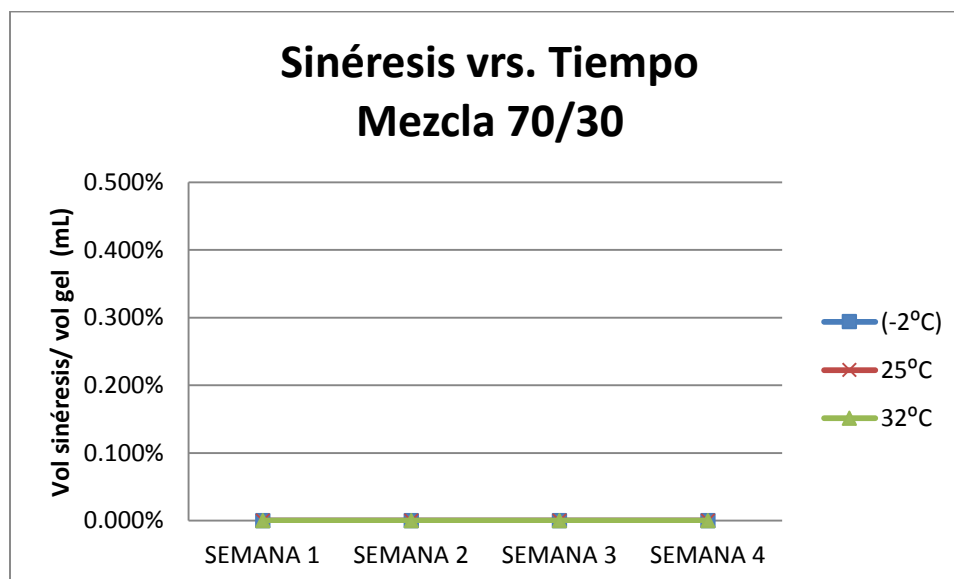
Por otro lado, se procedió a graficar el volumen de sinéresis de cada muestra a las diferentes temperaturas de almacenamiento, como se muestra en las figuras 16, 17 y 18. Con estos resultados, se puede observar que la temperatura que influyó más en el volumen

de sinéresis fue a 25°C, seguido por -2°C y 32°C. Esto nos indica que a 25°C se produce la mayor compactación, mientras que el incremento a temperatura de -2°C, se atribuye a la compactación irreversible de las moléculas de carragenina debido al proceso de congelación/descongelación que pudo haberse dado durante el análisis.

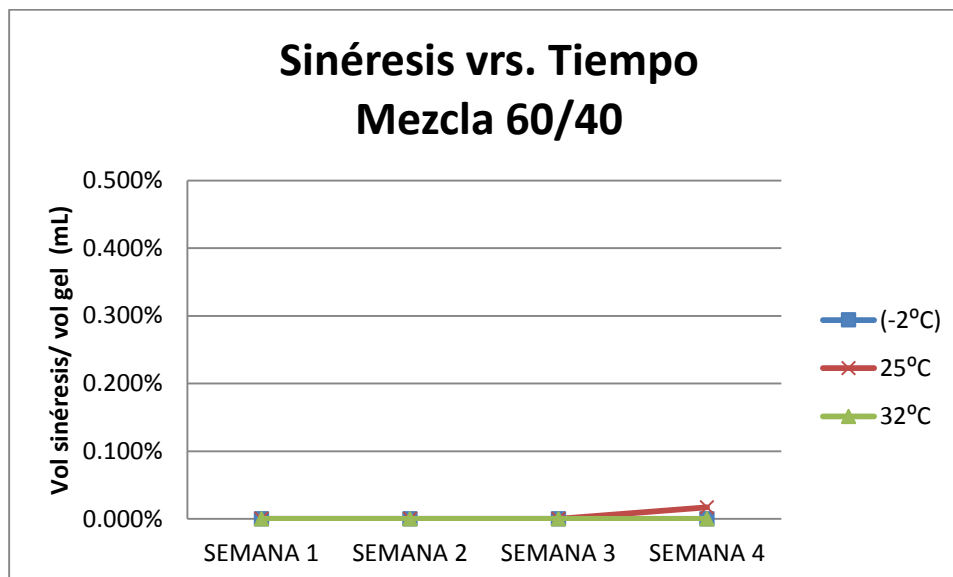
**Figura 16: Volumen de sinéresis presentado por la muestra patrón**



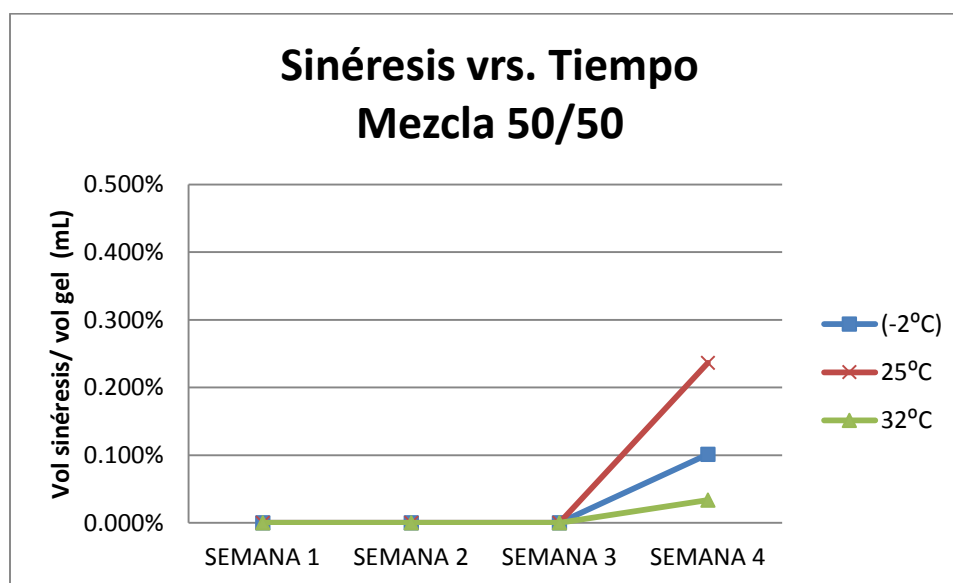
**Figura 17: Volumen de sinéresis presentado por la muestra 70/30**



**Figura 18: Volumen de sinéresis presentado por la muestra 60/40**



**Figura 19: Volumen de sinéresis presentado por la muestra 50/50**



Se puede concluir que la proporción más estable es la 70/30 para cualquier temperatura, presentando mayores características de retención de agua que la muestra patrón. Dicha estabilidad representa una mejoría notable en la formulación de la base para gel original.

