

**SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN ESTABILIZANTE INTEGRADO DE
GOMAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE CALIDAD Y REOLÓGICAS EN
MEZCLA PARA HELADO**

LILIANA RIGEY POSADA DAVID

**MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN
MEDELLÍN, 2009**

**SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN ESTABILIZANTE INTEGRADO DE
GOMAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE CALIDAD Y REOLÓGICAS EN
MEZCLA PARA HELADO**

LILIANA RIGEY POSADA DAVID

**Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Ciencia y Tecnología de
Alimentos**

Director: José Uriel Sepúlveda Valencia

Codirector: Diego Alonso Restrepo Molina

**MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN
MEDELLÍN, 2009**

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimientos a mi director José Uriel Sepúlveda Valencia por su apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo.

A Helados Mimos y a mi grupo de trabajo por su valiosa colaboración.

A mis compañeros de maestría que siempre estuvieron dispuestos a brindarme su ayuda.

Al personal de la planta de leche de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) por su gran colaboración.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPITULO I.....	36
Selección y evaluación de un estabilizante integrado de gomas sobre las propiedades de calidad y reológicas en mezcla para helado.	
RESUMEN.....	36
ABSTRACT.....	37
INTRODUCCIÓN.....	37
MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
RESULTADOS Y DISCUSION.....	44
CONCLUSIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
CONCLUSIONES.....	64

	Pág.
BIBLIOGRAFIA DE LA INTRODUCCIÓN.....	65
ANEXOS.....	70

LISTA DE TABLAS

Pág.

CAPÍTULO I

Tabla 1. Puntajes para cada característica sensorial.....	43
Tabla 2. Coeficientes estimados de superficie de respuesta, modelo I.....	45
Tabla 3. Coeficientes estimados de superficie de respuesta, modelo II.....	46
Tabla 4. Predicciones e intervalos de confianza al 95%.....	46

LISTA DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN	Pág.
Figura 1. Flujograma para elaboración del helado.....	30
 CAPÍTULO I	
Figura 1. Curva de flujo para cada una de las muestras del diseño de mezclas.....	44
Figura 2. Superficie de respuesta con el modelo 2.	45
Figura 3. Características fisicoquímicas de % acidez, pH, grasa y S.T. vs. Tratamiento (%).	47
Figura 4. Valores medios con intervalos LSD (95%) de la viscosidad de las mezclas con diferentes niveles de estabilizantes.....	48
Figura 5. Valores medios con intervalos LSD (95%) del índice de tixotropía y la viscosidad de las mezclas con diferentes niveles de estabilizantes.	50
Figura 6. Valores medios con intervalos LDS (95%) para caída de la primera gota, punto de congelación, derretimiento y habilidad de batido del control y los tratamientos.....	51

Figura 7. Dureza vs. Tratamientos y tiempo en meses, intervalos LSD (95%).....	53
Figura 8. Valores medios con intervalos LDS (95%) para textura del testigo y los tratamientos por parámetro.....	54
Figura 9. Valores medios con intervalos LDS (95%) para textura del testigo y los tratamientos en el tiempo.....	56
Figura 10. Valores medios con intervalos LDS (95%) para cuerpo del control y los tratamientos.....	57
Figura 11. Valores medios con intervalos LDS (95%) para sabor del control y los tratamientos.	57
Figura 12. Valores medios con intervalos LDS (95%) para sabor del control y los tratamiento.....	58

RESUMEN

El mercado actual, demanda helados con excelentes características en cuanto a textura y cuerpo, las cuales en conjunto con el sabor, determinan, en gran medida, la aceptabilidad de éstos. En dicha industria es marcada la tendencia hacia el uso de estabilizantes integrados, que potencializan sinergismos entre componentes, obteniendo productos finales de mejor calidad.

El objetivo de la presente tesis fue evaluar el efecto de una mezcla de gomas algarrobo, karaya y guar como agentes espesantes, sobre las propiedades relacionadas con la calidad de los helados de crema. Para ello, se ejecutaron dos etapas, en la primera, se seleccionó, a través de una metodología de superficie de respuesta, la mezcla de 50% goma algarrobo más 50% goma guar, como la mejor combinación a usar en helados, la cual tiene un 0.05% de monodiglicéridos como constante en la mezcla. En la segunda etapa, se aplicó en la elaboración de las mezclas de helado, la combinación elegida en diferentes niveles (0.3%, 0.35% y 0.4 %) y se trabajó un estabilizante comercial al 0.35% como testigo.

