

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**Evaluación del efecto de la adición de hidrocoloides en una bebida
granizada de yogur con sabor a café**

Diana Navarro Luna
Karen Rodríguez Mori

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniero en
Alimentos

Quito, Mayo de 2012

Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición

HOJA DE APROBACION DE TESIS

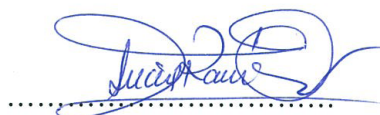
**Evaluación del efecto de la adición de hidrocoloides en una bebida granizada
de yogur con sabor a café**

Diana Navarro Luna
Karen Rodríguez Mori

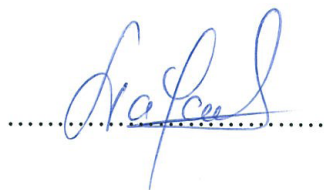
Mario Caviedes C, Ms.Dr.
Director de Tesis

Bárbara Álvarez, Dr C.
Co-Directora de Tesis

Lucía Ramírez Cárdenas, Ph.D.
Miembro del Comité de tesis



Javier Garrido, MSc.
Coordinador de tesis



Mike Koziol, D. Phill.
Decano de Colegio de
Agricultura, Alimentos y
Nutrición.



© **Derechos de autor**

Diana Navarro Luna

Karen Rodríguez Mori

Dedicatoria

En primer lugar quiero agradecer a Dios por darme las herramientas para culminar esta etapa de mi vida. A mis padres por su esfuerzo, ejemplo y apoyo incondicional. A mis hermanos, quienes me inspiran para ser un mejor ser humano cada día. A Karen, quien es mi amiga, antes que compañera. A nuestros tutores, quienes confiaron siempre en nuestro trabajo, y a mis compañeros de carrera, quienes hicieron de esta, la mejor etapa de mi vida.

Este trabajo se lo dedico a mis abuelitos, quienes siempre han puesto en mí las mejores expectativas. Espero no defraudarlos nunca.

Diana Navarro

Este trabajo se lo dedico a mis padres, por siempre ser un ejemplo a seguir en mi vida, por acompañarme en todos los momentos de mi vida, brindándome siempre su apoyo incondicional. A mi hermana, por ser mi mejor amiga y mi motivación en cada paso que doy. Le agradezco especialmente a Dios por guiarme y bendecirme y nunca dejarme caer. A mi amiga y compañera Diana, por todos los momentos que compartimos. A nuestros tutores, Mario y Yamila por brindarnos su ayuda y su experiencia a lo largo de la elaboración de este proyecto. A mis compañeros y amigos que hicieron de mi carrera y mi estadía en Quito la mejor época de mi vida.

Karen Rodríguez

Resumen

En la actualidad los productos a base de yogur están en auge, debido a los beneficios que el consumidor percibe y a la variedad que pueden ofrecer. Es así que proporcionalmente crece el uso de hidrocoloides en éstas bebidas fermentadas, contribuyendo con su acción sobre la textura de las mismas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de los hidrocoloides goma guar, goma xanthan y carboximetilcelulosa en reemplazo de gelatina en una bebida granizada de yogur con sabor a café. Se elaboraron prototipos reemplazando la gelatina (control) a niveles de 0.5 y 0.7% por goma xanthan, goma guar y carboximetilcelulosa al 0.3 y 0.5% cada uno. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con ocho tratamientos, en los que se midieron las variables de viscosidad, consistencia, volumen y penetrabilidad en tres repeticiones, de manera aleatoria. Los resultados obtenidos fueron sistematizados en los análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 5%. Al analizar los resultados se observó diferencia significativa entre las medias de los tratamientos y de esta manera se escogieron los dos mejores prototipos y el control, de acuerdo a la ponderación de las variables. Con los prototipos seleccionados se realizó la evaluación sensorial, que midió la preferencia y agrado de las muestras, mediante métodos afectivos. Los resultados de ésta evaluación reflejaron una tendencia de preferencia hacia la muestra control (Gelatina), cuya textura era notablemente diferente a la de los prototipos trabajados.

Palabras clave: *gelatina, goma xanthan, goma guar, carboximetil celulosa.*

Abstract

Nowadays, the yogurt-based products are booming because of the benefits perceived by the consumer and the variety they can offer. Thus, the use of hydrocolloids in these fermented beverages proportionally increases, contributing with its action on the texture of them. The aim of this study was to evaluate the effect of hydrocolloids guar gum, xanthan gum and carboxymethyl cellulose, instead of gelatin in coffee-flavored frozen yogurt. Prototypes were developed by replacing gelatin (control) at levels of 0.5 and 0.7% with xanthan gum, guar gum and carboxymethyl cellulose at 0.3 and 0.5% each. We used a completely randomized design (CRD) with eight treatments; in which variables were measured viscosity, consistency, volume and penetrability in three replications, randomly. The results were codified in the analysis of variance (ANOVA) with a significance level of 5%. The analysis of these results showed significant difference between treatments and the best two prototypes and control were chosen, according to the weighting of the variables. With the prototypes selected, sensory evaluation was performed, which measured the preference and liking of the samples by affective methods. The results of this evaluation showed a tendency of preference for the control sample (gelatin), whose texture was markedly different from the prototype worked.

Keywords: *gelatin, xanthan gum, guar gum, carboxymethyl cellulose.*

ÍNDICE GENERAL

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos e Hipótesis	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.3.3 Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	4
2.1 Gelatina	4
2.2 Goma guar	4
2.3 Goma xanthan	5
2.4 Carboximetilcelulosa	5
2.5 Resultados de estudios previos utilizando hidrocoloides en alimentos	6
3. MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.1 Diseño experimental	8
3.2 Evaluación sensorial	12
3.2.1 Primer estudio: Prueba escalar hedónica usando tres muestras	12
3.2.2 Segundo estudio: Prueba de ordenamiento por rango usando tres muestras	13
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4.1 Variables de respuesta	15
4.1.1 Penetrabilidad en el cubo	15
4.1.2 Consistencia	18
4.1.3 Volumen	22
4.1.4 Viscosidad	25

4.1.5	Análisis de los tratamientos con concentración 0.3% de hidrocoloide	28
4.1.5.1	Viscosidad	28
4.1.5.2	Volumen	29
4.1.5.3	Consistencia	30
4.1.5.4	Penetrabilidad	31
4.1.6	Análisis de los tratamientos con concentración 0.5% de hidrocoloide	32
4.1.6.1	Viscosidad	32
4.1.6.2	Volumen	33
4.1.6.3	Consistencia	34
4.1.6.4	Penetrabilidad	35
4.1.7	Ponderación estadística	37
4.2	Evaluación Sensorial	38
4.2.1	Primer estudio: Prueba escalar hedónica usando tres muestras	38
4.2.2	Segundo estudio: Prueba de ordenamiento por rango usando tres muestras	40
5.	CONCLUSIONES	43
6.	RECOMENDACIONES	45
7.	BIBLIOGRAFÍA	46
8.	ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Factores, niveles y variables de los hidrocoloides evaluadas en el experimento	8
Tabla 2. Formulaciones de los tratamientos evaluados en el experimento bajo un diseño completamente al azar (DCA)	9
Tabla 3. Métodos para medición de variables en los diferentes tratamientos	10
Tabla 4. Esquema del ANOVA en DCA con igual tamaño de muestras.	11
Tabla 5. Resultados del análisis de varianza para penetrabilidad en el cubo.	16
Tabla 6. Medias de penetrabilidad por la prueba de Tukey al 5%	17
Tabla 7. Resultados del análisis de varianza para consistencia en la bebida licuada	20
Tabla 8. Medias de consistencia por la prueba de Tukey al 5%	20
Tabla 9. Resultados del análisis de varianza para volumen en la bebida licuada	23
Tabla 10. Medias de volumen por la prueba de Tukey al 5%	24
Tabla 11. Resultados del análisis de varianza de la viscosidad en la bebida licuada	26
Tabla 12. Medias de viscosidad por la prueba Tukey al 5%	27
Tabla 13. Resultados del análisis de varianza para viscosidad con concentración de 0.3%	28
Tabla 14. Medias de viscosidad al 0.3% por la prueba de Tukey al 5%	28
Tabla 15. Resultados del análisis de varianza para volumen con concentración de 0.3%	29
Tabla 16. Medias de volumen al 0.3% por la prueba de Tukey al 5%	29
Tabla 17. Resultados del análisis de varianza para consistencia con concentración de 0.3%	30
Tabla 18. Medias de consistencia al 0.3% por la prueba de Tukey al 5%	30
Tabla 19. Resultados del análisis de varianza para penetrabilidad con concentración de 0.3%	31
Tabla 20. Medias de penetrabilidad al 0.3% por la prueba de Tukey al 5%	31
Tabla 21. Resultados del análisis de varianza para viscosidad con concentración de 0.5%	32

Tabla 22.	Medias de viscosidad al 0.5% por la prueba de Tukey al 5%	32
Tabla 23.	Resultados del análisis de varianza para volumen con concentración de 0.5%	33
Tabla 24.	Medias de volumen al 0.5% por la prueba de Tukey al 5%	33
Tabla 25.	Resultados del análisis de varianza para consistencia con concentración de 0.5%	34
Tabla 26.	Medias de consistencia al 0.5% por la prueba de Tukey al 5%	34
Tabla 27.	Resultados del análisis de varianza para penetrabilidad con concentración de 0.5%	35
Tabla 28.	Ponderación de variables	37
Tabla 29.	Análisis de varianza de valores obtenidos en la escala Hedónica	38
Tabla 30.	Tabla de ordenamiento por rango de acuerdo a la prueba de Friedman	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

		Página
Gráfico 1.	Relación entre los valores de penetrabilidad vs. Hidrocoloides.	15
Gráfico 2.	Efecto de la concentración de hidrocoloide vs la consistencia Resultante	18
Gráfico 3.	Efecto de los hidrocoloides en sus dos concentraciones vs. Consistencia	19
Gráfico 4.	Relación de los Valores de volumen obtenidos vs. Hidrocoloide Empleado	22
Gráfico 5.	El efecto de la concentración de hidrocoloides sobre el volumen obtenido	23
Gráfico 6.	Relación entre los hidrocoloides y sus niveles en relación a la viscosidad	25
Gráfico 7.	Resultados de la prueba de escala hedónica	39
Gráfico 8.	Porcentajes de agrado del nivel 5 al 9	39
Gráfico 9.	Resultados expresados en porcentajes de los atributos preferidos por los jueces	41
Gráfico 10.	Decisión de compra de los jueces	42

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
ANEXO 1: Desarrollo de prototipos preliminares	51
• Primer prototipo en desarrollo	51
• Segundo prototipo en desarrollo	52
• Tercer prototipo en desarrollo	52
• Desarrollo de prototipos finales	54
ANEXO 2: Encuesta de la evaluación sensorial: Escala hedónica	55
ANEXO 3: Encuesta de la evaluación sensorial: Prueba de ordenamiento por rango	56
ANEXO 4: Resultados del análisis de la variable de respuesta penetrabilidad en el cubo	57
ANEXO 5: Resultados del análisis de la variable de respuesta consistencia en la bebida licuada	58
ANEXO 6: Resultados del análisis de la variable de respuesta volumen en la bebida licuada	59
ANEXO 7: Resultados del análisis de la variable de respuesta viscosidad en la bebida licuada	60
ANEXO 8: Utilización del factor para viscosidad	61
ANEXO 9: Análisis de variables por niveles de concentraciones de hidrocoloides.	62
ANEXO 9.1: Análisis al 0.3% de hidrocoloide	62
ANEXO 9.2: Análisis al 0.5% de hidrocoloide	63
ANEXO 10: Tabla de ponderación estadística de variables	65
ANEXO 11: Ficha técnica de gelatina sin sabor	66
ANEXO 12: Ficha técnica de la goma xanthan	69
ANEXO 13: Ficha técnica de la goma guar	70
ANEXO 14: Ficha técnica de la carboximetilcelulosa	71
ANEXO 15: Método para la medición de volumen	72

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Los consumidores están cada vez más interesados en llevar una alimentación sana y esto ha incentivado a fabricantes de alimentos en crear productos que ofrezcan mayores beneficios. Los lácteos ocupan el 60% del mercado siendo estos los preferidos a partir de los beneficios que brindan, destacándose el yogur y sus derivados (Roberts, 2009).

Las últimas tendencias en el mercado de yogur están enfocadas en la producción de tipo orgánico, de elaboración casera, funcionales en base a probióticos, de alto valor proteico y de fibra, de tipo griego (ácido y viscoso), como alternativa de postre y productos dirigidos para niños, entre otros (Mayer, 2010). El granizado de yogur es una bebida láctea que está dentro de las nuevas preferencias que han establecido los consumidores de yogur, mantienen su producto original con sus mismos beneficios pero en diferentes presentaciones

El granizado de yogur cuenta con propiedades nutricionales similares a un producto lácteo fermentado. Por sus características sensoriales, puede ser una alternativa saludable a un helado o a un postre convencional, especialmente para personas que busquen una opción con bajo contenido de grasa (Marshall et al. 2003; Tamime y Robinson, 2007).

En la elaboración de bebidas fermentadas, la utilización de hidrocoloides es una práctica común para otorgar ciertas características ideales a estos productos. En la elección de los más adecuados para un alimento, es necesario considerar algunos factores, como la viscosidad final aparente, la temperatura de elaboración y condiciones empleadas durante el período de elaboración del producto (Gaviria et al., 2009). En las bebidas lácteas fermentadas es posible sustituir los sólidos presentes por estabilizantes que son usados para modificar la viscosidad y la suavidad para estabilizar el gel y evitar la sinéresis.

1.2 Justificación

El consumo de bebidas frías, postres y helados a base de yogurt, en el Ecuador, ha aumentado en los últimos años. Esto se debe a los beneficios que percibe el consumidor y a la frescura que los productos ofrecen. Es por esto, que se busca añadir características diferenciables en la textura del producto, mediante el uso de hidrocoloides.

La adición de hidrocoloides tales como gomas y polisacáridos en los productos congelados retarda el crecimiento de cristales de hielo, por lo cual mejora su viscosidad y consistencia (Srinivasan, 2007). Además, éstos aumentan la viscosidad de la mezcla y mejoran la retención de la forma y el derretimiento del producto. Esto se debe a la reducción de la movilidad de las moléculas de agua por la capacidad de retención de éstas en la estructura de los hidrocoloides (Soukoulis y Tzia, 2008).

Aún así se debe evaluar el efecto de cada hidrocoloides por separado, ya que las mezclas que contienen goma xanthan tienen la viscosidad más alta, mientras que las que contienen carboximetilcelulosa tienen la más baja. A su vez, el uso de xanthan favorece la aireación, liderando los más altos valores de *overrun*, mientras que la carboximetilcelulosa es insuficiente para la incorporación de aire (Soukoulis y Tzia, 2008).

Este estudio es importante para la generación de nuevos productos a nivel nacional e internacional, ya que implementa diferentes procesos y áreas de trabajo que las habituales. El mercado ecuatoriano y mundial de alimentos necesita innovar productos que les permita seguir aportando a su crecimiento económico y a la vez suplir con los requerimientos nutricionales de los consumidores.

1.3 OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de goma xanthan, goma guar, carboximetilcelulosa y gelatina en una bebida granizada de yogur con sabor a café.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar las concentraciones de hidrocoloides para ser evaluadas experimentalmente.
- Evaluar el efecto de cada hidrocoloide en las propiedades reológicas del producto.
- Seleccionar los mejores prototipos en función de su acción sobre las variables de respuesta.
- Medir el nivel de agrado y preferencia de los prototipos seleccionados mediante evaluación sensorial usando métodos afectivos en jueces.