## D. Extensibilidad del gel

Para evaluar la extensibilidad del gel, se comparó la diferencia entre las áreas de cada muestra y el patrón, obtenidas luego de la compresión por una fuerza aproximada de 490 Newton por 30 segundos, para poder evaluar como la proporción de gomas determina la capacidad de mantener la forma del gel. Asimismo, se comparó la diferencia de las áreas iniciales según la temperatura de almacenamiento, para observar la capacidad de soportar su propio peso. Para una mejor visualización se realizaron graficas comparativas.

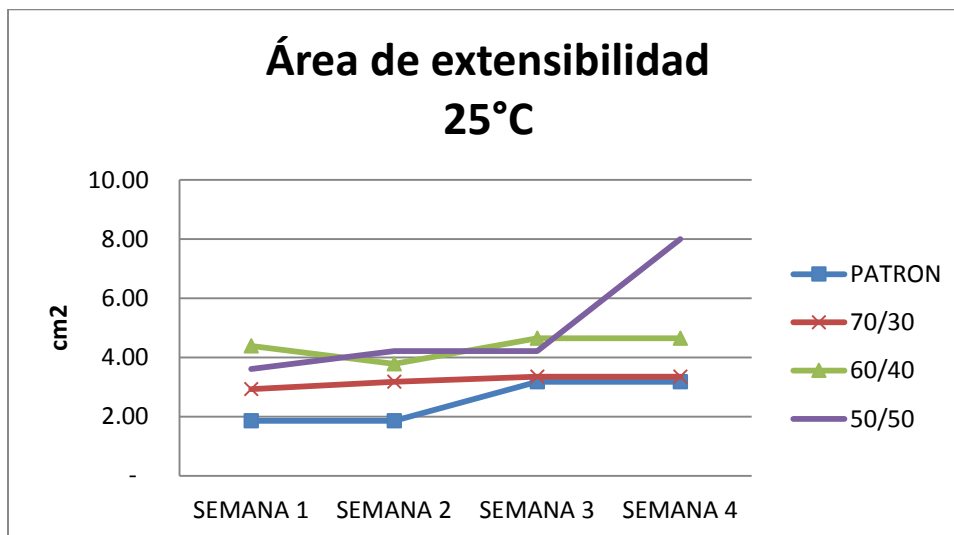
A continuación, en las figuras 19, 20 y 21, se presenta la variación del área de extensibilidad de las muestras según la temperatura de almacenamiento. Se puede ver en la tres figuras que la muestra patrón es la muestra que presenta la menor área de extensibilidad, con un incremento máximo de  $5.28 \pm 0.28 \text{ cm}^2$  para la temperatura de  $-2^\circ\text{C}$ . Cabe mencionar que la firmeza está relacionado con la cantidad de cloruro de potasio, que en este caso se le agregó a las muestras la mínima concentración sugerida por Tecante y Núñez, 2010, por lo que aumentar la cantidad de cloruro de potasio podría influenciar positivamente en la disminución del área de extensibilidad.

Asimismo, puede observarse que a mayor cantidad de carragenina menor área de extensibilidad, ya que en todas las figuras, la muestra 50/50 es siempre la muestra con mayor área, alcanzando un máximo de  $9.19 \pm 0.25 \text{ cm}^2$ , seguido de la muestra 60/40, con un máximo de  $7.61 \pm 0.09 \text{ cm}^2$  y finalmente la muestra 70/30 con un máximo de  $5.01 \pm 0.14 \text{ cm}^2$ . Se realizó un análisis de varianza con el apoyo del software STATSGRAPHICS Centaurion, por medio del cual se determinó que no existe diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en el área de extensibilidad entre las muestras patrón y las demás muestras a las diferentes temperaturas. (Los resultados de los valores de P se encuentran en la sección de ANEXOS). La mayor área de extensibilidad se atribuye a que la carragenina es el ingrediente principal involucrado en la formación del gel, mientras que la goma Tara es sólo un coayudante. Puede observarse que todos los máximos se obtuvieron a temperatura de  $-2^\circ\text{C}$ , en la cuarta semana de evaluación, concluyendo que es la temperatura que más influye en la firmeza