Las características fisicoquímicas de las mezclas (% sólidos totales, % grasa, % acidez y pH), en todos los tratamientos, estuvieron dentro de los parámetros normales. La combinación escogida, adicionada en la mezcla, tuvo un comportamiento pseudoplástico, influenciando viscosidades superiores en todos los tratamientos frente al testigo, siendo mayor el adicionado con 0.4% ($p < 0.05$).

Se evidenció un efecto significativo ($p < 0.05$) en los diferentes niveles de adición, frente a la disminución del % de derretimiento y al aumento del tiempo de caída de la primera gota frente al testigo, siendo mayor en el nivel de 0.4%. En la habilidad de batido, el testigo tuvo diferencia significativa ($p < 0.05$) frente a los tratamientos, mientras que en el punto de congelación ($p = 0.317$), no se encontró diferencia marcada.

Se evaluó la dureza instrumental del helado en el tiempo (0 = primera semana, 2 y 4 meses) en los diferentes tratamientos, se encontró que al 0.35% y 0.4% se presentó aumento de la dureza en el tiempo, influenciado por la mayor viscosidad de la mezcla y por un leve encogimiento, causado por ligeras fluctuaciones en la temperatura de almacenamiento.

Cuando se analizó sensorialmente el producto, se encontró que en textura, el nivel del 0.4% genera mayor gomosidad en el helad, siendo significativamente diferente ($p < 0.05$) frente a los demas tratamientos. El sabor, no presentó diferencias significativas, al comparar los tratamientos en el tiempo de almacenamiento. A un nivel del 0.4%, se vió una disminución significativa en la cualidad frente a los demas tratamientos y en el tiempo. Los demás descriptores de textura, cuerpo y sabor, de los diferentes tratamientos, se encontraron normales frente al testigo y no fueron afectados en el tiempo ($p > 0.05$).

Estos resultados, permiten concluir que la mezcla evaluada, resulta adecuada para ser empleada en la elaboración de helados, al tener un comportamiento positivo y superior

frente al testigo, permitiendo enmarcar este proyecto de tesis, como un aporte de conocimiento científico aplicable.

Palabras claves: Estabilizante, helado, textura, viscosidad, goma

ABSTRACT

The current market demand ice cream with excellent characteristics as far as texture and body, which together with the flavor determine a great extent the acceptability of these. In this industry the tendency towards the use of integrated stabilizers is marked that potentiate synergisms between components obtaining end items of better quality. The objective of the present thesis has been to evaluate the effect of a gum mixture carob, karaya and to guar like thickening agents on the properties related to the quality of cream ice creams. For it two stages were executed, in first I select through a methodology of answer surface the mixture carob 50% and guar 50% to the best combination to use in ice creams.

In the second stage the combination chosen in different levels is applied in the elaboration of the ice cream mixtures (0.3%, 0.35% and 0.4%) and works a commercial stabilizer to the 0,3% like witness.

The physico-chemical characteristics of the mixtures (% S.T, %fat, %acidity and pH) in all the treatments were within the normal parameters. The chosen combination of stabilizers throws viscosities superiors in all the treatments in front of the witness, being greater in the added one with 0.4%.

Demonstrate a significant effect in the different levels of addition against the diminution of % of melting and the increase of the down time of the first drop in front of the witness,

being greater in the level of 0.4% and superiors from the witness. In the freezing point and the beaten ability there were not noticeable differences.

Evaluate the instrumental firmness-hardness of the ice cream in the time (0 = first week, 2 and 4 months) in the different treatments finding that to 0,35% and 0,4% increases of the hardness in the time appear influenced by the greater viscosity of the mixture and by a slight shrinking caused by slight fluctuations in the temperature of storage.

When the product was evaluated sensorially we found levels of the 0.4% generating major gumminess the ice cream. The other descriptors of texture, body and flavor of the different treatments were normal fronts to the witness and they were not affected in the time.

These results allow to conclude that the evaluated mixture turns out suitable to be used in the elaboration of ice creams when having a positive behavior and superior in front of the witness allowing to frame this project of investigation as a contribution of applicable scientific knowledge.

Keywords: Stabilizer, ice cream, texture, viscosity, gum.

INTRODUCCIÓN

INTERÉS DEL ESTUDIO

El interés de la presente investigación, se enmarca dentro del proyecto “Evaluación de agentes espesantes usados en alimentos y caracterización de algunos sistemas alimenticios líquidos y pastosos”, financiado por la Dirección de Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín (DIME), donde el objetivo general es predecir el comportamiento de los agentes espesantes usados en alimentos, mediante análisis de laboratorio.