1.3.2 Hipótesis

La adición de hidrocoloides proporcionaría una bebida granizada de yogur con sabor a café con mayores propiedades reológicas que el producto control y aceptada por el consumidor.

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA

Los hidrocoloides son polímeros hidrofílicos, derivados de origen vegetal, animal, microbiano o de origen sintético y están naturalmente presentes en los productos alimenticios o añadido al control de las propiedades funcionales de dichos materiales. Estos se utilizan para modificar las propiedades de muchos alimentos, incluyendo la reología (en forma de engrosamiento y gelificante) y retención de agua, así como la estabilización de la emulsión, la prevención de recristalización el hielo y la mejora de las propiedades organolépticas. Otras aplicaciones incluyen la adhesión, la suspensión, la floculación, la estabilización de la espuma, y la formación de la película (Burey et al., 2008). Entre los que se encuentran gelatina, goma guar, goma xanthan y carboximetilcelulosa

2.1 Gelatina

La gelatina es una proteína fibrosa que tiene numerosas aplicaciones principalmente en la industria farmacéutica y alimenticia debido a sus propiedades químicas y físicas; tiene la habilidad de formar geles térmicamente reversibles (Saxena et al., 2009), puede ser usada como agente emulsificante, estabilizante, o para mejorar algunas características como textura y capacidad de retención de agua (Simon et al., 2002).

La gelatina se extrae mayoritariamente de pieles de vacuno y porcino (Yoshimura et al., 2000; Gilseman, 2001; Haug et al., 2004) sin embargo, en la literatura científica poco se reporta sobre las propiedades reológicas obtenidas a partir de éstas materias primas. Los geles de gelatina se formulan con mayores concentraciones que los geles formados con agar, alginatos, carragenina y pectina. Las concentraciones típicas de ésta son utilizada en los productos alimenticios son 1.5% p/p. Las propiedades del gel son afectadas por la concentración de gelatina, por la velocidad de enfriamiento utilizada durante la gelificación y por la temperatura a la que la fuente de gelatina gelificará (Burey et al., 2008).

2.2 Goma guar

La goma guar se obtiene del endospermos de la semilla leguminosa *Cyamopsis tetragonolobus*. Es un galactomanano con una proporción de 2:1 en manosa y galactosa, soluble en frío, y si se adiciona en altas concentraciones el producto final puede resultar pegajoso y gomoso (Koksoy y Kilic 2004). Carece de grupos ionizables, lo cual la hace

prácticamente inalterable a los cambios de pH, ya que es estable en el intervalo 1.0-10.5, pero su máxima capacidad de hidratación se alcanza a pH de 7.5-9.0. Al hidratarse en agua fría forma dispersiones coloidales viscosas con características tixotrópicas. La presencia de sales afecta poco, ya que está conformada por azúcares neutros. Su aplicación se da en aderezos, salsas, lácteos y bebidas de frutas (Badui, 2006).

2.3 Goma xanthan

La goma xanthan es un heteropolisacárido ramificado, sintetizado por diferentes especies de bacterias *Xanthomonas*, que producen la goma como una cobertura de protección. Después de su producción el medio se pasteuriza y se separa por filtración el microorganismo. Es una goma pseudoplástica, soluble en agua fría o caliente, y forma soluciones muy viscosas. Su funcionalidad depende de la correcta disolución; además, es necesario considerar rango de agitación y composición del solvente y tamaño de las partículas, en este sentido, soluciones al 1% p/p o concentraciones mayores de esta goma forman un gel con mayor consistencia que el obtenido con otras gomas (Sedlmeyer et al., 2004).

La goma xanthan es utilizada en la industria alimenticia, principalmente en productos de comportamiento no-newtoniano, que forman un gel fuerte con bajas concentraciones de hidrocoloide. y estables en un rango de pH de 1-9, así como a la presencia de diversas sales en el medio; produce soluciones traslúcidas aún a altas concentraciones, es resistente a la degradación enzimática, funciona como buen crioprotector, es compatible con otras gomas y presenta sinergia con los galactómanos (Badui, 2006).

2.4 Carboximetilcelulosa

La carboximetilcelulosa (CMC) es un polisacárido aniónico obtenido por la hidrólisis ácida y posterior alcalinización de la celulosa. Este hidrocoloide actúa como aglutinante, como espesante y estabilizante, y forma películas resistentes (Valencia et al., 2008). Se disuelve rápidamente en agua fría o caliente, actúa como ligador de humedad, estabiliza emulsiones, mejora la viscosidad y textura de muchos productos. Por ejemplo, se usa en el control de la cristalización de la lactosa para la fabricación de helados; en la elaboración de productos congelados, en aderezos para conferir cuerpo e incrementar la viscosidad; en

mezclas con otras gomas para evitar la sinéresis; en alimentos dietéticos (pues no se metabolizan), entre otros (Badui, 2006).

2.5 Resultados de estudios previos utilizando hidrocoloides en alimentos

La eficacia de los hidrocoloides en términos de crioprotectividad se asocia con su estabilidad bajo las condiciones ácidas presentes en postres lácteos fermentados. La adición de hidrocoloides no afecta a la acidez de las mezclas, a pesar del hecho de que los hidrocoloides utilizados en el estudio eran neutrales (goma xanthan y goma de guar) y aniónico que (CMC) podría haber tenido un impacto en el equilibrio de iones de mezcla (Goff et al., 1994).

Goff et al. (1994) demostró que la viscosidad de las mezclas aumenta significativamente por la adición de hidrocoloides. Las mezclas que contienen goma xanthan tienen las viscosidades más altas, y aquellos que contienen carboximetilcelulosa más baja. El aumento de porcentaje de hidrocoloide lleva una mezcla más viscosa.

De igual manera en el estudio de Soukoulis et al. (2007) el uso de goma xanthan favorece a la aireación, lo que tiene como consecuencias valores más altos de *overrun*, mientras que CMC es insuficiente para mejorar la incorporación de aire. En otros estudios también se han informado de la eficiencia de la goma xanthan para mejorar la incorporación de aire en los helados en comparación con la goma guar y CMC.

La eficacia de un hidrocoloide crioprotector se asocia con su capacidad para formar ya sea geles débiles durante la fusión y de re-congelación de los cristales de hielo o para aumentar la microviscosidad del área localizada entre los cristales de hielo, evitando así la migración de agua a los cristales de hielo adyacentes (Miller-Livney y Hartel, 1997; Goff et al., 1999 y Regand y Goff, 2003).

En el estudio de Regand y Goff (2003) la adición de goma xanthan causa una significativa disminución de la dureza instrumental, mientras que CMC no muestra un buen efecto estabilizador. Además, Wang et al. (1998) reportan que la goma guar retarda la propagación de cristales de hielo, mientras que CMC no lo hace, lo

que sugiere que CMC no es adecuadamente efectiva en la inhibición de cristalización del hielo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Diseño Experimental

El diseño experimental es una herramienta fundamental en todos los campos de la investigación y el desarrollo. El objetivo de éste es obtener información de calidad que permita desarrollar nuevos productos y procesos, comprender mejor un sistema como un proceso industrial o un procedimiento analítico, tomar decisiones sobre como optimizarlo y mejorar su calidad.

Tabla 1. Factores, niveles y variables de los hidrocoloides evaluadas en el experimento

FACTORES	NIVELES	VARIABLES
A. Goma xanthan	A1 0.5% A2 0.3%	* Penetrabilidad en el cubo
B. Goma guar	B1 0.5% B2 0.3%	* Consistencia * Volumen
C. Carboximetilcelulosa	C1 0.5% C2 0.3%	* Viscosidad
D. Gelatina sin sabor	D1 0.5% D2 0.7%	

En la tabla 1 se detallan los factores, niveles y variables que se estudiaron en el experimento. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 8 tratamientos y tres repeticiones. Las variables de respuesta fueron viscosidad, consistencia, volumen y penetrabilidad en el cubo.

Se formularon prototipos iniciales (Anexo 1) en donde se evaluaron diferentes concentraciones de hidrocoloides y las cantidades de los ingredientes. A partir de estos prototipos, se realizaron pruebas sensoriales y de reología, para escoger los niveles de concentración más adecuados para una bebida granizada de yogur con sabor a café.

Tabla 2. Formulaciones de los tratamientos evaluados en el experimento bajo un diseño completamente al azar (DCA)

	Tratamientos							
Ingredientes	A	B	C	D	E	F	G	H
Yogur Vainilla	500mL	500mL	500mL	500mL	500mL	500mL	500mL	500mL
Yogur Natural	250mL	250mL	250mL	250mL	250mL	250mL	250mL	250mL
Leche Descremada	250mL	250mL	250mL	250mL	250mL	250mL	250mL	250mL
Café	15g	15g	15g	15g	15g	15g	15g	15g
Azúcar	150g	150g	150g	150g	150g	150g	150g	150g
Gelatina	-----	-----	-----	-----	-----	-----	5,82	8,15
Goma Xanthan	5,82	3,50	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Goma Guar	-----	-----	5,82	3,50	-----	-----	-----	-----
Carboximetil Celulosa	-----	-----	-----	-----	5,82	3,50	-----	-----

En la tabla 2 se presentan las formulaciones de los 8 tratamientos que fueron evaluados. Estos tratamientos son el producto de las investigaciones previas con diferentes prototipos evaluados (Anexo 1). Los ingredientes de los 8 tratamientos se mantienen igual excepto los hidrocoloides que varían en sus concentraciones de 0.5% y 0.3% y en la gelatina que también se evalúa al 0.5% y 0.7%.

Los hidrocoloides utilizados fueron obtenidos de proveedores certificados con fichas técnicas de cada uno, gelatina sin sabor (Anexo 11), goma xanthan (Anexo 12), goma guar (Anexo 13) y carboximetilcelulosa (Anexo 14).

Tabla 3. Métodos para medición de variables en los diferentes tratamientos

Método	Materiales	Equipos	Unidad
Penetrabilidad Norma: (AOCS Cc 16-60)	Cubos congelados de yogur a -10°C.	Penetrómetro KOEHLER. Modelo KOK 19500	Milímetros (mm)
Consistencia Norma: (ASTM F1080-93)	Bebida licuada a 0 °C.	Consistómetro BOSTWIK	cm/seg
Volumen Norma: (Anexo 15)	Bebida licuada a 0 °C.	Probetas de 500mL.	Mililitros (ml)
Viscosidad Norma: (ASTM D2196 – 10)	Bebida licuada a 0 °C.	Viscosímetro BROOKFIELD. Modelo DV-E. Agujas LV-1 (61) LV-2 (62)	Centipoise (cP)

En la tabla 3 se detallan los equipos, nombre y modelo y unidades de medición que se utilizaron para evaluar cada variable los tratamientos junto con los materiales que se necesitaron. El método de penetrabilidad fue en el único que se utilizó el producto congelado, en cubos, como es su presentación inicial; en las demás variables se lo hizo en la bebida licuada a 0°C.

Los resultados obtenidos al finalizar la fase experimental fueron sistematizados en los análisis de varianza (ANOVA). En el DCA las fuentes de variación principales son las debidas a los tratamientos y las debidas al error. Con estas fuentes de variación se obtienen los cuadrados de las sumatorias de las desviaciones, tanto del tratamiento como del error y se construye una tabla de ANOVA.

Tabla 4. Esquema del ANOVA en DCA con igual tamaño de muestras.

FV¹	gL²	SC³	CM⁴	F⁵	FC⁶	CM esperado
<i>Total</i>	$N - 1$	$\sum \sum y_{ij}^2 - FC$		CM_{Tr} / CM_e	<hr/>	
Tratamientos	$t - 1$	$\frac{1}{n} \sum Y_i^2 - FC$	SC_{Tr} / gl_{Tr}			$\sigma_e^2 + n \sigma_t^2$
Error	$t (r-1)$	<i>Diferencia</i>	SC_e / gl_e			σ_e^2

1. Fuente de Variación
2. Grados de Libertad
3. Suma de Cuadrados
4. Cuadrados Medios
5. F calculada
6. F Crítico

Fuente: Sánchez (2009)

3.2 Evaluación Sensorial

3.2.1 Primer estudio: Prueba escalar hedónica usando tres muestras.

Materiales y métodos

Consumidores

Veinte consumidores ecuatorianos de yogur (14 mujeres, 6 hombres, rango de edad 19-23 años) fueron considerados utilizando la escala hedónica estructurada de 9 puntos. Se realizaron un total de 60 observaciones. Los consumidores fueron reunidos en el aula de evaluación sensorial de la Universidad San Francisco de Quito entre 1 a 2 pm.

Estímulos

Se les presentó tres prototipos de A, C y H (Tabla 2) de granizado de yogur con café. Los estímulos fueron presentados en vasos de poliestireno de 2.5 onzas y la muestra en cada uno fue de 30 ml de producto. Uno de los tres prototipos era el granizado en base a gelatina que se utilizó como producto referencial y los otros dos fueron con goma xanthan 0.5% y goma guar 0.5%. Las tres muestras fueron codificadas con números de tres dígitos aleatorios.

Los cubos del producto se almacenaron en un congelador a -10°C , durante el período de las pruebas. Las muestras del producto se sirve a temperaturas entre 0 a 2°C .

Procedimiento

Todas las pruebas se llevaron a cabo individualmente en los cubículos del aula de evaluación sensorial. El investigador estuvo presente para ayudar a los consumidores si tenían alguna dificultad o necesitaba ayuda con la prueba. El investigador también estaba disponible para receptar cualquier comentario de los consumidores acerca de las muestras. Por lo tanto, datos cualitativos y cuantitativos se recogieron de forma simultánea.

Los consumidores fueron convocados en el aula de evaluación sensorial y a su vez fueron invitados a sentarse en cubículos individuales. Las tres muestras de granizado se presentaron una al lado de la otra, junto a un formulario que tenía la escala hedónica estructurada de 9 puntos según la norma ISO 690-2 (Anexo 2), lápiz, servilleta y un vaso de agua, que sirve para enjuague entre muestra y muestra. Los consumidores bebieron los tres prototipos, atendiendo a la secuencia del formulario de forma aleatorizada.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos al final del experimento se sistematizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) de dos factores y un nivel de significación de 5%.

3.2.2 Segundo estudio: Prueba de ordenamiento por rango usando tres muestras.

Materiales y métodos

Consumidores

Cincuenta ecuatorianos consumidores de yogur (27 mujeres, 23 hombres, rango de edad 17-27 años de edad) fueron considerados bajo la prueba de ordenamiento por rango. Se realizaron un total de 150 observaciones. Los consumidores fueron reunidos en el aula de evaluación sensorial de la Universidad San Francisco de Quito entre 1 a 2 pm.

Estímulos

Se les presentó tres prototipos A, C y H (Tabla 2) de granizado de yogur con café. Los estímulos fueron presentados en vasos de poliestireno de 2.5 onzas y la muestra en cada uno fue de 20 ml de producto. Uno de los tres prototipos era el granizado de yogur en base a gelatina que se utilizó como producto referencial y los otros dos fueron con goma xanthan 0.5% y goma guar 0.5%. Las tres muestras fueron codificadas con números de tres dígitos aleatorios.

Los cubos del producto se almacenaron en un congelador a -10°C , durante el período de las pruebas. Las muestras del producto se sirve a temperaturas entre 0 a 2°C .