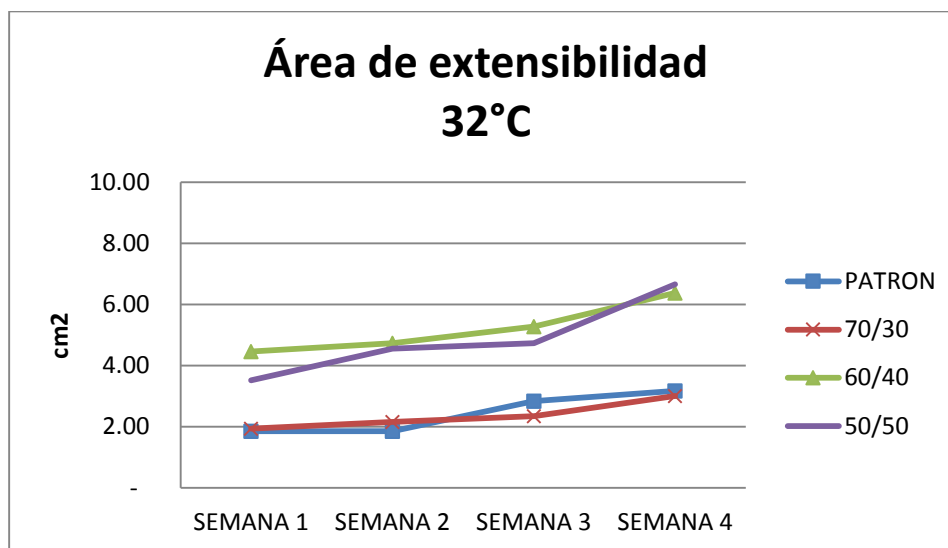
del gel. Esto se debe a que la carragenina pierde su funcionalidad al congelarse, influyendo directamente en la firmeza del gel.

Por otro lado, puede observarse que para todas las temperaturas, la muestra que se le asemeja más al patrón es la mezcla 70/30, incluso presenta mayor firmeza a temperatura de almacenamiento de  $-2^{\circ}\text{C}$ . Asimismo, puede observarse que en las tres figuras muestran un incremento constante en área de extensibilidad, mostrando que con el paso del tiempo, el gel pierde firmeza, debido a que se debilitan los enlaces.

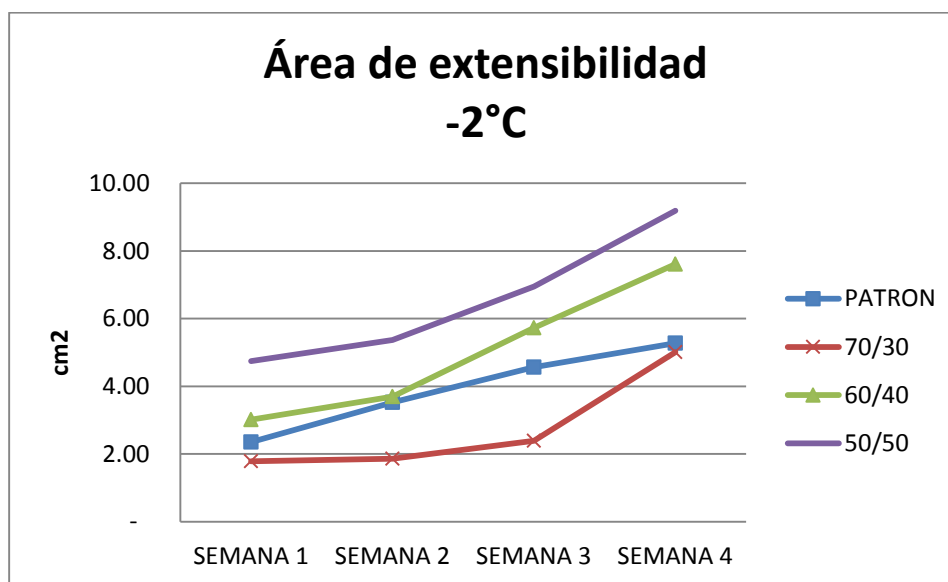
**Figura 20: Área de extensibilidad de las muestras a  $25^{\circ}\text{C}$**



**Figura 21: Área de extensibilidad de las muestras a 32°C**



**Figura 22: Área de extensibilidad de las muestras a -2°C**



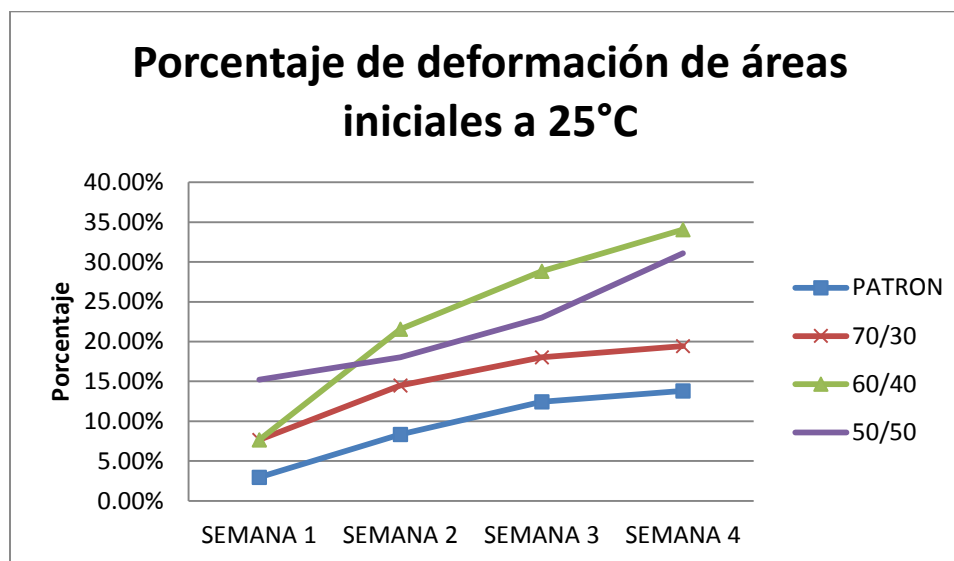
Para la evaluación de la capacidad de soportar su propio peso se calculó la diferencia de áreas iniciales y se determinó el porcentaje que representa según el área inicial del recipiente que las contenía.

En las siguientes figuras, 22, 23 y 24 se muestra el porcentaje de variación de las áreas iniciales durante el mes de evaluación, según las diferentes temperaturas de almacenamiento.