Existe una tendencia en la industria de helados, en cuanto al empleo de “estabilizantes integrados”, debido a que éstos, ofrecen mejores características en el producto final, en comparación con la aplicación de estabilizantes individuales (Butt *et al.*, 1999), pero el conocimiento de los porcentajes de incorporación de cada goma, sinergismos y comportamiento en los productos, es limitado, dado que las multinacionales que los ofertan, manejan dicha información en forma restringida y sólo divulgan niveles de aplicación, según el producto en el que se utilizará.

Se ha reportado el uso de diversos tipos de gomas para helados, entre ellas, se encuentran las gomas karaya, algarrobo, guar y xantan, los carragenatos, el alginato de sodio y la

carboximetilcelulosa (Sutton, 1998; Minhas *et al.*, 2000; Regand and Goff, 2003; Patmore *et al.*, 2003 y Fernández *et al.*, 2006). También, se ha reportado que las gomas arábica, karaya y ghatti, aportan buena textura, cuerpo y cremosidad a los helados preparados con leche de búfala (Minhas *et al.*, 2000). Se encontró que las gomas guar y algarrobo, las carrageninas y la carboximetilcelulosa, usadas en concentraciones entre 0.2 – 0.4%, dan a los helados, excelentes propiedades sensoriales (Shane, 2006).

Los estabilizantes, presentan propiedades funcionales que están relacionadas, estrechamente, con su habilidad para retener y conservar grandes cantidades de agua, lo que influye en la modificación de las características reológicas de las mezclas (Zubair, 2001), mejoran las propiedades fisicoquímicas, incrementando la viscosidad, mejorando la estabilidad de la emulsión; evitan defectos de textura, controlando la suavidad durante el almacenamiento, impidiendo la formación de cristales de hielo de tamaño mayor, dando cuerpo y cremosidad (Arbuckle, 1986). Actúan, también en la disminución de la velocidad de derretimiento y mantienen bajo condiciones estables, por largo tiempo, las características del producto final (Fernández *et al.*, 2006).

En Colombia, la producción de leche líquida, en el 2004, fue de 6700 (millones de litros), de los cuales una gran parte fue destinada a la producción de helado de crema, que para este mismo año, fue de 35102 toneladas. El consumo aparente de helados para esta época fue de 35101908 Kg, para un consumo per cápita de 0.81 Kg de mezcla por persona, demostrando ser un producto de alto impacto dentro de la industria láctea (Cálculos Observatorio

Agrocadenas, 2006). Ligado al aumento en la demanda, se buscan helados con excelentes características en cuanto a textura y cuerpo, las cuales en conjunto con el sabor, determinan, en gran medida su aceptabilidad.

ESTABILIZANTES

El termino estabilizante o hidrocoloide, involucra a sustancias naturales poliméricas, solubles o dispersables en agua. Aunque en este grupo, también se incluye a los almidones y proteínas, como la gelatina. Generalmente, el término hidrocoloide se aplica a sustancias de composición polisacárida. De forma corriente, se les denomina con el nombre de “gomas” (Cubero *et al.*, 2002).

Este grupo de sustancias, tiene gran importancia tecnológica, en la industria de alimentos, debido a sus propiedades funcionales. Son moléculas altamente hidrofílicas que actúan sobre el agua que se encuentra libre en el medio donde se aplican, llegando a reducir movilidad y aumentando, así la viscosidad. En este sentido, la estructura del polímero (sea lineal o ramificado, el grado de ramificación) tiene gran importancia, ya que de ella depende la capacidad de retención de agua y por tanto, las características reológicas y de textura que impartirá al producto final (Cubero *et al.*, 2002).

Existen varios factores que influyen la viscosidad y las propiedades reológicas de las dispersiones de estos aditivos: la concentración del polímero, el peso molecular, las interacciones con otros y el esfuerzo cortante al que se someten.

En productos lácteos como helados de leche y de crema, un espesante adecuado mejora estos sistemas dispersos de aire, agua, sacarosa y grasa en el sentido de:

- Aumentar la viscosidad de las mezclas
- Mejorar la incorporación de aire y la distribución de las células de aire
- Mejorar cuerpo y textura
- Mejorar estabilidad durante el almacenamiento
- Mejorar las propiedades de fusión y derretimiento
- Regular la cristalización

Goma algarrobo o goma garrofín

Se obtiene de la semilla del algarrobo *Ceratonia siliqua*, árbol ampliamente distribuido en los países de la cuenca del mediterráneo. Es un galactomanano, formado por una cadena simple de manosa, con unidades de galactosa, en proporción 4:1. Las moléculas, se agrupan en bloques, alternando zonas lisas y zonas ramificadas; las zonas lisas se asocian en agregados pseudocristalinos que dificultan su hidratación. Se solubiliza totalmente a 80 °C (Camacho *et al.*, 2001; Fernández *et al.*, 2006 y Pollard and Fischer, 2006).