Procedimiento

Se siguió el mismo protocolo que del primer estudio. Los consumidores fueron convocados en el aula de evaluación sensorial y a su vez fueron invitados a sentarse en cubículos individuales. Las tres muestras de granizado de yogur se presentaron simultáneamente, junto a un formulario que tenían tres preguntas, la primera para ordenar las muestras de acuerdo a su preferencia, contiene los códigos de las tres muestras y en la parte inferior un espacio en blanco para marcar su preferencia, siendo 1 la muestra que más prefiera y 3 la que menos prefiera, siguiendo la metodología de la norma ISO 4121:2003 (Anexo 3). La segunda pregunta se cuestionaba al consumidor qué fue lo

que más le gustó de la muestra preferida y en la tercera pregunta, si él compraría este producto y el porqué; en el anexo 3 se encuentra el formulario detallado con exactitud. Los consumidores bebieron los tres prototipos, atendiendo a la secuencia del formulario de forma aleatoria.

Los consumidores probaron las tres muestras de producto y luego procedieron a asignar el rango de acuerdo a su preferencia. Para la segunda y tercera pregunta los consumidores pudieron probar de nuevo sus muestras para asegurar su elección de preferencia o modificar su respuesta si era necesario. Cada sesión de prueba duró alrededor de 5 minutos.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos al final del experimento se estimaron utilizando la prueba de Friedman mediante tablas estadísticas contra un control al 5%.

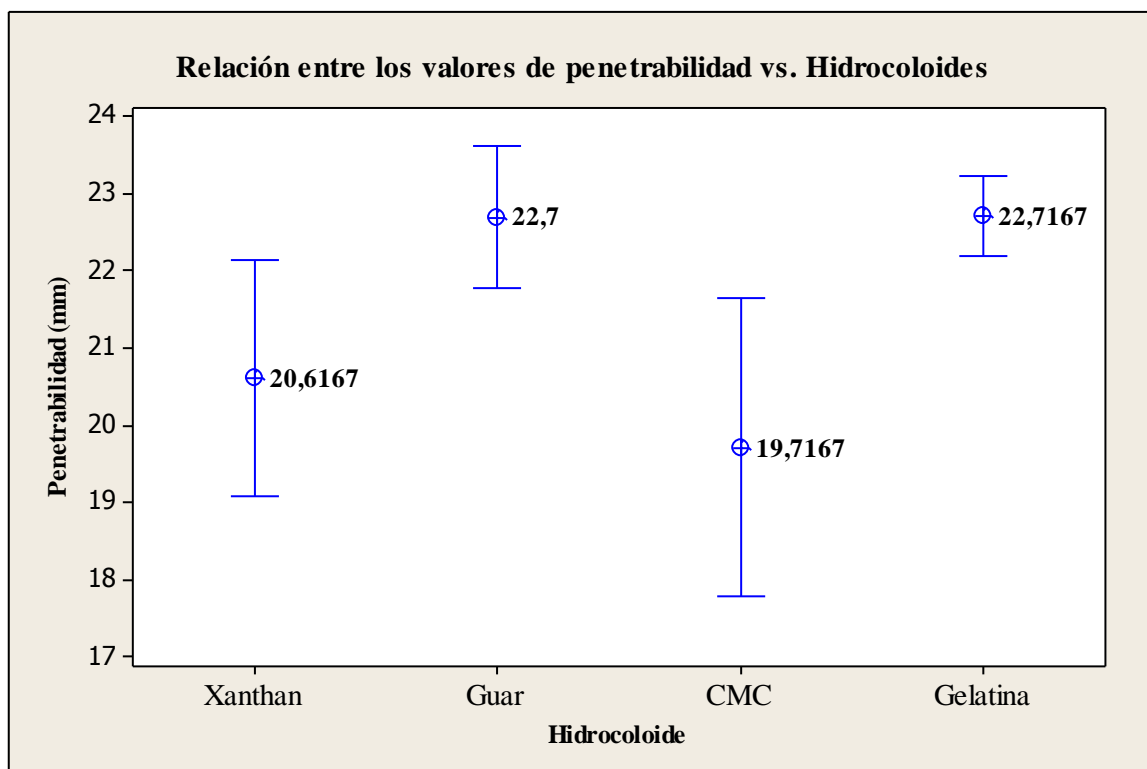
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables de respuesta

4.1.1 Penetrabilidad en el cubo

La penetrabilidad del producto es una variable importante para esta investigación, ya que su presentación principal será de cubos congelados. Lo que se buscaba es que no se adhieran entre sí para así facilitar el manejo de los cubos previos al licuado, por lo tanto, se necesita que éstos tengan una penetrabilidad baja que aseguraría una mejor congelación del producto.

Gráfico 1. Relación entre los valores de penetrabilidad vs. Hidrocoloides.



En el gráfico 1 se puede observar las medias de cada uno de los hidrocoloides incorporando sus dos porcentajes, con los valores de estos, la CMC es la que tiene menor penetrabilidad y a su vez mayor variabilidad en sus datos, mientras que la gelatina tiene la media más alta y existe menor varianza entre sus valores obtenidos. En el anexo 4 se pueden observar los valores obtenidos en la penetrabilidad, cada hidrocoloide en sus dos porcentajes evaluados y comprobar la variación que existe entre cada uno.

Los valores resultantes de penetrabilidad fueron luego analizados mediante un ANOVA con un nivel de significación del 5%.

Tabla 5. Resultados del análisis de varianza para penetrabilidad en el cubo

<i>FV</i>	<i>gL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>F crítico</i>
Tratamientos	7	56,216	8,031	0,001	7,284*	2,657
Error	16	17,640	1,103			
Total	23	73,856				

*Estadísticamente significativo al 5%

$$CV = (\sqrt{CME/X}) \times 100 = (\sqrt{1,103/21,4375}) \times 100 = 4,89\%$$

El ANOVA que se detalla en la tabla 5 concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes tratamientos que se sometieron a pruebas de penetrabilidad. Al encontrar diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos se les realizó la prueba de Tukey al 5% para lograr encontrar diferencias entre ellos.

Con un coeficiente de variación del 4,89%, se puede demostrar que los resultados son confiables y que se realizaron bajo condiciones controladas en el laboratorio y que la variación entre ellos es baja por dentro del nivel máximo de aceptación de coeficiente de variación del 5%. (Sánchez, 2009)

Tabla 6. Medias de penetrabilidad por la prueba de Tukey al 5%

MEDIAS DE PENETRABILIDAD (mm)							
CMC¹	Goma Xanthan	Goma Xanthan	CMC¹	Goma Guar	Gelatina	Goma Guar	Gelatina
0.3 %	0.5%	0.3%	0.5%	0.3%	0.5%	0.5%	0.7%
18,23	20,07	21,17	21,25	22,67	22,7	22,73	22,73
b	ba	a	a	a	a	a	a

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba Tukey.

¹CMC: Carboximetilcelulosa.

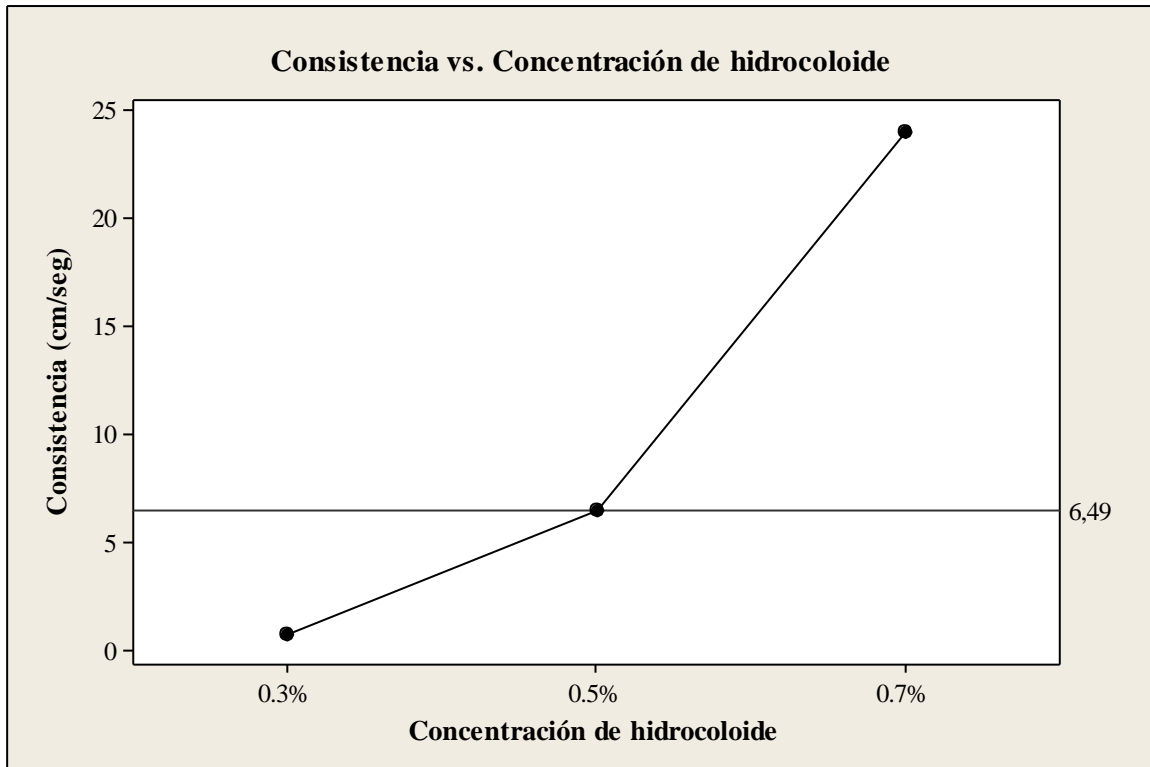
En la tabla 6 se muestran las medias de cada tratamiento con la letra asignada de acuerdo al resultado de la prueba de Tukey que está explicada en el anexo 4. Lo que se busca es el tratamiento con el menor rango de significación, de esta manera se puede concluir que CMC 0,3% es el mejor tratamiento para la variable penetrabilidad. Esta es la media con menor valor de penetrabilidad y es lo que se necesita para asegurar una eficiente congelación del cubo, que nos indica mayor dureza en la formación de éste.

BahramParvar et al., (2011) en su estudio del uso de hidrocoloides en la elaboración de helados comprobó que la carboximetilcelulosa al 0.5% era la que más le brindaba firmeza al producto. Esta bebida no tiene precisamente la textura de un helado y esta variable fue evaluada en el cubo congelado, sin embargo, de acuerdo al estudio previo se concluye que CMC es un hidrocoloide utilizado para otorgar firmeza a productos lácteos.

4.1.2 Consistencia

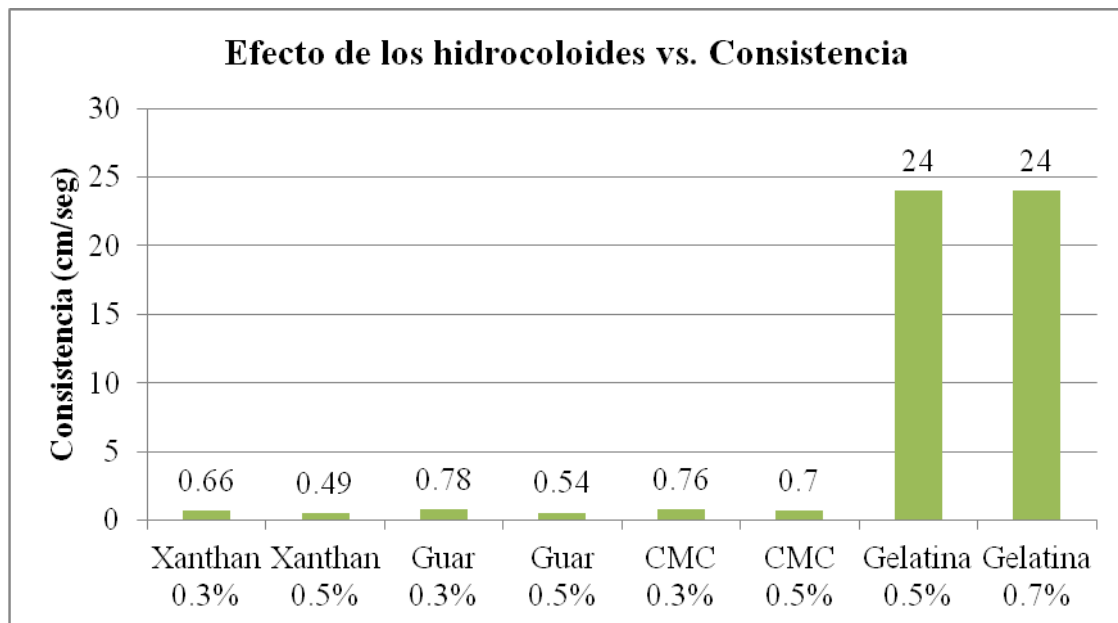
Uno de los atributos que se busca realzar en el producto es la consistencia. Gaviria en el 2009 afirmó, que el uso de hidrocoloideos en bebidas lácteas fermentadas mejoraría su consistencia y propiedades reológicas.

Gráfico 2. Efecto de la concentración de hidrocoloide vs la consistencia resultante.



En el gráfico 2 se puede apreciar el comportamiento de los tratamientos en relación a su concentración de hidrocoloide. La gelatina fue la única que utilizó en concentraciones de 0.5% y 0.7% (Anexo 5) y su consistencia era totalmente líquida que se desplazaba instantáneamente en el consistómetro, hasta llegar a 24cm en un solo segundo. El resto de los hidrocoloideos fueron evaluados en concentraciones de 0.3% y 0.5%, que dieron como resultado consistencias relativamente pequeñas. Los tratamientos con 0.5% son los más cercanos a la media del experimento, 6.49.

Gráfico 3. Efecto de los hidrocoloides en sus dos concentraciones vs. Consistencia.



Otra forma de interpretar el comportamiento de los hidrocoloides ante la consistencia es evaluarlos individualmente como se presenta en el gráfico 3. Como se explicó anteriormente, la bebida granizada es un producto que necesita un valor de consistencia bajo, ya que esto aseguraría una textura congruente, es por esto que se requiere escoger el hidrocoloide que más se ajuste para lograr este atributo. Goma xanthan al 0.5% es la que tiene menor valor en la consistencia y CMC a 0.3% el más alto, en el anexo 5 se pueden observar los datos obtenidos experimentalmente. La gelatina fue tomada como control para este experimento, ya que su consistencia era totalmente líquida y se buscaba algo contrario a esta textura. Soukoulis, (2008) afirma que la goma xanthan es la más adecuada cuando se elaboran productos congelados especialmente si son bebidas o helados porque mejora la retención de la forma y el comportamiento de fusión del producto.

Los valores que se obtuvieron en el experimento fueron luego analizados mediante un ANOVA con un nivel de significación del 5%.

Tabla 7. Resultados del análisis de varianza para consistencia en la bebida licuada

<i>FV</i>	<i>gL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>F crítico</i>
Tratamientos	7	2452,540	350,363	0,000	227878,238*	2,657
Error	16	0,025	0,002			
Total	23	2452,564				

*Estadísticamente significativo al 5%

$$CV = (\sqrt{CME/X}) \times 100 = (\sqrt{0,002/6,49}) \times 100 = 0.68\%.$$

En la tabla 7 se presentan los resultados obtenidos en el ANOVA, se observa que existe evidencia estadísticamente significativa entre los diferentes tratamientos en la variable consistencia. Con esto se puede afirmar, que existe diferencia estadística entre los tratamientos como se observó en los gráficos 2 y 3, dónde la gelatina con sus valores de consistencia alta dieron como resultado un F calculado alto, que asegura que se rechace la hipótesis nula, por lo tanto se encuentra diferencia entre ellos.