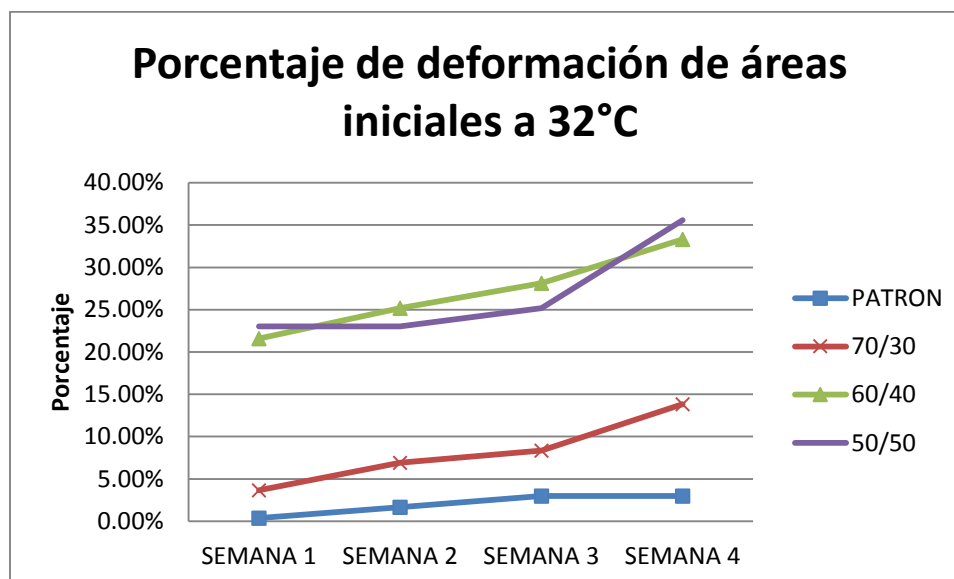
Nuevamente, puede observarse que a la temperatura de  $-2^{\circ}\text{C}$  se obtuvo el mayor porcentaje de deformación para todas las muestras, siendo la proporción 50/50, la que más se deformó con un  $76.97 \pm 0.25\%$  de deformación, mientras que la muestra 70/30, presenta un porcentaje de deformación máximo de  $40.94 \pm 0.14\%$ , porcentaje menor al porcentaje máximo alcanzado por la muestra patrón con un  $43.27 \pm 0.28\%$  de deformación. Para éste análisis, se determinó que sí existe diferencia significativa entre porcentaje de deformación de la muestra patrón y las mezclas 60/40 y 50/50, para la temperatura de  $-2^{\circ}\text{C}$ , indicándonos que si hay evidencia estadística para determinar que existe diferencia entre las muestras. Basándonos en esta diferencia puede concluirse que la muestra que más se asemeja al patrón es la mezcla 70/30.

Por otro lado, cabe mencionar que la estabilidad a  $25^{\circ}\text{C}$  representa una ventaja favorable para los clientes que trabajan con gelatina. Un ejemplo claro es la elaboración de postres gelificados y pasteles no refrigerados, ya que al trabajar con este tipo de geles se logra mantener la integridad y calidad del producto aunque se comercialicen a temperatura ambiente. Además de esto, los costos de producción se ven reducidos, debido a que no es necesario mantener un equipo de refrigeración.

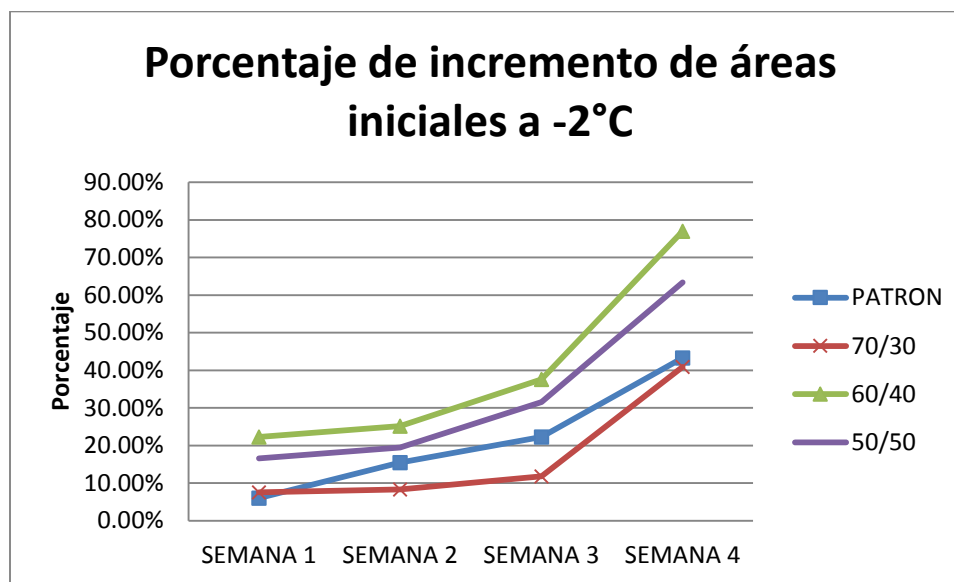
**Figura 23: Porcentaje de deformación de las áreas iniciales de las muestras a 25°C**