La fabricación de esta goma es extremadamente sencilla, puesto que se reduce a un tratamiento mecánico, separación de envolturas, eliminación del germen y molienda, hasta

reducirla a harina, que contiene 95 % de galactomananos y son comercializados en esta forma.

Características

Básicamente, actúa como espesante, con un comportamiento pseudoplástico, aumentando la viscosidad de sistemas acuosos y lácticos. Tiene buena resistencia a tratamientos a altas temperaturas y al enfriarse, su viscosidad depende de la temperatura. Es poco sensible a los efectos mecánicos y tiene buena resistencia a los ciclos de congelación-descongelación (Cubero *et al.*, 2002). Mantiene su estabilidad, aplicada en productos que se almacenan a temperatura ambiente. Es la sustancia de este tipo más resistente a los ácidos (pH 4 – 10).

Presenta sinergia con la carragenina K y con la goma xantana, dando geles elásticos, cohesionados y reduciendo la sinéresis. Se aplica en una amplia gama de sistemas alimenticios como estabilizante o agente espesante y en algunos sistemas gelificados como modificador de textura.

Esta goma es muy utilizada en la industria de helados y productos lácteos ya que mejora la estabilidad de la emulsión, provee cuerpo, textura y cremosidad, también inhibe el efecto producido por el frío evitando la cristalización. Aumenta la dispersión de las preparaciones con fruta y el queso untable. Además, la goma de algarrobo es utilizada en postres (Timm, 1989).

Goma karaya

Se obtiene como exudado de una árbol de la india (*Sterculia urens* - leguminosas). Es una de las gomas menos solubles, de tal forma que, en realidad, lo que hace es absorber agua, dando dispersiones extremadamente viscosas, por lo que es importante definir, adecuadamente, la concentración a utilizar en helados, ya que una alta viscosidad, genera problemas en la incorporación de aire durante el batido. La estructura química de esta goma consiste de un poliósido ácido y acetilado (8 grupos acetilos y 37 % de residuos de ácidos uránicos). Los principales constituyentes de la cadena macromolecular son D-galactosa, L-ramnosa y ácido galacturónico (Minhas *et al.*, 2000).

Características

Uno de los factores que distinguen a la goma karaya es su baja solubilidad en agua y su fuerte viscosidad, cuando se usa a altas concentraciones. Esta, no se disuelve, pero absorbe agua y se hincha produciendo una solución coloidal. El tipo de dispersión obtenida depende del tamaño de la partícula de la goma que se utilice (Minhas *et al.*, 2000). Las dispersiones ofrecen gran viscosidad cuando se preparan con agua fría. Hirviendo la dispersión se aumenta la solubilidad; también, se pierde progresivamente la viscosidad. Esta se ve reducida por la adición de ciertos electrolitos o por valores extremos de pH (a valores de pH alcalinos, se forma un mucílago irreversible).

La forma seca, en polvo, de la goma karaya pierde algo de capacidad de proporcionar viscosidad en solución si se ha mantenido a altas temperaturas y humedad.

Tiene gran variedad de aplicaciones, es usado como estabilizante en diferentes productos tipo merengue o aireados. Debido a su capacidad de ligar agua, se usa a bajas dosis en productos tipo granizados para prevenir la formación de grandes cristales de hielo. También se utiliza en productos cárnicos como agente de unión, mejorando la textura. (Cubero *et al.*, 2002).

Goma guar

Procede del endospermo de las semillas de guar, planta que crece principalmente en India y Pakistán, perteneciente a la familia de las leguminosas.

La goma guar es un galactomano que consiste en una cadena de manosa ramificado con unidades de galactosa en proporción 2:1. Estas ramificaciones, permiten la separación de las cadenas principales y, por consiguiente, su hidratación (Bolliger *et al.*, 2000). Como consecuencia de su elevada afinidad con el agua, la goma guar proporciona una altísima viscosidad en sistemas acuosos o lácticos, incluso en dosis bajas, presentando un comportamiento pseudoplástico (Minhans *et al.*, 2000).