El experimento se realizó en laboratorio bajo condiciones controladas, es por esto que el coeficiente de variación es pequeño, de apenas 0.68%. Con este valor se asegura que existe una mínima variación entre los resultados, en el anexo 5 se pueden observar la semejanza entre los valores obtenidos, excepto el de la gelatina que se la utilizó como tratamiento control en este experimento.

Se realizó una prueba de separación de medias con Tukey al 5%, para poder conocer cuál sería el mejor tratamiento para la variable consistencia.

Tabla 8. Medias de consistencia por la prueba de Tukey al 5%

MEDIAS DE CONSISTENCIA (cm/seg)							
Goma Xanthan	Goma Guar	Goma Xanthan	CMC¹	CMC¹	Goma Guar	Gelatina	Gelatina
0.5%	0.5%	0.3%	0.5%	0.3%	0.3%	0.5%	0.7%
0,49	0,54	0,66	0,7	0,76	0,78	24	24
d	d	c	bc	bc	b	a	a

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba Tukey.

¹CMC: Carboximetilcelulosa

En la tabla 8 se encuentran asignados los rangos de significación cada tratamiento, éstos se obtuvieron a partir del valor de Tukey que está detallada en el anexo 7. Bajo los parámetros que se explicaron anteriormente, se necesita producto que sea consistente, totalmente lo contrario de la gelatina que era muy fluido, es decir, que se busca el menor rango de significación. En el gráfico 3 se demuestra gráficamente que la goma xanthan al 0.5% es la que otorgaría la textura que se necesita. Luego de realizar la prueba de Tukey, se puede observar que xanthan 0.5% y guar 0.5% son los mejores tratamientos para la variable, al tener el mismo rango significa que son estadísticamente iguales, por lo tanto, ambos tratamientos tendrían el mismo comportamiento. Para objeto de elaboración del producto y control de calidad de éste, ambos darían como resultado una consistencia de valores bajos que aseguraría una bebida con mayor cuerpo semisólido y de textura deseada.

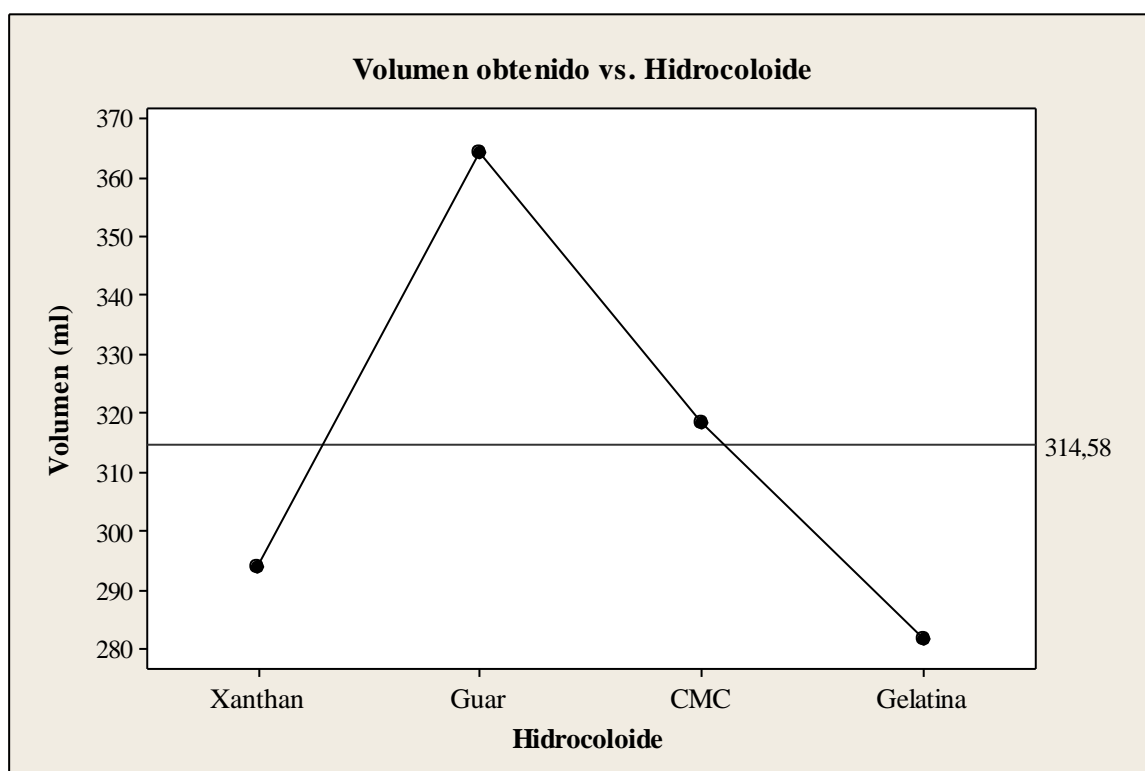
Ercelebi y Ibanoglu, (2010) realizaron un estudio sobre el uso de hidrocoloides para lograr la estabilización de la yema de huevo y en éste emplearon goma guar al 0.5%, la cual resultó ser la que ofrecía mayor consistencia en la emulsión. En el 2008 Soukoulis y Tzia también comprobaron que la goma guar y goma xanthan en concentraciones del 0.2% en combinación con otros hidrocoloides eran los tratamientos que otorgaban mayor consistencia al producto de dicho estudio.

Estos estudios previos demuestran que ambos hidrocoloides son los más utilizados cuando se necesita obtener un producto de una consistencia alta, a pesar que las concentraciones empleadas difieran, en ambos casos los tratamientos que favorecieron a este efecto fueron los que se emplearon en niveles altos de hidrocoloides, tal como sucede que esta investigación.

4.1.3 Volumen

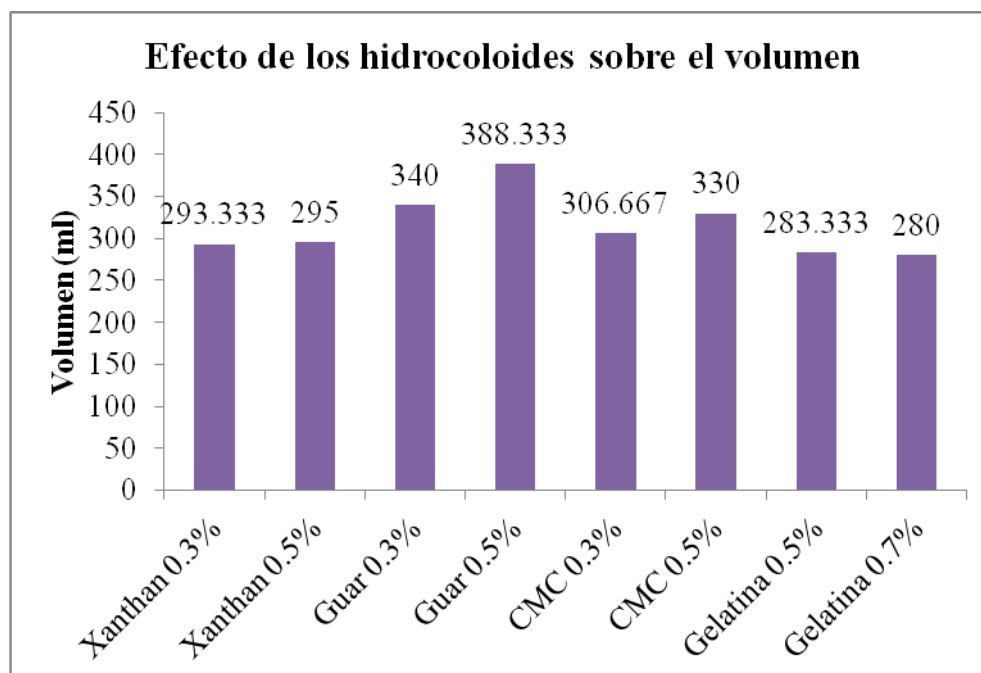
El volumen es una variable relevante dentro del estudio porque se quiere obtener una bebida con mayor rendimiento de producto. El uso de hidrocoloides favorece a la incorporación de aire a la mezcla por lo que se espera obtener un producto espumoso y con mayor volumen que las bebidas lácteas tradicionales (Smitha, et al, 2008)

Gráfico 4. Relación de los valores de volumen obtenidos vs. Hidrocoloide empleado.



Para interpretar el comportamiento de los hidrocoloides en la variable volumen, se utilizaron los valores promedios de cada goma con sus diferentes concentraciones. En el gráfico 4 se puede observar la tendencia que tiene cada goma respecto al volumen. Goma guar es la que proyecta el valor de volumen más alto, mientras que gelatina es la de menor. Carboximetilcelulosa es la segunda con media alta y que está más arriba que la media general del experimento, 314, 58 ml. Goma xanthan y gelatina no aportan con las características que se desea obtener en el producto.

Gráfico 5. El efecto de la concentración de hidrocoloides sobre el volumen obtenido.



En el gráfico 5 se puede observar el efecto del nivel de concentración de los hidrocoloides sobre el volumen obtenido. Las gomas xanthan, guar y carboximetilcelulosa siguen una tendencia, a una concentración de 0.3% su volumen es inferior que al utilizar el hidrocoloide a 0.5%. En el anexo 6 se encuentran los datos obtenidos experimentalmente y se puede observar que la gelatina es el único hidrocoloide que no sigue la tendencia mencionada anteriormente. En el gráfico 5 se demuestra que a concentraciones de 0.7% su volumen es menor que a 0.5% y su diferencia no es relevante.

Los resultados luego fueron analizados mediante un ANOVA con un nivel de significancia del 5%.

Tabla 9. Resultados del análisis de varianza para volumen en la bebida licuada

<i>FV</i>	<i>gL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>F.crítico</i>
Tratamientos	7	28179,167	4025,595	1,05E-05	13,802*	2,657
Error	16	4666,667	291,667			
Total	23	32845,833				

*Estadísticamente significativo al 5%

$$CV = (\sqrt{CME/X}) \times 100 = (\sqrt{291,667/314,58}) \times 100 = 5,42\%$$

De acuerdo con el ANOVA de la tabla 9 se concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos cuando se evalúa la variable volumen. La variable volumen presenta un coeficiente de variación de 5.42%, lo cual es aceptable para experimentos en laboratorio. Se puede inferir que las condiciones del ensayo no fueron controladas en su totalidad, ya que se usaron probetas plásticas que no estaban en su mejor estado y la cantidad de espuma que brindaba cada tratamiento era influenciada por la temperatura de la muestra.

Se realizó la prueba de separación de medias Tukey al 5%, para poder elegir cuál sería el mejor tratamiento de los ocho evaluados.

Tabla 10. Medias de volumen por la prueba de Tukey al 5%

MEDIAS DE VOLUMEN (ml)							
Gelatina	Gelatina	Goma Xanthan	Goma Xanthan	CMC ¹	CMC ¹	Goma Guar	Goma Guar
0.7%	0.5%	0.3%	0.5%	0.3%	0.5%	0.3%	0.5%
280	283,33	293,33	295	306,66	330	340	388,33
f	f	e	e	d	c	b	a

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba Tukey.

¹CMC: Carboximetilcelulosa

En la tabla 10 se detallan los rangos de significación que se les asignaron a cada tratamiento, bajo la prueba de Tukey (Anexo 6). Lo que se busca es tener un producto con la mayor media de volumen, es decir, todo lo contrario a la gelatina. Es por esto que el tratamiento seleccionado debe tener el mayor rango de significación. El tratamiento que se le asignó el rango “a” es goma guar 0.5%, es la que tiene mayor volumen. En el gráfico 5 ya se identificó que goma guar al 0.5% es quien cumple con estos parámetros y con Tukey reafirmamos que este tratamiento sería el indicado para lograr un mayor volumen en el producto.

Jonkman et al., (1999) usó goma guar y goma xanthan para la elaboración de un yogur congelado, los hidrocoloides fueron empleados en diferentes tipos de proceso y a su vez también era combinados con otras gomas. Ambas gomas, guar y xanthan, en concentraciones del 0.2% fueron las que lograron mayor *overrun*, lo que cual significa que

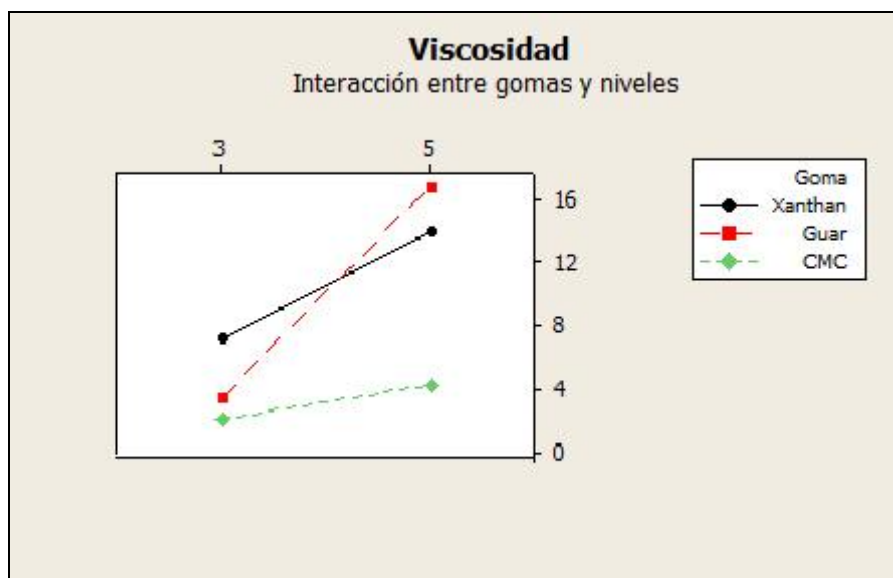
tiene mayor incorporación de aire y por lo tanto, otorga más volumen a la bebida. En esta investigación, goma guar al 0.5% fue el hidrocoloide que alcanzó el volumen más alto.

4.1.4 Viscosidad

Evaluar la viscosidad en el estudio era una variable imprescindible, Tiwari en el 2010, demostró que los hidrocoloides como goma xanthan y goma guar optimizaban la viscosidad de los alimentos, proporcionándoles una mejor textura y propiedades reológicas. En el estudio de Gaviria en el 2009 se demuestra que la interacción de diferentes hidrocoloides funciona correctamente en el empleo de bebidas lácteas tipo kumis para mejorar su viscosidad.

En el anexo 7 se observan los valores resultantes de la viscosidad, estos resultados están expresados en centipoise. Para obtener estos resultados se utilizó una fórmula que relaciona las revoluciones por minuto (RPM), el porcentaje del torque y el factor de la aguja usada para cada medición. En el anexo 8 se describe cómo se empleó la fórmula.

Gráfico 6. Relación entre los hidrocoloides y sus niveles en relación a la viscosidad.



La viscosidad es la variable más relevante en este estudio, se busca obtener una bebida granizada que ofrezca más viscosidad que los productos actuales en el mercado. En el gráfico 6 se puede observar la interacción que existe entre el tipo de hidrocoloide y los niveles utilizados y ambos relacionados a la viscosidad de cada tratamiento. En el gráfico 6 se explica el comportamiento de cada hidrocoloide, los tres hidrocoloides presentan mayor

viscosidad cuando se utilizan niveles del 0.5%. De acuerdo al gráfico se observa que la goma guar es la que da mayor puntaje en la viscosidad, seguida de goma xanthan en valores cercanos y alejada de ambas, la carboximetilcelulosa.

Los valores que se obtuvieron en el experimento fueron luego analizados mediante un ANOVA con un nivel de significación del 5%.