**Figura 24: Porcentaje de deformación de las áreas iniciales de las muestras a 32°C**



**Figura 25: Porcentaje de deformación de las áreas iniciales de las muestras a -2°C**



## E. Análisis sensorial

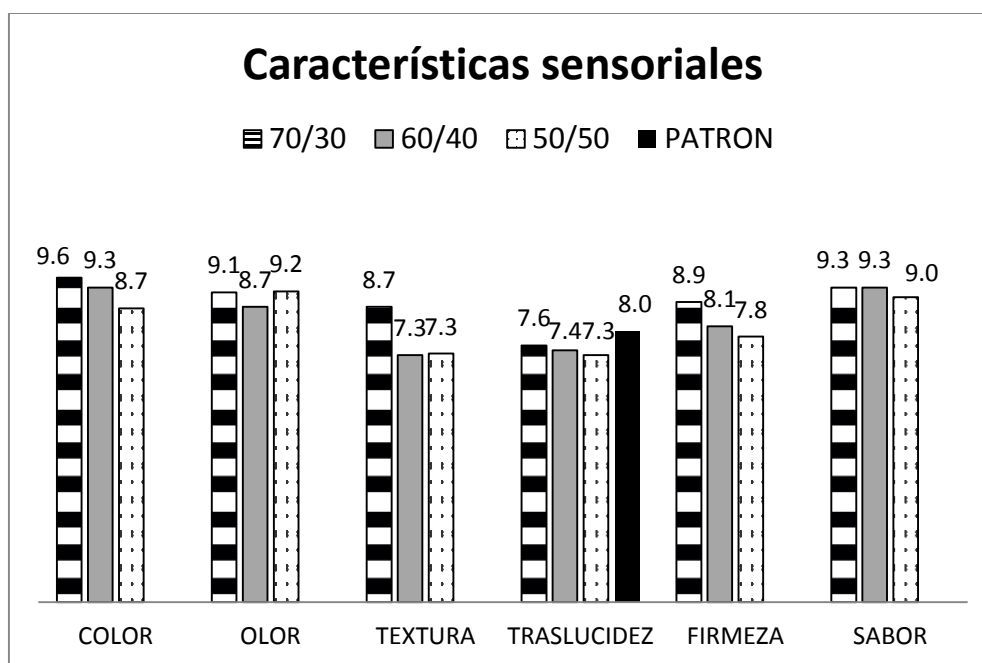
Para la realización del análisis sensorial se trabajó con un panel semi entrenado de 8 personas que laboran en la empresa, en el cual se evaluó las características de color, olor, textura, translucidez, firmeza y sabor. Se le pidió a cada panelista que evaluara cada muestra con puntaje de 1 a 10, tomando como referencia que la muestra patrón tenía 10 puntos en todos los atributos, excepto en la evaluación de la translucidez

En la Figura 25, se muestran los resultados de dicha evaluación para cada muestra. Puede observarse que las características de olor, color y sabor se mantuvieron constantes para todas las muestras, siendo la 70/30, la que presentó las mejores características respecto al patrón. En cuanto a la evaluación de textura y firmeza, puede observarse que está ligado a la extensibilidad y porcentaje de deformación del gel, por lo que se esperaba una menor puntuación que el patrón, obteniendo valores menores a 9. La muestra 70/30, fue la muestra que obtuvo el mayor puntaje con  $8.7 \pm 1.11$  para la textura y  $8.9 \pm 0.69$  para la firmeza

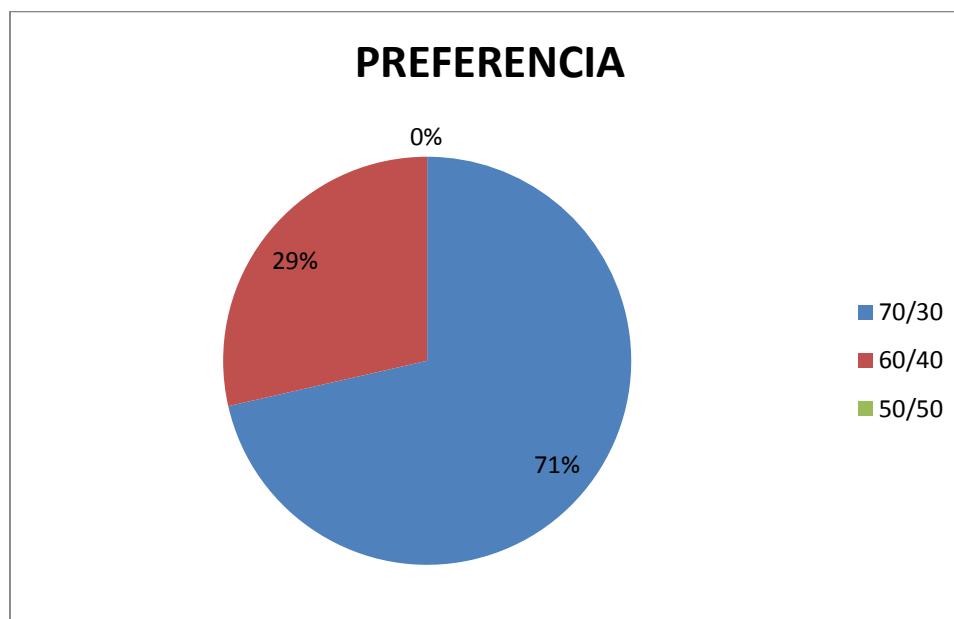
Para la evaluación de la traslucidez se utilizó muestras patrón con soluciones de agua con enturbiante, siendo el agua pura la solución que tenía el puntaje de 10. Se procedió a evaluar todas las muestras, incluyendo el patrón.

Puede observarse, que la diferencia de traslucidez es mínima para todas las muestras, y el mayor puntaje obtenido de  $8.0 \pm 1.27$  para la muestra patrón y el mínimo de  $7.3 \pm 1.25$  para la muestra 50/50, sin embargo no existe diferencia significativa entre la traslucidez del patrón y las demás mezclas ( $P > 0.05$ ). Esto puede deberse a que la goma Tara tiende a atribuir a las soluciones una apariencia más turbia, viéndose afectada la muestra con mayor cantidad de goma Tara.

**Figura 26: Resultados análisis sensorial**



Finalmente, se le pidió a cada panelista que eligiera la muestra de su preferencia y los resultados se muestran en la Figura 26. Dicha figura muestra una preferencia del 71% de la muestra 70/30 y 29% de preferencia por la muestra 60/40.