Características

La goma guar, se usa principalmente como agente espesante, con viscosidad en función de la temperatura. Puede usarse en una amplia gama de productos, ya que permanece estable en un rango de pH entre 3 – 11. Presenta la ventaja de ser soluble en frío. Al calentarse, si los tratamientos térmicos son fuertes, pierde en parte su viscosidad. Es poco sensible a los

efectos mecánicos y tiene buena resistencia a los ciclos de congelación-descongelación. Presenta muy buena estabilidad cuando los productos se almacenan a temperatura ambiente (Cubero *et al.*, 2002 y Minhas *et al.*, 2000).

Los tratamientos térmicos prolongados de sus soluciones provocan una disminución de su índice de consistencia K y un aumento de su índice de comportamiento de flujo n, lo cual indica que las soluciones se hacen menos pseudoplásticas.

Existe un sinergismo entre la goma guar y la goma xantana. También puede encontrarse compatibilidad junto con almidones, proteínas, goma arábica, agar, alginato, carragenato, karaya, algarrobo, pectina y CMC (Regand and Goff, 2003). La aplicación más habitual en alimentos se encuentra en quesos, helados, sorbetes, leches saborizadas, aderezos y bebidas.

EL HELADO

Según Timm (1989), el helado es un alimento de sabor dulce, que se consume en estado congelado. Contiene agua, componentes lácteos, frutas, saborizantes, colorantes y aire.

El helado puede definirse como el estado temporal de una mezcla heterogénea mantenida artificialmente a una temperatura constante (-18 a -30 °C), una preparación alimenticia que ha sido llevada al estado sólido, semisólido o pastoso, por una congelación simultánea o

posterior a la mezcla de las materias primas puestas en producción y que han de mantener el grado de plasticidad y congelación suficientes hasta el momento de su venta al consumidor (Butt *et al.*, 1999).

Se le denomina mezcla para helado, al producto obtenido en cantidades adecuadas de leche, derivados lácteos, sal, estabilizadores, emulsificadores, agua y otros ingredientes, los cuales una vez mezclados se homogeneizan, pasteurizan y maduran, para ser batidos y obtener helado (Sanabria y Roldan, 2000, Rincón *et al.*, 2002).

Composición de los helados

El helado es un alimento altamente variable debido a los diferentes requerimientos que tienen las distintas mezclas y sabores, las cuales varían de un país a otro y de un fabricante a otro. Adicionalmente existen ciertas reglas de normalización que regulan el nombre, composición e ingredientes, sobreabumentos, tratamientos térmicos y calidad microbiológica, entre otros.

La mezcla para helado puede variar según su dependencia a factores, como:

- Legislación. Puede influenciar la cantidad, calidad y origen de las materias primas, como también los tratamientos térmicos de la mezcla.
- Preferencias del consumidor. Determina la textura, dulzor, color y sabor entre otros.

- Posibilidades técnicas. El tipo de mezcla depende, en gran parte de los equipos que se posean para la preparación de las mezclas, tratamientos térmicos, congelamiento, envasado y endurecimiento.
- Materias primas. Según el país o región, el costo de las materias primas o su disponibilidad definirá los ingredientes más apropiados (Timm, 1989).

Propiedades de la mezcla

La mezcla de helado es un sistema coloidal complejo. En ella, algunas de las sustancias se presentan en solución verdadera (los azúcares y las sales); otras se encuentran en solución coloidal (proteínas lácteas, estabilizantes, edulcorantes) y otras en suspensión como los glóbulos de grasa. Dentro de las propiedades de la mezcla de importancia práctica se incluyen la estabilidad, acidez, viscosidad, punto de congelación y velocidad de batido (Arbuckle, 1996).

Estabilidad de la mezcla. Hace referencia a la resistencia a la separación de las proteínas lácteas en suspensión coloidal y de la grasa en emulsión. La inestabilidad, se traduce entonces en la separación de las partículas de proteína como material coagulado o precipitado en la grasa láctea, o en separación del suero durante la maduración.

La homogenización, la acidez de la mezcla, la relación grasa a sólidos lácteos no grasos (SLNG), el tratamiento térmico, la congelación, el tiempo de maduración y el grado en que esta ligado el agua en la mezcla, afectan la estabilidad de la misma (Arbuckle, 1996).

Estabilidad de la emulsión. Esta depende de la grasa y del coloide (proteína). Uno de los factores que afecta la estabilidad de la grasa en el helado es el proceso de congelación. Los glóbulos de grasa, empiezan a aglomerarse, debido a la agitación y concentración del congelamiento (Davenat, 1993). La rata de aglomeración y unión es una función primordialmente del grado de agitación, pero también, está afectada por factores como la estabilidad de la proteína, el punto de fusión de la grasa, la temperatura del congelador, el emulsificante, el estabilizante y los azucares. La estabilidad de la proteína depende de su grado de hidratación.