Tabla 11. Resultados del análisis de varianza de la viscosidad en la bebida licuada.

<i>FV</i>	<i>gL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>F crítico</i>
Tratamientos	5	553,497	110,699	9,0E-12	257,412*	3,106
Error	12	5,161	0,430			
Total	17	558,658				

*Estadísticamente significativo

$$CV = (\sqrt{CME/X}) \times 100 = (\sqrt{0,430/7,89}) \times 100 = 8,311\%$$

Con los valores obtenidos en el ANOVA de la tabla 11 se puede concluir que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, es decir que la variable viscosidad es sensible ante éstos y sus diferentes concentraciones de hidrocoloide utilizado.

El experimento de la medición de viscosidad mostró como resultado un coeficiente de variación de 8,311%, es superior al nivel que se requiere cuando se realizan experimentos en laboratorio (5%). Esta variación se debe a que las muestras debían ser licuadas individualmente para poder medir la viscosidad, además las muestras se mantenían en un congelador portátil con hielo, entonces no había homogeneidad en las condiciones de temperatura a las que se encontraban las muestras. Otra de las razones por las que el coeficiente de variación está fuera del nivel aceptable, es porque se utilizaron agujas diferentes, una para cada concentración de goma, es decir una para 0.3% y otra para 0.5%.

Se realizó la prueba de separación de medias Tukey al 5%, para lograr encontrar cuál sería el mejor tratamiento para esta variable viscosidad.

Tabla 12: Medias de viscosidad por la prueba Tukey al 5%

MEDIAS DE VISCOSIDAD (cP)					
CMC¹	Goma Guar	CMC¹	Goma Xanthan	Goma Xanthan	Goma Guar
0.3%	0.3%	0.5%	X 0.3%	X 0.5%	G 0.5%
1,98	3,35	4,2	7,16	13,88	16,78
e	ed	d	c	b	a

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba Tukey.

Para la variable de viscosidad se necesita seleccionar el tratamiento que tenga el mayor rango de significación estadística. Anteriormente, en el gráfico 6 ya se observó que goma guar en concentraciones del 0.5% era que la tenía mayor viscosidad. En la tabla 12, después de realizar Tukey con su valor (Anexo 7), se asignaron rangos a las medias y coincide con que guar al 0.5% es el mejor tratamiento en esta variable, ya que lo que se busca en el producto es que su viscosidad haya sido modificada de manera significativa, esto se refleja a través de la mayor media de la medición. Tratamientos como CMC 0,3% y guar 0.3% no serían eficientes para mejorar la viscosidad del producto, ya que sus medias son muy bajas y recibieron los mismos rangos.

Goff et al. (1999) realizó una investigación en donde comprobó que la combinación de hidrocoloides aumentaba la viscosidad en un producto determinado. En dicho estudio la carboximetilcelulosa era la que reportaba viscosidades bajas mientras que la goma xanthan las más altas. En este trabajo ocurrió algo similar, CMC fue la obtuvo la menor media de viscosidad mientras que la goma xanthan está dentro de los primeros rangos. Gaviria et al. (2009) concluyó en su investigación que el mejor tratamiento para obtener una valor óptimo de viscosidad era la combinación de goma guar y goma xanthan al 0.12%.

4.1.5 Análisis de los tratamientos con concentración 0.3% de hidrocoloide

Se realizó el análisis de los resultados obtenidos en la medición de las variables con los tratamientos al 0.3%.

4.1.5.1 Viscosidad

Los valores resultantes de la medición de viscosidad fueron analizados mediante ANOVA con un nivel de significancia del 5%.

Tabla 13. Resultados del análisis de varianza para viscosidad con concentración de 0.3%

<i>FV</i>	<i>gL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>FCrítico</i>
Tratamientos	2	43.1357	21.5678	2.235E-06	226.4508*	5.1432
Error	6	0.5715	0.0952			
Total	8	43.7071				

* Estadísticamente significativo al 5%

El ANOVA que se detalla en la tabla 12 concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los hidrocoloides al 0.3% que se sometieron a la medición de viscosidad. Es por esto que se realizó la prueba de Tukey al 5% para encontrar diferencias entre las medias de los tratamientos.

Tabla 14. Medias de viscosidad al 0.3% por la prueba de Tukey al 5%

MEDIAS DE VISCOSIDAD (cP)		
CMC¹	Goma Guar	Goma Xanthan
1.91	3.45	7.39
C	b	a

¹CMC: Carboximetilcelulosa.

En la tabla 14 se muestran las medias de cada tratamiento con el rango asignado de acuerdo al resultado de la prueba de Tukey que está explicada en el anexo 9.1. De acuerdo a los rangos establecidos se puede concluir que al 0,3%, la goma xanthan genera mayor viscosidad, y que los resultados de las mediciones presentan notables diferencias entre cada hidrocoloide. En el estudio de Goff et al. (1994), los prototipos con goma xanthan

obtuvieron los valores más altos de viscosidad, seguidos de las muestras con goma guar. La goma xanthan es un hidrocoloide eficaz sobre la viscosidad en cualquier nivel de concentración que se utilice (Sutherland, 1994).

4.1.5.2 Volumen

Los valores resultantes de la medición de volumen fueron analizados mediante ANOVA con un nivel de significación del 5%.

Tabla 15. Resultados del análisis de varianza para volumen con concentración de 0.3%

<i>FV</i>	<i>gL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>FCrítico</i>
Tratamientos	2	3466.667	1733.333	0.00237	19.5*	5.1433
Error	6	533.333	88.889			
Total	8	4000				

* Estadísticamente significativo al 5%

El ANOVA que se detalla en la tabla 15 concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los hidrocoloides al 0.3% que se sometieron a la medición de volumen. Es por esto que se realizó la prueba de Tukey al 5% para encontrar diferencias entre las medias de los tratamientos.

Tabla 16. Medias de volumen al 0.3% por la prueba de Tukey al 5%

MEDIAS DE VOLUMEN (ml)		
Goma Xanthan	CMC¹	Goma Guar
293.33	306.67	340
C	b	a

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba Tukey.

¹CMC: Carboximetilcelulosa

En la tabla 15 se muestran las medias de cada tratamiento con el rango asignado de acuerdo al resultado de la prueba de Tukey que se está explicada en el anexo 9.1. De acuerdo a los rangos establecidos se puede concluir que al 0,3%, la goma guar produce mayor volumen, y que los resultados de las mediciones presentan notables diferencias entre cada hidrocoloide. En el estudio de Soukoulis et al. (2007), donde se utilizaron estos

mismos hidrocoloides pero a concentraciones del 0.1% el efecto es inverso, siendo goma xanthan que genere mayor volumen, seguida de CMC y finalizando con goma guar. Esta variación puede darse debido a otros factores evaluados en dicho estudio, como el grado de fermentación del yogur, entre otros.

4.1.5.3 Consistencia

Los valores resultantes de la medición de consistencia fueron analizados mediante ANOVA con un nivel significancia del 5%.

Tabla 17. Resultados del análisis de varianza para consistencia con concentración de 0.3%

<i>FV</i>	<i>gL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>FCrítico</i>
Tratamientos	2	0.0253	0.0126	0.04121	5.685*	5.1432
Error	6	0.0133	0.0022			
Total	8	0.0386				

* Estadísticamente significativo al 5%

El ANOVA que se detalla en la tabla 18 concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los hidrocoloides al 0.3% que se sometieron a la evaluación de consistencia. Es por esto que se realizó la prueba de Tukey al 5% para encontrar diferencias entre las medias de los tratamientos.

Tabla 18. Medias de consistencia al 0.3% por la prueba de Tukey al 5%

MEDIAS DE CONSISTENCIA (cm/seg)		
Goma Xanthan	CMC¹	Goma Guar
0.7	0.775	0.79
A	a	A

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba Tukey.

¹CMC: Carboximetilcelulosa

En la tabla 17 se encuentran asignados los rangos de significación para cada tratamiento, éstas se obtuvieron a partir del valor de Tukey que está detallado en el anexo 9.1. Luego de realizar la prueba de Tukey, se puede observar que no existe diferencia en los resultados de los tratamientos, cuando se encuentran al 0.3% de concentración. Se

puede inferir que ésta variable no es sensible a bajas concentraciones, por lo que no se halla diferencia estadísticamente significativa Burey et al, (2008).

4.1.5.4 Penetrabilidad

Los valores resultantes de la medición de penetrabilidad fueron analizados mediante ANOVA con un nivel de significancia del 5%.

Tabla 19. Resultados del análisis de varianza para penetrabilidad con concentración de 0.3%

<i>FV</i>	<i>gL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>FCrítico</i>
Tratamientos	2	30.5089	15.2544	0.008859	11.4983*	5.1432
Error	6	7.96	1.32667			
Total	8	38.4689				

* Estadísticamente significativo al 5%

El ANOVA que se detalla en la tabla 19 concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los hidrocoloides al 0.3% que se sometieron a la evaluación de penetrabilidad. Es por esto que se realizó la prueba de Tukey al 5% para encontrar diferencias entre las medias de los tratamientos.

Tabla 20. Medias de penetrabilidad al 0.3% por la prueba de Tukey al 5%

MEDIAS DE PENETRABILIDAD (mm)		
CMC¹	Goma Xanthan	Goma Guar
18.5	21.75	22.95
B	a	A

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba Tukey.

¹CMC: Carboximetilcelulosa

En la tabla 20 se muestran las medias de cada tratamiento con los rangos de significación de acuerdo al resultado de la prueba de Tukey que está explicada en el anexo 9.1. Luego se realizar la prueba se puede concluir que al 0,3%, la CMC es el mejor tratamiento para la variable penetrabilidad. Esta es la media con menor valor de penetrabilidad y es lo que se necesita para asegurar una eficiente congelación del cubo, que nos indica mayor dureza en la formación de éste. Como se manifiesta anteriormente en el

estudio de BahramParvar et al, (2011), CMC es un hidrocoloide que aporta firmeza los productos lácteos, independiente de la concentración utilizada.

4.1.6 Análisis de los tratamientos con concentración 0.5% de hidrocoloide

Se realizó el análisis de los resultados obtenidos en la medición de las variables con los tratamientos al 0.5%.

4.1.6.1 Viscosidad

Los valores resultantes de la medición de viscosidad fueron analizados mediante ANOVA con un nivel de significancia del 5%

Tabla 21. Resultados del análisis de varianza para viscosidad con concentración de 0.5%

<i>FV</i>	<i>gL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>FCrítico</i>
Tratamientos	2	260.2643	130.1321	5.207E-06	170.0743*	5.1432
Error	6	4.5909	0.76515			
Total	8	264.8551				

* Estadísticamente significativo al 5%

El ANOVA que se detalla en la tabla 21 concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los hidrocoloides al 0.5% que se sometieron a la medición de viscosidad. Es por esto que se realizó la prueba de Tukey al 5% para encontrar diferencias entre las medias de los tratamientos.

Tabla 22. Medias de viscosidad al 0.5% por la prueba de Tukey al 5%

MEDIAS DE VISCOSIDAD (cP)		
CMC¹	Goma Xanthan	Goma Guar
4.32	13.773	16.576
C	b	a

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba Tukey.

¹CMC: Carboximetilcelulosa

En la tabla 22 se muestran las medias de cada tratamiento con los rangos de significación de acuerdo al resultado de la prueba de Tukey que se está explicada en el anexo 9.2. Conforme a los rangos establecidos se puede concluir que al 0,5%, la goma guar genera mayor viscosidad, y que los resultados de las mediciones presentan notables diferencias entre cada hidrocoloide. Este resultado difiere del obtenido al analizar el 0.3% de concentración y de acuerdo al estudio de Goff et al, (1999) en donde la goma xanthan al 0,2 reporta los valores más altos de viscosidad. Esto también puede deberse a que en este estudio se utilizaron niveles con mayor diferencia, 0.3% y 0,5% y en el explicado anteriormente se utilizaron concentraciones de 0.1% y 0.2%.

4.1.6.2 Volumen

Los valores resultantes de la medición de volumen fueron analizados mediante ANOVA con un nivel de significancia del 5%.

Tabla 23. Resultados del análisis de varianza para volumen con concentración de 0.5%

<i>FV</i>	<i>gL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>FCrítico</i>
Tratamientos	2	13338.889	6669.44	0.0113502	10.3491*	5.1432
Error	6	3866.667	644.44			
Total	8	17205.556				

* Estadísticamente significativo al 5%

El ANOVA que se detalla en la tabla 23 concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los hidrocoloides al 0.5% que se sometieron a la medición de volumen. Es por esto que se realizó la prueba de Tukey al 5% para encontrar diferencias entre las medias de los tratamientos.

Tabla 23. Medias de volumen al 0.5% por la prueba de Tukey al 5%

MEDIAS DE VOLUMEN (ml)		
Goma Xanthan	CMC¹	Goma Guar
295	330	388.33
b	b	A

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba Tukey.

¹CMC: Carboximetilcelulosa

En la tabla 23 se muestran las medias de cada tratamiento con el rango asignado de acuerdo al resultado de la prueba de Tukey que se está explicada en el anexo 9.2. Luego de realizar la prueba se puede concluir que al 0,5%, la goma guar produce mayor volumen, mientras que la CMC y la goma xanthan generan un efecto similar entre ellas y son estadísticamente iguales. Estos resultados son corroborados con el estudio de Jonkman et al., (1999) que demuestra que la goma guar es el hidrocoloide que logra mayor *overrun*, es decir mayor incorporación de aire, a concentraciones del 0.5%.

4.1.6.3 Consistencia

Los valores resultantes de la medición de consistencia fueron analizados mediante ANOVA con un nivel de significancia del 5%

Tabla 25. Resultados del análisis de varianza para consistencia con concentración de 0.5%

<i>FV</i>	<i>gL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>FCrítico</i>
Tratamientos	2	0.07149	0.03574	0.002523	19.0355*	5.1432
Error	6	0.01126	0.00187			
Total	8	0.08275				

* Estadísticamente significativo al 5%

El ANOVA que se detalla en la tabla 25 concluye que existe diferencia estadísticamente significativa entre los hidrocoloides al 0.5% que se sometieron a la evaluación de consistencia. Es por esto que se realizó la prueba de Tukey al 5% para encontrar diferencias entre las medias de los tratamientos.

Tabla 26. Medias de consistencia al 0.5% por la prueba de Tukey al 5%

MEDIAS DE CONSISTENCIA		
Goma Xanthan	Goma Guar	CMC¹
0.5	0.58	0.685
b	ba	A

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba Tukey.

¹CMC: Carboximetilcelulosa

En la tabla 26 se encuentran asignados los rangos para cada tratamiento, éstos se obtuvieron a partir de la prueba de Tukey, detallada en el anexo 9.2. Luego de realizar la prueba, se puede observar que la goma guar tiene un comportamiento similar a los otros tratamientos, sin embargo, entre CMC y goma xanthan si existen diferencias. De esta manera, goma xanthan es la más favorable, ya que un menor resultado en la medición en el consistómetro, implica que la muestra tiene más resistencia a fluir. En el 2008 Soukoulis y Tzia demostraron que la combinación de goma guar y goma xanthan al 0.2% otorgaba mayor consistencia al producto y en este estudio se confirma que no existe diferencia estadística entre los prototipos de goma xanthan y goma guar, ambas gomadas daría el resultados esperado en el producto.