**Figura 27: Preferencia por las muestras evaluadas**

Al finalizar tanto los análisis físicos, como sensoriales se puede concluir que la mejor formulación para la sustitución de la base patrón, es la muestra 70/30, ya que fue la que presentó mejores características en comparación con las muestras 60/40 y 50/50, incluso, en algunos casos, mejores características que el patrón tales como en la sinéresis y estabilidad a temperatura de  $-2^{\circ}\text{C}$ .

## **F. Costos**

Una vez elegida la formulación sustituto, se procedió a realizar el análisis de costos, tomando en cuenta los aspectos previamente mencionados en la metodología. Se le asignó un código interno de Z-295-T al patrón y Z-297-T a la muestra 70/30. Los resultados se muestran en el cuadro a continuación:

**Cuadro 4: Resultados de la evaluación de costos**

<b>Muestra</b>	<b>Costo (\$)</b>
Z-295-T	2.97
Z-297-T	1.72
Porcentaje de reducción	42%

Puede observarse que la formulación establecida, logra reducir los costos en un 42%, el cual representa un ahorro bastante notable en la producción de la base para gelatina. Esto representa un gran beneficio para la empresa, ya que además de reducir los costos de producción, puede disminuir el precio de venta para lograr entrar en los mercados a competir por costos, ofreciendo un producto de alta calidad a menor precio.

## VIII. CONCLUSIONES

1. Fue posible la formulación y desarrollo de una base para geles elaborada a partir de gomas, capaz de sustituir la muestra patrón.
2. La muestra sugerida posee mejor capacidad de retención de agua que la muestra patrón, mientras que para la extensibilidad y la deformación, si mostró diferencia, pero se mantuvo en un rango aceptable.
3. Existió una variación perceptible en la firmeza y textura, características que presentaron la menor puntuación en la evaluación sensorial.
4. La nueva formulación representa un gran beneficio para la empresa, creando una oportunidad para entrar a competir por costos en el mercado objetivo, manteniendo la calidad del producto.

## **IX. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda evaluar una nueva formulación en la que se incremente el porcentaje de cloruro de potasio, con el fin de percibir una mejoría en la firmeza del gel.
2. Se recomienda evaluar una formulación en la que se sustituya la kappa carragenina por iota carragenina, para determinar si existe diferencia significativa en la estabilidad de la base, sin afectar los costos de la misma.
3. Se recomienda realizar la evaluación de traslucidez utilizando diferentes marcas de goma Tara, ya que puede verse influenciada por la misma.

## X. BIBLIOGRAFÍA

Baeza, R.I.; Carp, D.J.; Pérez, O.E y A.M.R.Pilosof. 2002. « $\kappa$ -Carrageenan - protein interactions: effect of proteins on polysaccharide gelling and textural properties». *LWT – Food Science and Technology*. vol. 35, no. 8, pp. 741-747, Disponible en la Web: <http://www.deepdyve.com/lp/elsevier/carrageenan-protein-interactions-effect-of-proteins-on-polysaccharide-sKp2mlPoR5?key=elsevier>

Cargill. 2012. *Productos*. Recuperado el 18 de abril de 2012. Disponible en la Web: <http://www.cargilltexturizing.es>

Corporación QUIRSA, S.A. Lotificación Italia Fracción No. 5 zona 4, Villa Nueva. Tel: 6630-5353.

Cubero, N.; Monferrer, A.; y J. Villalta. 2002. «Aditivos Alimentarios». *Mundi-Prensa* [España]. pp. 58-61, 104-105, 115-120, 133, 150-152  
Disponible en la Web: [http://books.google.com.gt/books?id=d\\_8WL8l-5ooC&lpg=PA115&dq=hidrocoloides&hl=es&pg=PA116#v=onepage&q=hidrocoloides&f=false](http://books.google.com.gt/books?id=d_8WL8l-5ooC&lpg=PA115&dq=hidrocoloides&hl=es&pg=PA116#v=onepage&q=hidrocoloides&f=false)

Cybercolloids. 2012. “Carob and Locust bean gum – Structure”. Disponible en la Web <http://www.cybercolloids.net/library/carob/carob-and-locust-bean-gum-structure>.

Distribuidora del Caribe de Guatemala. 2012. 1ª. Calle 34-39 zona 11, Colonia Toledo. Tel: 2326-6666

Estados Unidos, 2011. Central Intelligence Agency. *Guatemala Importaciones*, en publicación The World Factbook.  
Disponible en la Web: <http://www.indexmundi.com/es/guatemala/importaciones.html>

Guatemala, 2012. Dirección de Análisis Económico. *Guatemala: Comercio Exterior, Monto en Millones US\$, Comercio General, Período 2007 – 2011, 25 Principales socios Comerciales*. Guatemala, Ministerio de Economía.  
Disponible en la Web: <http://www.mineco.gob.gt/Estadisticas.aspx>

Dunstan, D.E.; Chen, Y.; Liao, M.L.; Salvatore, R.; Boger, D.V. y M. Prica. 2001. «Structure and rheology of the  $\kappa$ -carrageenan/locust bean gum gels». *Food Hydrocolloids*. vol. 15, no. 4

Fisher, Gail. 2009. *Carrageenan Effect on the water retention and texture in process turkey breast*. Tesis The State University of New Jersey. Estados Unidos, New Jersey. Graduated School-New Brunswick Rutgers. pp 15-30 Disponible en la Web: <http://books.google.com.gt/books?id=FEXf7jxZCJYC&printsec=frontcover&dq=c>

arrageenan&hl=es&sa=X&ei=srt1T\_miO8mgtweWuaiNDw&ved=0CFAQ6AEwBg#v=onepage&q=carrageenan&f=false

Hoefler, A. 2004. Hydrocolloids. Eagan Press Handbooks. Pp. 1-57

Imelson, Alan. 2010. *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*. United Kingdom, Wiley-Blackwell.