Acidez. La acidez y el pH están relacionados con la composición de la mezcla fundamentalmente, con el porcentaje de SLNG que ella contenga, de tal forma que al incrementar estos, se eleva la acidez y disminuye el pH de la misma.

Viscosidad. Es afectada por la composición de la mezcla, el tipo y calidad de ingredientes, el proceso y manejo, la concentración y contenido de sólidos totales y la temperatura. Cuando la viscosidad de la mezcla aumenta, la resistencia al derretimiento y la suavidad del cuerpo se incrementan.

Punto de congelamiento. Es dependiente del tipo y contenido de los constituyentes de la mezcla, va relacionado con la viscosidad, tensión superficial, tratamientos térmicos, procesos y equipos.

La **habilidad de batido** es mejorada mediante altas temperaturas, homogenización adecuada y maduración de la mezcla. Los glóbulos de grasa más pequeños y menos aglutinados dan una habilidad de batido incrementada.

Clasificación de los helados

De acuerdo con su composición e ingredientes básicos la Norma Técnica Colombiana NTC- 1239 en su segunda actualización, clasifica el helado en:

- De crema de leche. A base de leche y grasa procedente de la leche (grasa butírica) y cuya única fuente de grasa y proteína es la láctea.
- De leche. A base de leche y cuya fuente de grasa y proteína es la láctea
- De leche con grasa vegetal. La proteína proviene en forma exclusiva de la leche o sus derivados y parte de su grasa puede ser de origen vegetal.
- De yogurt. Todos o parte de los ingredientes lácteos son inoculados y fermentados con un cultivo característico de microorganismos productores de ácido láctico.
- De grasa vegetal. Su única fuente es la láctea y la fuente de grasa es vegetal o aceites comestibles vegetales.
- No lácteo de imitación. Su proteína y grasa no provienen de la leche o sus derivados.
- Sorbete o “Sherber”. Preparado con agua potable, leche, productos lácteos, frutas, etc., tiene un bajo contenido de grasa y proteínas las cuales pueden ser total o parcialmente de origen lácteo.
- De fruta. Fabricado con agua y adicionado con frutas en una cantidad mínima del 10% m/m de fruta natural. Se puede reforzar con esencias naturales, idénticas a las naturales y/o artificiales.
- De agua o nieve. Elaborado con agua potable, azúcar y otros aditivos permitidos. No contiene grasa, ni proteína, excepto las provenientes de los ingredientes adicionados.

- De bajo contenido calórico. Presenta una reducción en el contenido calórico de mínimo 35% con respecto al producto normal correspondiente.

Grasas. La grasa, se encuentra en el helado, en forma de glóbulos muy pequeños entre 0.2 – 2.0 μ de diámetro después de la etapa de homogeneización (Timm, 1989).

Esta, crea una película, en la superficie, de células de aire que contribuye a la estabilidad y produce una sensación táctil y cremosa en la boca. Además, le imparte una consistencia lisa y fina al helado y reduce el tamaño de los cristales de hielo. Altos contenidos de grasa, disminuyen la sensación de frío en el helado y afectan negativamente el punto de congelación, también, puede afectar la velocidad de batido, influenciando la calidad final del producto (Cubero *et al.*, 2002).

Sólidos Lácteos No Grasos (S.L.N.G.). Los sólidos lácteos no grasos son un componente insustituible en todos los tipos de helados. Están compuestos, principalmente por proteínas lácteas, lactosa y sales minerales, tienen un efecto estabilizante y aumentan la viscosidad de la mezcla.

Las proteínas, interaccionan con el agua libre, dando al helado una textura suave y una buena consistencia. En conjunto con el emulsificante y el estabilizante determinan las propiedades reológicas del producto. También aumentan la habilidad de la mezcla de absorber aire (Park *et al.*, 2006).

Edulcorantes. Este grupo tiene una alta participación entre los componentes del helado. Determinan el sabor dulce, influyen sobre el punto de congelación y por consiguiente, en el comportamiento de estos en lo que respecta a la fusión. Pueden, también influenciar sobre la consistencia y el batido (Zubair, 2001).

Se usan varios tipos de edulcorantes en los helados, por ejemplo, sacarosa, dextrosa, glucosa, fructosa, lactosa, jarabe de glucosa, azúcar invertido y los alcoholes de azúcar, glicerol y sorbitol.