4.1.6.4 Penetrabilidad

Los valores resultantes de la medición de penetrabilidad fueron analizados mediante ANOVA con un nivel de significancia del 5%

Tabla 27. Resultados del análisis de varianza para penetrabilidad con concentración de 0.5%

<i>FV</i>	<i>gL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>FCrítico</i>
Tratamientos	2	10.1466	5.3733	0.08534	3.81388 ^{NS}	5.1432
Error	6	8.4533	1.4089			
Total	8	13.2				

* Estadísticamente significativo al 5%

El ANOVA que se detalla en la tabla 27 concluye que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los hidrocoloides al 0.5% que se sometieron a la evaluación de penetrabilidad.

De acuerdo a los análisis realizados por variables de respuesta y sus diferentes concentraciones de hidrocoloides se puede concluir lo que Soukoulis y Tzia (2009) comprobaron en su estudio sobre el impacto de los hidrocoloides en las propiedades físicas y sensoriales en un yogur congelado, en un nivel mayor de concentración de hidrocoloides las propiedades serán mayores. En esta investigación se utilizaron los hidrocoloides individualmente y en concentraciones mayores que en el estudio mencionado anteriormente, sin embargo, se obtiene la misma tendencia, los tratamientos con

porcentajes más altos son los que ofrecen mayor volumen y viscosidad y menor penetrabilidad y valor de consistencia, que significa una mayor resistencia del producto a fluir, esta es una propiedad positiva para el producto ya que se busca una bebida láctea con mayor cuerpo y a su vez cubos con una congelación uniforme.

4.1.7 Ponderación estadística

La ponderación estadística de variables fue necesaria para otorgar valores de acuerdo a su importancia a las variables evaluadas.

Tabla 28. Ponderación de variables

4	Viscosidad
3	Consistencia
2	Volumen
1	Penetrabilidad

En la tabla 27 se presentan los números que se les asignaron a cada variable, siendo la 4 la de más importante para el estudio y 1 la menos importante. Luego se realizó una tabla de ponderación (Anexo 10) en donde realizan cálculos estadísticos y de acuerdo a los criterios del investigador se eligen los mejores tratamientos para cada variable.

De acuerdo al objetivo de este estudio los tratamientos elegidos en base a la tabla de ponderación fueron goma guar 0.5% y goma xanthan 0.5%. Ambos prototipos fueron utilizados para realizar la evaluación sensorial y se utilizó la gelatina al 0.7% como control del experimento, ya que este hidrocoloide fue usado para la formulación base del estudio.

La elección de estos prototipos están también sustentados en base a las investigaciones realizadas por Goff et al (1994) y de Wang et al (1998), en donde se reporta que goma xanthan al 0.2% es la que otorga más viscosidad al producto y que goma guar al 0.2% es la mejor inhibiendo el crecimiento de cristales de hielo y ofrece una mayor firmeza al producto.

4.2 Evaluación Sensorial

4.2.1 Primer estudio: Prueba escalar hedónica usando tres muestras.

Se realizó la prueba con la escala hedónica ya que se deseaba conocer el nivel de agrado de los consumidores. Con la ayuda de una escala de nueve puntos se obtuvieron valores de agrado de los 3 productos estudiados. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores un nivel de significación del 5%.

Tabla 29. Análisis de varianza de valores obtenidos en la escala hedónica

<i>FV</i>	<i>gL</i>	<i>SM</i>	<i>CM</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>F crítico</i>
Jueces	19	188,317	9,911	7,6E-05	4,235*	1,867
Muestras	2	14,4	7,2	0,058	3,076 ^{NS}	3,245
Error	38	88,933	2,340			
Total	59	291,65				

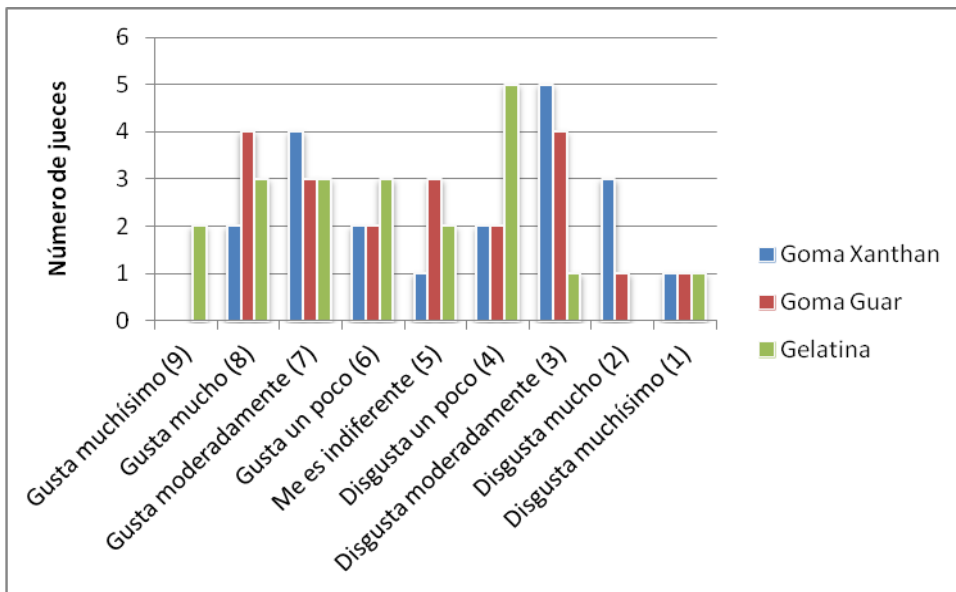
*Estadísticamente significativo al 5%

En la tabla 29 se detalla el análisis de varianza en donde se encuentra diferencia estadísticamente significativa entre los jueces, es decir que los jueces tienen una tendencia diferente a calificar las muestras.

Un resultado diferente se obtuvo al analizar el agrado de las 3 muestras de bebida granizada de yogur, no existe diferencia estadísticamente significativa. Se puede inferir que las muestras gustan igual a los consumidores.

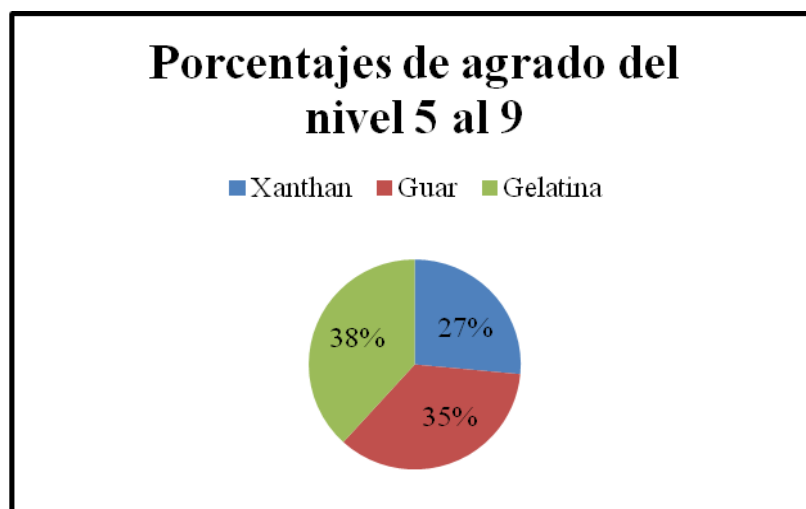
Debido a que no se encontró diferencia entre las muestras se realizaron otros tipos de análisis cuantitativos que permitieran encontrar una preferencia por cierto prototipo.

Gráfico 7. Resultados de la prueba de escala hedónica.



En el gráfico 7 se observa el número de personas que eligieron cada punto de la escala hedónica, para las tres muestras presentadas. Es así que la gelatina fue la única que recibió el puntaje más alto “gusta muchísimo”, seguida por la goma guar con 4 puntos en la opción de “gusta mucho”, mientras que la goma xanthan se colocó en los puntajes inferiores. A pesar que gelatina fue la única muestra que recibió el puntaje más alto, ésta también figura dentro de los niveles bajo de agrado.

Gráfico 8. Porcentajes de agrado del nivel 5 al 9



El gráfico 8 se lo realizó tomando los valores superiores de la escala, a partir del punto 5 “me es indiferente” hasta el punto 9 de “gusta muchísimo”. Debido a que no se encontró diferencia estadística entre las muestras, es necesario conocer cuál fue la tendencia de la muestra que más agradó. La gelatina con un 38%, es el prototipo que recibió más puntajes altos, seguida de la goma guar con 35% y la goma xanthan con 27%.

A partir de estos resultados se abordó otro estudio afectivo, prueba de ordenamiento por rango, para confirmar lo obtenido en este primer experimento.

4.2.2 Segundo estudio: Prueba de ordenamiento por rango usando tres muestras

- 1. Primera Pregunta: Ordenamiento por rango

El objetivo de este tipo de prueba es seleccionar las mejores muestras, en ningún caso da información analítica sobre ellas. La prueba de ordenamiento es ampliamente usada cuando se trata de comparar más de dos tratamientos (Wittig, 2001).

Los datos se ordenaron de acuerdo a la prueba de Friedman, luego se obtuvo una suma total de cada muestra y se comparó contra una tabla estadística de todas las muestras contra un control al 5% de significancia.

Para la cantidad de 50 jueces y 3 muestras, se necesita al menos 20 puntos para que exista una diferencia significativa entre la muestra y el control que es la gelatina.

Tabla 30. Tabla de ordenamiento por rango de acuerdo a la prueba de Friedman

Prototipos	<i>Xanthan</i>	<i>Guar</i>	<i>Gelatina</i>
Sumatoria	99	106	94

Diferencias contra control

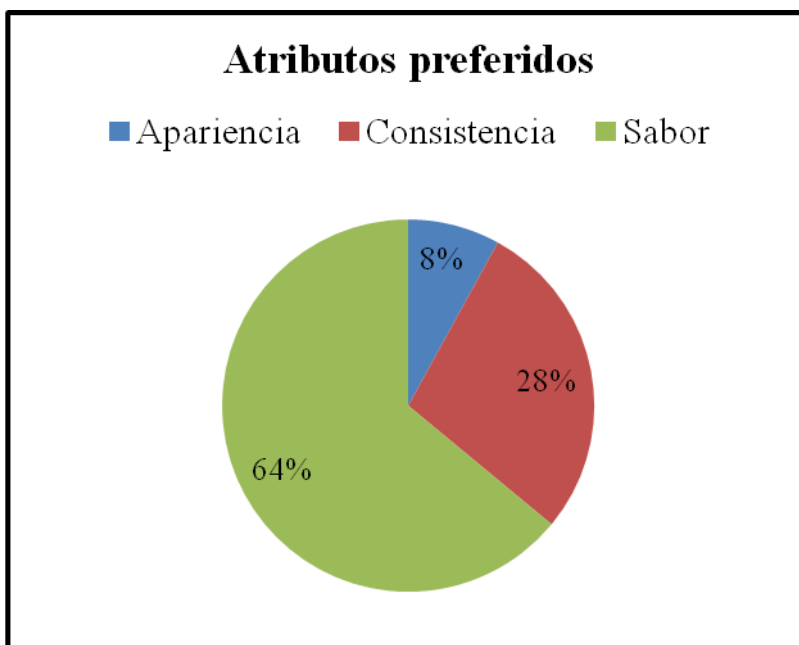
Gelatina-Xanthan: $|94-99|$: 5

Gelatina-Guar: $|94-106|$:12

Después de realizar el estudio estadístico se observó que en la sumatoria total de cada muestra existe una tendencia de preferencia. Las muestras que tienen menor puntaje son las más preferidas (Anexo 3). En este estudio la gelatina resultó como la muestra de bebida granizada de yogur con mayor preferencia entre los consumidores. Este resultado concuerda con el estudio donde se empleó la escala hedónica, siendo el prototipo con gelatina la de mayor agrado. Sin embargo, la diferencia entre en los 3 productos no se demuestra estadísticamente.

- 2. Segunda pregunta: ¿Qué fue lo que más le gusto de su muestra preferida?

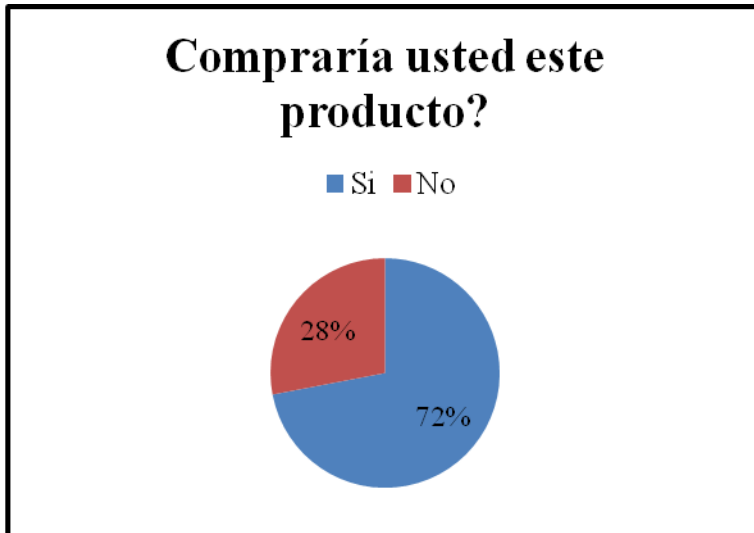
Gráfico 9. Resultados expresados en porcentajes de los atributos preferidos por los jueces.



El atributo que más gustó fue el sabor de la muestra con un 64%; el segundo, la consistencia con un 28% y en tercer lugar la apariencia de la bebida con un 8%. Los jueces identificaban el sabor a yogur y café fácilmente, otros encontraron un sabor parecido a bebidas ya existentes como capuchino, mocachino y por esto fue que más les atrajo el sabor de ésta.

- 3. Tercera pregunta: ¿Compraría usted este producto? Si, No. Por qué?

Gráfico 10. Decisión de compra de los jueces.



En el gráfico 10 se observa que el 72% de los jueces dijeron que sí comprarían este producto y el 28% de estos no lo harían.

Algunos de las respuestas emitidas por los jueces fueron:

- Es un producto nuevo
- Es nutritivo con propiedades del yogur y café
- Es refrescante
- Es una alternativa para el común café caliente
- Es fácil de consumir y preparar en casa

Una razón por la que no comprarían fue:

- No consumían café

5. CONCLUSIONES

- Carboximetilcelulosa al 0.3% y goma xanthan al 0.5% son los tratamientos con menor penetrabilidad, lo cual asegura una mejor congelación del cubo de yogur.
- Goma guar y goma xanthan al 0.5% son los prototipos que menores valores de consistencia reportaron, lo cual es necesario para que el producto tenga una mayor consistencia.
- Goma guar al 0.5% fue el tratamiento que obtuvo el mejor volumen y la mayor viscosidad. En ambas variables de respuesta se observó una tendencia común, la concentración de hidrocoloide es directamente proporcional al valor obtenido en la variable.
- La goma guar al 0.5% es el tratamiento tecnológicamente adecuado para una bebida granizada de yogur con café ya que aporta con los mejores atributos reológicas necesarios para un producto como tal.
- Los diferentes hidrocoloides, colocados en un 0.3% en la formulación presentan comportamientos similares en las variables de consistencia y penetrabilidad, a pesar de que en el análisis de la varianza obtuvieron diferencias significativas. Esto se refleja en el resultado de la prueba Tukey, que no presentó diferencia entre las medias.
- En las variables de viscosidad y volumen, si se puede percibir diferencia en el efecto de los hidrocoloides a 0.3%, ya que los valores entre sus medias superan el valor Tukey. Es así que éstas variables serían quienes lideren la lista de ponderación.
- Cuando se utiliza una concentración de 0.5% el comportamiento de goma guar lidera los resultados en las variables de respuesta, mostrando diferencias significativas en relación con los otros tratamientos.
- Para la selección de prototipos es importante ponderar las variables de respuesta. Esto asegura que estos tratamientos cumplen con las características deseadas para obtener el producto esperado por los investigadores.