Disponible en la

Web: <http://books.google.com.gt/books?id=AERP4V4MuwUC&pg=PT98&dq=carrageenan&hl=en&sa=X&ei=3EtrT8CAFqeIsgK0tdToBQ&ved=0CC8Q6AEwAA#v=onepage&q=carrageenan&f=false>

Isern Jara, Jorge. 2003. <<Dulces de hidrocoloides>>. España, Oficina española de patentes y marcas.

Disponible en la Web: [http://www.espatentes.com/pdf/2179676\\_t3.pdf](http://www.espatentes.com/pdf/2179676_t3.pdf)

México, 2010. Inst. NU. CEPAL. *Guatemala: Evolución económica durante 2010*.

México, Editorial CEPAL.

Disponible en la Web: <http://www.mineco.gob.gt/AnalisisEconomico.aspx>

Molina Cote F; Restrepo Molina, D. y López Vargas, J. 2010. <<Estudio Preliminar sobre la Influencia de la Carragenina Kappa, Kappa I.II y Goma Tara en la Viscosidad y Tixotropía de las Salmueras de Inyección para jamones cocidos picados de cerdo>>. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín. vol.63 no.2 Disponible en la Web en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-28472010000200023&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472010000200023&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

Nussinovitch, A. 1997. *Hidrocolloid Applications, Gum technology I the food and other industries*. London. UK, Blackie Academic & Professional. pp. 42-52 Disponible en la

Web: <http://books.google.com.gt/books?id=vhw-EQVViHMC&pg=PA45&dq=carrageenan&hl=es&sa=X&ei=Tcl1T5b0CY6ltwfp2LX7Dg&ved=0CGQQ6AEwCTgK#v=onepage&q=carrageenan&f=false>

Oliva, M; C. Alfaro e I. Palape. 2010. «Evaluación del potencial tecnológico de galactomanos del endospermo de semillas de Prosopis sp. para el uso en la industria de alimentos». *Agriscientia*. [Argentina] vol. 27 no.2 Disponible en la

Web: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1668-298X2010000200006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1668-298X2010000200006&script=sci_arttext)

Pasquel, Antonio. 2001. «Gomas: Una Aproximación a la Industria de Alimentos», *Revista Amazonica de Investigacion Alimentaria*. [Perú] vol. 1, no.1, pp.1-8. . Disponible en la Web: <http://www.unapiquitos.edu.pe/links/facultades/alimentarias/v1/1.pdf>

Phillips, G. y Williams, A. 2000. Handbook of hydrocolloids. Woodhead Publishing Limited. Estados Unidos. Disponible en la Web en:

<http://books.google.com.gt/books?id=dXS7qnh->

ZOEC&pg=PA145&lpg=PA145&dq=Tara+gum+structure&source=bl&ots=U6WRjG4szu&sig=5Hi0LuH7YkQ9xOLsYyc-qzuEu7I&hl=es&sa=X&ei=YGJbUMnBGovY9QSdiYDYBA&ved=0CC0Q6AEwAA#v=onepage&q=Tara%20gum%20structure&f=false

Rodríguez, L. , 2009. “Goma de Tara”. ALNICOLSA. Perú. Disponible en la Web en: <http://taninos.tripod.com/goma.htm>

RTCA. 2012. *Alimentos y Bebidas Procesadas*. Aditivos Alimentarios. 67.04.54:10.

Sabores Cosco de Guatemala, S.A., 27 ave. 33-34 zona 12. Tel: 2476-0578.

Soler Roger, D.; Rodríguez Perdomo, Y. Pérez Bueno, T.; Riverón Alemán, Y.; y Morales Lacarrere, I. 2011. <<Estabilidad acelerada de un gel de *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo) para heridas y quemaduras>> Revista Cubana de Farmacia. Vol.45 no.4 Ciudad de la Habana

STATGRAPHICS Centaurion 16.1. Disponible en la Web en: <http://www.winportal.com/statgraphics-centurion>

Tecante, Alberto y María del Carmen Núñez Santiago. 2011. *Solution Properties of  $\kappa$ -Carrageenan and Its Interaction with Other Polysaccharides in Aqueous Media*. México, Centre for Development of Biotic Products of National Polytechnic Institute. Disponible en la Web: [http://cdn.intechopen.com/pdfs/30975/InTech-Solution\\_properties\\_of\\_carrageenan\\_and\\_its\\_interaction\\_with\\_other\\_polysaccharides\\_in\\_aqueous\\_media.pdf](http://cdn.intechopen.com/pdfs/30975/InTech-Solution_properties_of_carrageenan_and_its_interaction_with_other_polysaccharides_in_aqueous_media.pdf)

Universal Química, S.A. 2012. 7ª. Ave. 9-36 zona 2, Guatemala, Guatemala. Tel: 2254-0917

Vélez-Ruiz J.F.; González-Tomás, L.M. y E. Costell. 2003. «Caracterización Reologica de sistemas modelos de natillas» España, The Institutional Repository of the Spanish National Research Council. Open Science. Disponible en la Web: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/3049/1/Natillas.pdf>

Whistler, Roy L. 1973. *Industrial Gums*. 2ª ed. Londres, Academic Press Inc. pp 83-109, 303-323.

# XI. ANEXOS

## A. Boletas Análisis Sensorial

Sabores Cosco de Guatemala

Prueba de caracterización

Evaluación Sensorial Referente a:

CC  ~~PN~~

Producto Evaluado: COSCOGEL

Código: Z-295

**Instrucciones:** A continuación se presentan 4 muestras de gelatina. Evalúe en escala de 1-10 las características listadas abajo, siendo 1 el puntaje más bajo y 10 el más alto. Tome en cuenta que la muestra patrón posee el valor de 10 en todas las características

Característica	Muestra A	Muestra B	Muestra C
Color			
Olor			
Textura			
Firmeza			
Sabor			

COMENTARIOS: \_\_\_\_\_

Sabores Cosco de Guatemala  
 Prueba Caracterización  
 Evaluación Sensorial Referente a: PN  
 Producto Evaluado: Coscogel Código: Z-295  
 Instrucciones: A continuación evalúe la turbidez de la muestra según la escala que se presenta, tomando en cuenta que el valor de 10 es la solución más translúcida y el valor de 1 corresponde a más turbia



## B. Análisis de varianza

Se realizó el análisis de varianza para determinar si existía diferencia significativa (con un intervalo de confianza del 95%) entre la muestra patrón y las mezclas que se utilizaron.

### 1. Área de extensibilidad a 25°C

#### Variance Check

	<i>Test</i>	<i>P-Value</i>
Levene's	0.85282	0.491576

<i>Comparison</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Col_1 / Col_2	0.762102	0.198557	14.7318	0.0534
Col_1 / Col_3	0.762102	0.410396	3.44842	0.3364
Col_1 / Col_4	0.762102	2.01495	0.143053	0.1445

En donde

Col\_1 = Muestra Patrón

Col\_2 = Mezcla 70/30

Col\_3 = Mezcla 60/40

Col\_4 = Mezcla 50/50

### 2. Área de extensibilidad a 32°C

#### Variance Check

	<i>Test</i>	<i>P-Value</i>
Levene's	0.826011	0.504521

<i>Comparison</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Col_1 / Col_2	1.07069	1.02246	1.09657	0.9414
Col_1 / Col_3	1.07069	0.700233	2.33799	0.5037
Col_1 / Col_4	1.07069	2.23516	0.229461	0.2579
Col_2 / Col_3	1.02246	0.700233	2.1321	0.5500

En donde

Col\_1 = Muestra Patrón

Col\_2 = Mezcla 70/30

Col\_3 = Mezcla 60/40

Col\_4 = Mezcla 50/50

### 3. Área de extensibilidad a -2°C

#### Variance Check

	<i>Test</i>	<i>P-Value</i>
Levene's	0.537937	0.665191

<i>Comparison</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Col_1 / Col_2	1.27611	1.52314	0.70194	0.7782
Col_1 / Col_3	1.27611	2.08351	0.375133	0.4420
Col_1 / Col_4	1.27611	1.98201	0.414539	0.4885
Col_2 / Col_3	1.52314	2.08351	0.534423	0.6197

En donde

Col\_1 = Muestra Patrón

Col\_2 = Mezcla 70/30

Col\_3 = Mezcla 60/40

Col\_4 = Mezcla 50/50

### 4. Porcentaje de deformación áreas iniciales a 25°C

#### Variance Check

	<i>Test</i>	<i>P-Value</i>
Levene's	1.02007	0.418025

<i>Comparison</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Col_1 / Col_2	0.0485627	0.0496655	0.956081	0.9714
Col_1 / Col_3	0.0485627	0.112953	0.184847	0.1991
Col_1 / Col_4	0.0485627	0.0699405	0.482112	0.5643

En donde

Col\_1 = Muestra Patrón

Col\_2 = Mezcla 70/30

Col\_3 = Mezcla 60/40

Col\_4 = Mezcla 50/50

### 5. Porcentaje de deformación áreas iniciales a 32°C

#### Variance Check

	<i>Test</i>	<i>P-Value</i>
Levene's	0.211111	0.886768

<i>Comparison</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Col_1 / Col_2	0.15825	0.158801	0.993071	0.9956
Col_1 / Col_3	0.15825	0.213373	0.550058	0.6357
Col_1 / Col_4	0.15825	0.252664	0.392285	0.4624
Col_2 / Col_3	0.158801	0.213373	0.553896	0.6396

En donde

Col\_1 = Muestra Patrón

Col\_2 = Mezcla 70/30

Col\_3 = Mezcla 60/40

Col\_4 = Mezcla 50/50

### 6. Porcentaje de deformación áreas iniciales a -2°C

#### Variance Check

	<i>Test</i>	<i>P-Value</i>
Levene's	0.622185	0.614086

<i>Comparison</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Col_1 / Col_2	0.0125423	0.0424586	0.0872617	0.0753
Col_1 / Col_3	0.0125423	0.0496112	0.0639137	0.0491
Col_1 / Col_4	0.0125423	0.0601101	0.043537	0.0286

En donde

Col\_1 = Muestra Patrón

Col\_2 = Mezcla 70/30

Col\_3 = Mezcla 60/40

Col\_4 = Mezcla 50/50

## 7. Traslucidez

### Variance Check

	<i>Test</i>	<i>P-Value</i>
Levene's	1.28846	0.301034

<i>Comparison</i>	<i>Sigma1</i>	<i>Sigma2</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Col_1 / Col_2	0.57735	0.9759	0.35	0.2270
Col_1 / Col_3	0.57735	1.27242	0.205882	0.0758
Col_1 / Col_4	0.57735	1.25357	0.212121	0.0810

En donde

Col\_1 = Muestra Patrón

Col\_2 = Mezcla 70/30

Col\_3 = Mezcla 60/40

Col\_4 = Mezcla 50/50

## C. Cotizaciones

**Cuadro 5: Cotizaciones de las posibles gomas a utilizar.**

<b>Goma</b>	<b>Quirsa</b>	<b>Universal Quimica</b>	<b>Distribuidora el Caribe</b>	<b>Promedio</b>
Guar	225.00	107.50	178.00	170.17
Tara	70.00	70.00	75.00	71.67
Carragenina	195.00	190.00	178.20	187.73
Algarribo	150.00	165.00	240.00	185.00

(Quirsa, 2012, Universal Quimica, 2012, Distribuidora el Caribe, 2012)