- De acuerdo a las características deseadas por viscosidad, penetrabilidad, consistencia y volumen, los tratamientos seleccionados fueron goma xanthan al 0.5% y goma guar al 0.5%.
- No se encontró diferencia estadísticamente significativa en las dos pruebas del estudio sensorial. Las tres muestras elegidas gustan igual entre los consumidores. Aunque existe una tendencia que el 38% de los jueces prefieren el prototipo con gelatina, seguido con un 35% con goma guar y un 27% el prototipo con goma xanthan.
- El atributo preferido por los consumidores fue el de sabor con un 64%, seguido de la consistencia del producto con un 28% y la apariencia con un 8%.
- El 72% de los consumidores estarían dispuestos a comprar una bebida granizada de yogur con sabor a café por ser algo nuevo, refrescante, fácil de preparar y porque aporta con los beneficios del yogur.

6. RECOMENDACIONES

- Mantener la temperatura de la bebida licuada es un factor importante al momento de medir las variables de respuesta, especialmente en la viscosidad que la aguja del viscosímetro tarda unos segundos hasta minutos en obtener el torque y la viscosidad del producto.
- Realizar una combinación con los mismos hidrocoloides en diferentes concentraciones y variando a su vez otros componentes y procesos de la formulación.
- Para evaluar el efecto de la concentración de los hidrocoloides, se recomienda realizar más repeticiones en las mediciones de variables de respuesta y con diferentes equipos reológicos que permitan determinar diferencias más específicas entre ellos.
- Para realizar las mediciones de viscosidad en los tratamientos con gelatina se recomienda usar el viscosímetro con el spindle LV-1 y probar con diferentes velocidades tales como 25, 50, 75 y 100 RPM.
- Para lograr una mejor congelación de los cubos de yogur con sabor a café se recomienda utilizar el sistema de congelación IQF, (*Individual Quick Freezing*). Otra alternativa de menor costo sería realizar la congelación de los cubos a una temperatura de -18°C en cámaras controladas.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Badui, Salvador. *Química de los Alimentos*. Cuarta Edición. México: Pearson Educación, 2006.
2. BahramParvar, M., Razavi, S.M.A y Khodaparast, M.H.H. (2011, Agosto). Rheological Characterization and Sensory Evaluation of a Typical Soft Ice Cream Made with Selected Food Hydrocolloids. *Food Science and Technology International*, (16), 79-88.
3. Burey, P., Bhandari, B., Howes, T., & Gidley, M. (2008). Hydrocolloid Gel Particles: Formation, Characterization, and Application. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 361–377.
4. Chandrasekaran, R., & Radha, A. (1997). Molecular modeling of xanthan: galactomannan interactions. *Carbohyd Polym*, 32(3), 201-208.
5. Ercelebi, E., y Ibanoglu, E. (2010). Effects of pectin and guar gum on creaming stability, microstructure and rheology of egg yolk plasma-stabilized emulsions. *European Food Research and Technology*, 231:297–302.
6. Jonkman, M.J., Walstra, P, van Boekel M.A.J.S and Cebula, D.J. (1999). Behaviour of casein micelles at conditions comparable to those in frozen yoghurt. *International Dairy Journal*, (9), 385–386.
7. Gaviria, P., Restrepo, D., & Suárez, H. (2009, Noviembre 9). Utilización de hidrocoloides en bebida láctea tipo kumis. *VITAE, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*. Volumen 17 número 1, año 2010. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 29-36.
8. Gilsenan, P.M. & S.B. Ross. (2000). Rheological Characterisation of Gelatins From Mammalian and Marine Sources, *Food Hydrocolloid*. 14(3), 191–195.
9. Goff, H.D., Davidson, V.J. & Cappi, E. (1994). Viscosity of ice cream mixes at pasteurization temperatures. *Journal of Dairy Science*, (77), 2207–2213.
10. Goff, H.D., Ferdinando, D and Schorsch, C .(1999). Fluorescence microscopy to study galactomannan structure in frozen sucrose and milk protein solutions. *Food Hydrocolloids*, (13), 353–362.

11. Haug, I.J., K.I. Draget & O. Smidsrød. (2004). Physical and Rheological Properties of Fish Gelatin Compared to Mammalian Gelatin. *Food Hydrocolloid*, 18(2), 203–213.
12. Koksoy, A. , Kilic, M. (2004). Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yogurt drink, ayran. *Food Hydrocolloid*, 18 (4), 593-600.
13. Mayer, Marina. (2010, Noviembre 1). *All grown up*. Obtenido el 22 de octubre de 2011 de <http://www.dairyfoods.com/articles/all-grown-up>
14. Marshall, R.T., Goff, H.D & Hartel, R.W. (2003). *Ice Cream*, 6th edn. New York: Aspen Publishers.
15. Miller-Livney, T y Hartel, R.W. (1997). Ice recrystallization in ice cream: interactions between sweeteners and stabilizers. *Journal of Dairy Science*,(80), 447–456.
16. Regand, A y Goff, H.D.(2003). Structure and ice recrystallization in frozen stabilized ice cream model systems. *Food Hydrocolloid*, (17), 95–102.
17. Roberts, William A. (2009, Mayo 1). *Yogurt Culture*. Obtenido el 22 de octubre de 2011 de <http://www.preparedfoods.com/articles/article-yogurt-culture-may-2009> .
18. Sánchez, Julio. *Introducción al Diseño Experimental*. Primera Edición. Ecuador: 2009.
19. Saxena, A., B.P. Tripathi, M. Kumar & V.K. Shahi. (2009). Membrane-Based Techniques for the Separation and Purification of Proteins: An Overview. *Advances in Colloid and Interface Science*, 145(1-2), 1-22.
20. Sedlmeyer, F., Brack,M., Rademacher, B., & Kulozik, U. (2004). Effect of protein composition and homogenisation on the stability of acidified milk drinks. *International Dairy Journal*, 14 (4), 331–336.

21. Simon, A., L. Vandanjon, G. Levesque & P. Bourseau. (2002). Concentration and Desalination of Fish Gelatin by Ultrafiltration and Continuous Diafiltration Processes. *Desalination*, 144(1-3), 313-318.
22. Smitha, S., Rajiv, J., Begum, K & Indrani, D. (2008, March). Effect of hydrocolloids on rheological, Microstructural and quality characteristics of Parotta an unleavened indian flat bread. *Journal of Texture Studies*, (39), 267–283.
23. Soukoulis, C & Tzia, C. (2008, Mayo). Impact of the acidification process, hydrocolloids and protein fortifiers on the physical and sensory properties of frozen yogurt. *International Journal of Dairy Technology*. Vol 61, No 2, 170-177.
24. Soukoulis, C., Chandrinos, I & Tzia, C. (2007). Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends with κ -carrageenan on the storage quality of vanilla ice cream. *LWT-Food Science and Technology*. doi: 10.1016/j.lwt.2007.12.009.
25. Srinivasan, Damodaran. (2007). Inhibition of Ice Crystal Growth in Ice Cream Mix by Gelatin Hydrolysate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol, 55, 10918-10923.
26. Sutherland, I.W. (1994). Structure–function relationships in microbial exopolysaccharides. *Biotechnol. Adv.* 12, 393–448.
27. Tamime, A.Y & Robinson, R.K. (2007). *Yoghurt: Science and Technology*, 3rd edn. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited.
28. Tiwari, B.K. , Muthukumarappan, K, O'Donnell, C.P., & Cullen, P.J. (2010). Rheological properties of sonicated guar, xanthan and pectin dispersions. *International Journal of Food Properties*, (13), 223–233.
29. Valencia, F., Millán, L., Estepa, C., & Botero, S. (2008). Efecto de la sustitución con povidexrosa y CMC en la calidad sensorial de tortas con bajo contenido de sacarosa. *Revista La Sallista de Investigación*, Vol. 5 No. 2, 63-67.
30. Wang, S.T, Barringer, S.A y Hansen, P.M.T. (1998). Effects of carboxymethylcellulose and guar gum on ice crystal propagation in a sucrose–lactose solution. *Food Hydrocolloids*, (12), 211–215.
31. Wittig, E. (2001). Evaluación Sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos. *Biblioteca Digital de la Universidad de Chile*.

32. Yoshimura, K., y otros seis autores. (2000). Physical Properties of Shark Gelatin Compared with Pig Gelatin. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 48(6), 2023-2027.

ANEXOS

ANEXO 1: Desarrollo de prototipos preliminares.

- **Primer prototipo en desarrollo**

Ingrediente	Cantidad (%)
Yogur El Pino	71,78
Gelatina sin sabor	0,54
Agua	8,97
Café	1,44
Fructosa	7,29
Jarabe de maíz	8,97
Vainilla	0,99
Total	100

En la tabla superior se describen los ingredientes utilizados en el prototipo número uno, en esta prueba se utilizó yogur El Pino por su sabor ácido, característico del yogur. Se utilizó la fructosa porque su poder edulcorante es más eficaz a temperaturas bajas, por lo que se la aprovecha en la elaboración de bebidas refrescantes que se consumen normalmente frías (Badui, 2006). El jarabe de maíz tuvo como función principal sustituir el azúcar y además contribuir a la textura del producto final.

Después de realizar pruebas sensoriales con este prototipo se observó que la bebida tenía un regusto final no agradable al consumidor y daba una sensación bucal grasosa.

- **Segundo prototipo en desarrollo**

Ingrediente	Cantidad (%)
Yogur natural	42,70
Yogur sabor a vainilla	21,35
Leche descremada	21,35
Café	1,28
Azúcar	12,81
Hidrocoloide (0.5%)	0,50
Total	100

La cantidad anterior de yogur El Pino se dividió en tres diferentes lácteos, yogur natural, de vainilla y leche descremada. La gelatina se la continuó usando como agente gelificante y de textura, pero en esta vez se cuantificó y se probaron en dos diferentes concentraciones, con 0.5% como se muestra en la tabla 18 y con 0.7% como se detalla en la tabla inferior del prototipo número tres.

- **Tercer prototipo en desarrollo**

Ingrediente	Cantidad (g)
Yogur natural	42,62
Yogur sabor a vainilla	21,31
Leche descremada	21,31
Café	1,28
Azúcar	12,79
Hidrocoloide (0.7%)	0,7
Total	100

En ambos prototipos, dos y tres, se estableció un patrón de bebida usando la gelatina y luego se reemplazó con diferentes hidrocoloides como goma xanthan, goma guar y carboximetilcelulosa. Todas las formulaciones se probaron en concentraciones de 0.5% y 0.7% de hidrocoloide y al final se realizaron otra vez pruebas sensoriales para conocer cuál tenía más aceptación y pruebas reológicas para saber su comportamiento. Los prototipos con gelatina funcionaron correctamente en ambos porcentajes, pero los otros tres hidrocoloides sólo lo hicieron en concentraciones de 0.5%. Cuando se probó a 0.7%, licuar los cubos congelados tomaba más tiempo y esfuerzo del equipo y su consistencia final era muy viscosa.

Con todos los resultados y recomendaciones obtenidas anteriormente se desarrollaron los prototipos finales.

- **Desarrollo de prototipos finales.**

Ingrediente	Cantidad (%)	Cantidad (%)	Cantidad (%)
Yogur sabor a vainilla	42,79	42,70	42,62
Yogur natural	21,39	21,35	21,31
Leche descremada	21,39	21,35	21,31
Café	1,28	1,28	1,28
Azúcar	12,83	12,81	12,79
Hidrocoloide (0.3%)	0,3	----	----
Hidrocoloide (0.5%)	---	0,50	---
Hidrocoloide (0.7%)	---	---	0,7
Total	100	100	100

La goma xanthan, goma guar y carboximetilcelulosa fueron evaluados en porcentajes de 0.3% y 0.5%, la gelatina se evaluó en concentraciones de 0.5% y 0.7%.

ANEXO 2: Encuesta de la evaluación sensorial: Escala hedónica.

Encuesta de Evaluación Sensorial-Universidad San Francisco de Quito

Octubre 2011

J

Género: F M

Edad:

A continuación se la presentan 3 muestras:

1. Pruebe las muestras de izquierda a derecha atendiendo al orden del formulario.
2. Marque con una X de acuerdo a su nivel de agrado

MUESTRAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gusta muchísimo	_____	_____	_____
Gusta mucho	_____	_____	_____
Gusta moderadamente	_____	_____	_____
Gusta un poco	_____	_____	_____
Me es indiferente	_____	_____	_____
Disgusta un poco	_____	_____	_____
Disgusta moderadamente	_____	_____	_____
Disgusta mucho	_____	_____	_____
Disgusta muchísimo	_____	_____	_____

3. Pruebe las muestras otra vez

De las 3 muestras indique cuál tiene mejor sabor

La muestra _____ tiene el sabor que más me gusta

GRACIAS

ANEXO 3: Encuesta de la evaluación sensorial: Prueba de ordenamiento por rango.

Encuesta de Evaluación Sensorial-Universidad San Francisco de Quito

Octubre 2011

J

Género: F M

Edad:

A continuación se la presentan 3 muestras:

1. Pruebe las muestras de izquierda a derecha atendiendo al orden del formulario.
2. Ordene de acuerdo a su preferencia.

Siendo:

1: el que más prefiera

3: el que menos prefiera

MUESTRAS

ORDEN

3. ¿Qué fue lo que más le gustó de su muestra preferida?

- Sabor
- Apariencia
- Consistencia

4. ¿Compraría usted este producto?

- SI
- NO

POR QUÉ : _____

GRACIAS

ANEXO 4: Resultados del análisis de la variable de respuesta penetrabilidad en el cubo.

	TRATAMIENTOS (mm)							
	<i>Xanthan</i> 0.3%	<i>Xanthan</i> 0.5%	<i>Guar</i> 0.3%	<i>Guar</i> 0.5%	<i>CMC</i> ¹ 0.3%	<i>CMC</i> ¹ 0.5%	<i>Gelatina</i> 0.5%	<i>Gelatina</i> 0.7%
I	22,7	19	21,7	23,1	18,7	20,8	22,6	22,7
II	20,8	19,3	24,2	22,4	18,3	20,2	23,3	23,3
III	20	21,9	22,1	22,7	17,7	22,6	22,2	22,2

¹ CMC: Carboximetilcelulosa

Cálculos para prueba de Tukey al 5%

$$T = Q_p * S_y$$

$$T = 4,90 * 0,606 = 2,97$$

ANEXO 5: Resultados del análisis de la variable de respuesta consistencia en la bebida licuada.

	TRATAMIENTOS (cm/seg)							
	<i>Xanthan</i> 0.3%	<i>Xanthan</i> 0.5%	<i>Guar</i> 0.3%	<i>Guar</i> 0.5%	<i>CMC</i> ¹ 0.3%	<i>CMC</i> ¹ 0.5%	<i>Gelatina</i> 0.5%	<i>Gelatina</i> 0.7%
I	0,7	0,48	0,8	0,58	0,75	0,67	24	24
II	0,7	0,52	0,78	0,58	0,8	0,7	24	24
III	0,58	0,47	0,77	0,47	0,72	0,73	24	24

¹ CMC: Carboximetilcelulosa

Cálculos para la prueba de Tukey al 5%

$$T = Qp \cdot S_y$$

$$T = 4.90 \times 0.022 = 0.11$$

ANEXO 6: Resultados del análisis de la variable de respuesta volumen en la bebida licuada.

	TRATAMIENTOS (ml)							
	<i>Xanthan</i> <i>0.3%</i>	<i>Xanthan</i> <i>0.5%</i>	<i>Guar</i> <i>0.3%</i>	<i>Guar</i> <i>0.5%</i>	<i>CMC¹</i> <i>0.3%</i>	<i>CMC¹</i> <i>0.5%</i>	<i>Gelatina</i> <i>0.5%</i>	<i>Gelatina</i> <i>0.7%</i>
I	300	315	330	400	310	330	280	280
II	300	250	340	365	300	330	290	270
III	280	320	350	400	310	330	280	290

¹ CMC: Carboximetilcelulosa

Cálculos para prueba de Tukey al 5%

$$T = Qp * Sy$$

$$T = 4,90 * 9,86$$

$$T = 4,83$$

ANEXO 7: Resultados del análisis de la variable de respuesta viscosidad en la bebida licuada.

	TRATAMIENTOS (cP)					
	<i>Xanthan 0,3%</i>	<i>Xanthan 0,5%</i>	<i>Guar 0,3%</i>	<i>Guar 0,5%</i>	<i>CMC¹ 0,3%</i>	<i>CMC¹ 0,5%</i>
I	7,4	14,32	3,2066	15,296	1,76	3,92
II	7,373	13,226	3,693	17,856	2,06	4,72
III	6,693	14,08	3,16	17,184	2,12	3,96

¹ CMC: Carboximetilcelulosa

Cálculos para prueba de Tukey al 5%

$$T = Qp * Sy$$

$$T = 4,75 * 0,37$$

$$T = 1,79$$

ANEXO 8: Utilización del factor para viscosidad.

μ : (factor) (%torque)

μ : viscosidad en centipoise.

Factor: se basa en la aguja utilizada.

% torque: torque obtenido del viscosímetro.

Factores para las agujas del viscosímetro de Brookfield

Aguja	Factor
1	200/N
2	800/N
3	3000/N
4	4000/N
5	8000/N
6	20000/N

ANEXO 9: Análisis de variables por niveles de concentraciones de hidrocoloides.

ANEXO 9.1: Análisis al 0.3% de hidrocoloide.

Viscosidad 0.3%

Repetición	Tratamientos		
	Xanthan	Guar	CMC
I	7.4	3.2006	1.76
II	7.373	3.693	2.06
III	6.693	3.16	2.12

$$t = Q_p * S_y \quad S_y = 0.1781787$$

$$t = 4.34 * 0.178$$

$$t = 0.77329557$$

Volumen 0.3%

Repetición	Tratamientos		
	Xanthan	Guar	CMC
I	300	330	310
II	300	340	300
III	280	350	310

$$t = Q_p * S_y \quad S_y = 5.44331054$$

$$t = 4.34 * 5.443$$

$$t = 23.6239677$$

Consistencia 0.3%

Repetición	Tratamientos		
	Xanthan	Guar	CMC
I	0.7	0.8	0.75
II	0.7	0.78	0.8
III	0.58	0.77	0.72

$$t = Q_p * S_y \quad S_y = 0.02721655$$

$$t = 4.34 * 0.027$$

$$t = 0.11811984$$

Penetrabilidad 0.3%

	Tratamientos		
Repetición	Xanthan	Guar	CMC
I	22.7	21.7	18.7
II	20.8	24.2	18.3
III	20	22.1	17.7

$$t = Q_p * S_y \quad S_y = 0.66499791$$
$$t = 4.34 * 0.665$$
$$t = 2.88609094$$

Anexo 9.2: Análisis al 0.5% de hidrocoloide.

Viscosidad 0.5%

	Tratamientos		
Repetición	Xanthan	Guar	CMC
I	14.32	15.296	3.92
II	13.226	17.856	4.72
III	14.08	17.184	3.96

$$t = Q_p * S_y \quad S_y = 0.50502439$$
$$t = 4.34 * 0.505$$
$$t = 2.19180583$$

Volumen 0.5%

	Tratamientos		
Repetición	Xanthan	Guar	CMC
I	315	400	330
II	250	365	330
III	320	400	330

$$t = Q_p * S_y \quad S_y = 14.6565622$$
$$t = 4.34 * 14.656$$
$$t = 63.6094798$$

ANEXO 10: Tabla de ponderación estadística de variables

	Variables			
	viscosidad	consistencia	volumen	penetrabilidad
Tratamientos	4	3	2	1
Xanthan 0.3%	28,621	1,32	880	21,167
Xanthan 0.5%	55,501	0,98	885	20,067
Guar 0.3%	51,892	1,567	1020	22,667
Guar 0.5%	67,115	1,087	1165	22,733
CMC 0.3%	7,92	1,513	920	18,233
CMC 0.5%	16,8	1,4	990	21,2
Gelatina 0.5%		48	850	22,7
Gelatina 0.7%		48	840	22,733

ANEXO 11: Ficha técnica de gelatina sin sabor



Productora de gelatina ecuatoriana S.A. – Especificaciones

PRODUCTO	Aprobado por: Gerente General	Fórmula No.
GELATINA PURA		04-IEC-GEL-02
PRESENTACION: 25Kilos	Elaborado por: Jefe Aseg. Calidad	Fecha: 27.01.2011
TIPO: CA		Revisión: 03

1. DESCRIPCION

Partículas de gelatina de tamaño mesh 30 empacado en sacos de polietileno (empaquete primario) y sacos de polipropileno (empaquete secundario) a temperatura ambiente.

2. CARACTERISTICAS SENSORIALES

Parámetro	Especificación	Método
Aspecto:	Polvo fino	Visual
Color:	Blanco amarillento	02-IEC-GEL-32
Sabor:	Sin sabor	02-IEC-GEL-32
Olor:	Característico	02-IEC-GEL-32

3. ANALISIS FISICO – QUIMICO

Parámetro	Especificación	Método
Bloom (6.66%) (°B)	260 - 270	02-IEC-GEL-01
Viscosidad, mP	Mín 30	02-IEC-GEL-02
PH (1%)	4.5 – 6.0	02-IEC-GEL-07
SO ₂ , (ppm)	<30 ppm	02-IEC-GEL-05
Humedad (%)	Máx. 12	02-IEC-GEL-04
Cenizas (%)	Máx. 2	02-IEC-GEL-06

Especificación de Producto terminado – Elaborado por: Ana Lucía Toro - Aprobado por: Fabricio Palacios - Revisión N°01 –08/04/09

Este es un documento no controlado si está impreso o electrónicamente archivado fuera del sistema de control Prodegel, sin la identificación apropiada.	Publicado el 28-Ene-11
---	------------------------



Productora de gelatina ecuatoriana S.A. – Especificaciones

	Página 2	De 3	Fórmula. No. 04-IEC-GEL-01
--	--------------------	----------------	--------------------------------------

4. GRANULOMETRIA

Con Mesh 30

Tamaño de partículas	Especificación	Método
+ 20 (sobre)	0 – 0.1%	02-IEC-GEL-08
+ 30 (sobre)	0 – 0.2%	
+ 50 (sobre)	25 – 40%	
+ 100 (sobre)	38 – 50%	
+ 200 (sobre)	15 – 25%	
- 200 (sobre)	Máx.10%	

5. ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Prueba	Especificación	Método
Cuenta de aerobios totales	<500 ufc/g	03-IEC-GEL-01
Coliformes	<10 ufc/g	03-IEC-GEL-05
E. Coli	Negativo/g	INEN 1529-8
Salmonella	Neg./250g	AOAC 967.25
Mohos	<10 ufc/g	Petrifilm
Levaduras	<10 ufc/g	Petrifilm

6. CONTROL DE PESO

Parámetro	Especificación	Procedimiento
Control de peso gelatina remezcla	25 Kg	AMBPO-QPE7.5-04

Especificación de Producto terminado – Elaborado por: Ana Lucía Toro - Aprobado por: Fabricio Palacios - Revisión N°01 –08/04/09

Este es un documento no controlado si está impreso o electrónicamente archivado fuera del sistema de control Prodegel, sin la identificación apropiada.	Publicado el 28-Ene-11
---	------------------------



Productora de gelatina ecuatoriana S.A. – Especificaciones

	Página 3	De 3	Fórmula. No. 04-IEC-GEL-01
--	--------------------	----------------	--------------------------------------

7. ALMACENAMIENTO Y TIEMPO DE VIDA

Condición	Descripción
Tipo de empaque	Primario: Saco de polietileno Secundario: Saco de polipropileno
Almacenamiento	Lugar fresco, seco y paletizado
Transporte	Furgones o camiones con carpa, limpios, secos, sin olores y materias extrañas.
Tiempo de vida	3 años

8. NÚMERO DE REGISTRO SANITARIO

5752-INHG-AN-06-09

9. MUESTRAS TESTIGO

Control de Calidad guardará de cada lote de producto una muestra testigo que se analizarán en el momento que sea necesario, caso contrario se mantendrá almacenada durante 3 años.

10. ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL DE EMPAQUE

Fundas de polietileno 01-IEC-GEL-17
Fundas de polipropileno 01-IEC-GEL-20

Especificación de Producto terminado – Elaborado por: Ana Lucía Toro - Aprobado por: Fabricio Palacios - Revisión N°01 –08/04/09

Este es un documento no controlado si está impreso o electrónicamente archivado fuera del sistema de control Prodegel, sin la identificación apropiada.	Publicado el 28-Ene-11
---	------------------------

ANEXO 12: Ficha técnica de la goma xanthan.



JEBSEN & JESSEN

Hanseatic Trade Center · Kehrviader 11 · 20457 Hamburg
 Telefon: 040/30 14 01 · Telefax: 040/32 70 91
 E-Mail: jj@jessen-jessen.de · www.jessen-jessen.de
 Deutsche Bank AG, Hamburg, BLZ 200 700 00, acc.-no. 040 1208
 IBAN: DE 5720070000040120800 · Swift-Code: DEUTDE33
 USt.-IdNr.: DE 118900 187 · ILN Nr. 40 15363 00000 6

Jebesen & Jessen (GmbH & Co.) KG · PO Box 111313 · 20413 Hamburg

Hamburgo, 29.03.2010

C E R T I F I C A D O D E A N A L I S I S

Goma Xantan malla 200

Product	: GUM XANTHAN FCC 4
Batch No.	: 201003E-N30 ✓
Manufacturing Date	: 10.03.2010
Expiry Date	: 09.03.2012 ✓
Appearance	: Cream-white
Particle size	: 200 mesh
Loss on drying	: 11.8 %
pH (1% KCL)	: 7.70
Viscosity (1% KCL)	: 1545 cps
Shearing Ratio	: 7.63
Ashes	: 9.26 %
Peroxic Acid	: 1.5 % min.
VI:V2	: 1.02-1.45
Assay	: 91-108 %
Total Nitrogen	: 1.5% % max.
Total Heavy Metals	: 10 ppm max.
As	: 3 ppm max.
Pb	: 5 ppm max.
Total plate count	: 300 cfu/g
Moulds/Yeasts	: 100 cfu/g max.
Staphylococcus	: negative
Salmonella	: negative
Coliform	: negative

- Analysis as received from our supplier -

JEBSEN & JESSEN (GmbH & Co.) KG



ANEXO 13: Ficha técnica de la goma guar.

amtex

www.amtex.com.co

Colombia
NIT. 890.904.138-7

planta éteres celulósicos
Carrera 51 No. 13-66
Medellín, Antioquia
t +57 (4) 444-9991
f +57 (4) 265-7252

planta polímeros funcionales
Calle 46 No. 41-69
Itagüí, Antioquia
t +57 (4) 372-0098
f +57 (4) 265-7252

Pedidos
Medellín y área metropolitana 350 5115
A nivel nacional 01 800 051 6911

CERTIFICADO DE ANALISIS

No. 129411

Fecha: 2011 - 05 - 25



Producto
GOMA GUAR

Numero Lote	Importación	Especificación	Pedido
383	51273	90045	144477
Cantidad	Unidades	Fecha Elaboración	Fecha Vencimiento
2000	Kg.	2011-03	2013-02

Parámetros	Valor	Rango	
		Mínimo	Máximo
CONTENIDO DE GOMA %	83.50	80.00	
PROTEINA, %	0.00	0.00	5.00
HUMEDAD, %	10.60	0.00	12.00
VISCOSIDAD RVT 1% (CPS), 25°C, 24 HORAS	5600.00	5500.00	
VISCOSIDAD RVT 1% (CPS), 25°C, 2 HORAS	5500.00	5000.00	
ASPECTO: POLVO FINO			
AGUJA VISCOSÍMETRO: NO. 4			
RPM VISCOSÍMETRO: 20			
PH, 1% WW A 25°C	5.70	5.50	6.50
PASA MALLA 200(W/W)	99.40	95.00	
E.COLI: NEGATIVO	0.00	0.00	
HONGOS Y LEVADURAS (NMP/G)	0.00	0.00	
RECuento TOTAL DE GERMENES (UFC/GR)	0.00	0.00	300.00
SALMONELLA/25GR: NEGATIVO	0.00	0.00	5000.00
CENIZAS/ASH(W/W)	0.73	0.00	1.00

Recomendaciones de Uso

LUIS ALBERTO CORREA M.
JEFE DEPTO TÉCNICO

ANEXO 14: Ficha técnica de la carboximetilcelulosa.



www.amtex.com.co

Colombia
NIT. 890.904.138-7

planta éteres celulósicos
Carrera 51 No. 13-66
Medellín, Antioquia
t +57 (4) 444-9991
f +57 (4) 265-7252

planta polímeros funcionales
Calle 46 No. 41-69
Itagüí, Antioquia
f +57 (4) 265-7252

Pedidos
Medellín y área metropolitana 350 5115
A nivel nacional 01 800 051 6911

CERTIFICADO DE ANALISIS

No. 149770

Fecha: 2011/12/06

Producto
631900 GELYCEL F1 4000 SACO X 25 KG

Numero Lote	Importación	Especificación	Pedido
98911		10032	0
Cantidad	Unidades	Fecha Elaboración	Fecha Vencimiento
5000.00	KG	2011/11/18	2013/11/07

Parámetros	Valor	Rango		Metodo
		Mínimo	Máximo	
DS	0.82	0.75	0.90	ASTM1439
HUMEDAD (AL EMPACAR), %	4.70		8.00	ASTM1439
PH (1%, 25°C)	7.10	6.50	8.50	MÉTODO AMTEX / AMTEX METHOD
PUREZA BS(W/W)	99.80	99.50		ASTM1439
RETENCIÓN M-40 (W/W), %	0.40		10.00	MÉTODO AMTEX / AMTEX METHOD
RETENCIÓN M-80 (W/W), %	22.70		50.00	MÉTODO AMTEX / AMTEX METHOD
VISCOSIDAD LVF AL 1% (CPS), AG 4, 30 RPM, 25°C	4520.00	4000.00	5000.00	ASTM1439

Descripción: CARBOXIMETILCELULOSA Y SUS SALES

Recomendaciones

ALMACÉNESE EN SITIO FRESCO Y SECO, EL PRODUCTO ES HIGROSCÓPICO Y PUEDE ABSORBER HUMEDAD DEL AMBIENTE, POR LO TANTO, MANTENER EL SACO CERRADO.

LUIS ALBERTO CORREA
JEFE DEPTO TÉCNICO

NumRel Version: Gen25 / CA20110812.ps

ANEXO 15: Método para la medición de volumen

La medición del volumen se realizó con el siguiente método:

1. Licuar una porción del producto (3 cubos) con 250ml de leche
2. Medir la temperatura del producto.
3. Colocar la mezcla en una probeta de 500ml.
4. Verificar el volumen de la mezcla.

Autores: Investigadores