Estabilizantes. Los estabilizantes son compuestos macromoleculares que absorben agua y forman soluciones coloidales. El objetivo del uso de estos es mejorar el cuerpo y la textura, retardar y reducir el crecimiento durante el almacenamiento, de los cristales de lactosa y hielo, especialmente cuando hay fluctuación de temperatura, dar uniformidad al producto y resistencia al derretimiento (Goff, 1997).

Emulsionantes. Se considera una emulsión aquel sistema heterogéneo formado por dos fases (dos fases líquidas o una fase líquida y una sólida), con la característica de que la no-miscible, se encuentra íntimamente dispersa en la otra en forma de pequeñas partículas, la fase dispersa no es miscible en la parte continua (Cubero *et al.*, 2002).

El helado es una emulsión aceite - agua. Los emulsionantes son aquellas sustancias que, añadidas a los alimentos, hacen posible la formación y/o mantenimiento de una dispersión

uniforme, entre dos o más sustancias inmiscibles. Presentan una estructura bipolar, donde se distingue una parte hidrófila y otra lipofila, reducen la tensión superficial y contribuyen a su dispersión, en la fase acuosa (Thakur *et al.*, 2007).

También actúa como barrera frente al fenómeno de coalescencia o agrupación de los glóbulos de grasa, que lleva a la separación de fases (aparición de gotas o capas de grasa) debido al aumento de la rigidez de la membrana que rodea los glóbulos grasos y esto es lo que produce la sequedad del helado (Thakur *et al.*, 2005).

Al enfriar y batir la mezcla en el congelador se desestabiliza una parte de la grasa emulsionada y los glóbulos grasos, se aglomeran para formar racimos. Este proceso es controlado por los emulsificantes. En helados son muy utilizados los mono y diglicéridos de ácidos grasos, ya que presentan excelente comportamiento en emulsiones aceite / agua, mejorando las características de las masas al reaccionar con las proteínas y con el almidón, tienen buen efecto aireante.

Se pueden encontrar emulsionantes naturales como lecitinas, saponinas, fosfolípidos y emulsionantes sintéticos como mono y diésteres de glicerol, mono y diglicéridos de ácidos orgánicos y ésteres de propilenglicol, entre otros (Cubero *et al.*, 2002)

Agua y aire. El agua es la responsable del carácter refrescante del producto; es el medio disolvente de los ingredientes hidrosolubles (azúcares, proteínas, sales, ácidos y sustancias

aromáticas) y determina la consistencia del helado, de acuerdo con cual sea la porción congelada (Güven *et al.*, 2003).

El agua, se encuentra repartida en el helado en forma de cristales en una matriz (cristales de hielo) que, además, contiene agua líquida (solución). El número y las dimensiones de los cristales de hielo, determinan, esencialmente la consistencia.

El helado, adquiere la textura cremosa-pastosa, gracias al aire que contiene. Este incrementa la viscosidad de la mezcla. La incorporación óptima de aire depende de la composición de la mezcla (contenido de grasa), así como de la clase y cantidad del estabilizador y emulsionante utilizados (Chang, 2001). El aire, debe estar finamente distribuido, de manera que las burbujas, no puedan advertirse a simple vista. Por ello, su diámetro debe ser inferior a 200 μm . En el helado de crema de consistencia muy buena, el diámetro de las celdas de aire, será inferior a 100 μm (Chang and Hartel, 2001 y Thakur *et al.*, 2007).

Proceso de elaboración del helado. El proceso consta de las siguientes etapas:

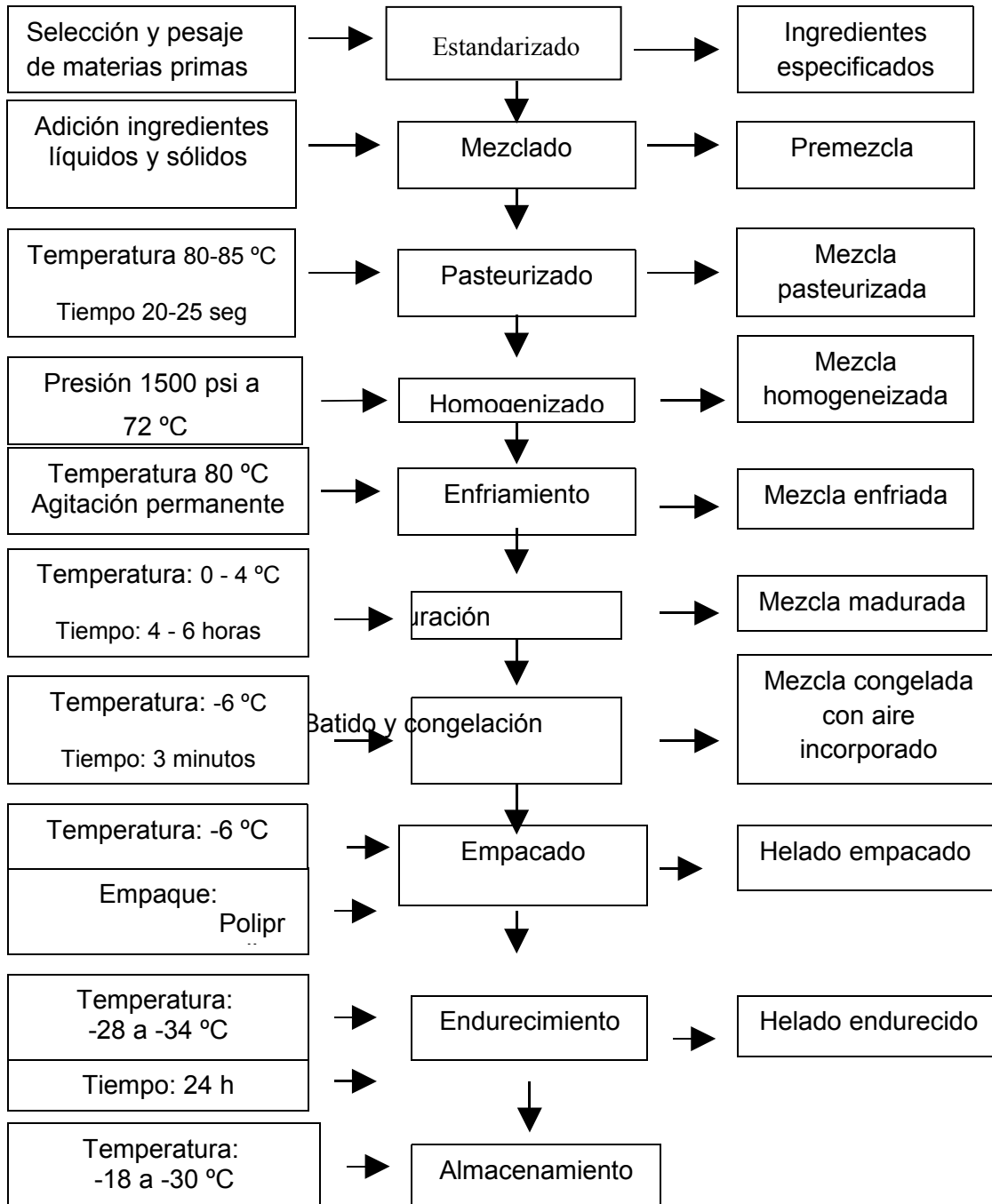


Figura 1. Flujo para la elaboración del Helado.

Fuente: Corrales, Higuera y Sepúlveda (2005) y Madrid y Cenzano, 1995.

Principales defectos de textura, cuerpo y sabor de los helados

Defectos de Textura

- *Áspera o con cristales de hielo*: debido a la formación de cristales de hielo relativamente grandes, que se puede distinguir en la lengua.
- *Arenosidad*: es el exceso de sólidos no grasos de la mezcla; se distingue por la falta de suavidad, debida a partículas semejantes o granos de arena que son, en realidad cristales de lactosa, que se detectan en el paladar, por cierta aspereza.
- *Friable o desmoronable*: se caracteriza porque el helado, cede fácilmente y su apariencia es seca y quebradiza, carece de la cualidad de mantenerse unido.
- *Gomosidad o pegajosidad*: es un helado demasiado “liso”, hasta el punto que resulta pegajoso y escurridizo (Echeverría y Gómez, 2003).

Defectos del cuerpo

- *Pesado*: el helado, se derrite lentamente en la boca.
- *Débil*: cuando se derrite, rápidamente en la boca.

Defectos del sabor

- *Cualidad*: es la mezcla de dos sabores, el sabor ideal de los productos lácteos y el sabor ideal del material no lácteo agregado (sabores artificiales, frutas).

- *Cantidad*: es la proporción de sabor impartida por los materiales no lácteos agregados (Echeverría y Gómez, 2003).

Reología en los Alimentos

Es la ciencia que estudia la deformación de un cuerpo sometido a esfuerzos externos. Su estudio es esencial en muchas industrias incluyendo la de alimentos y la farmacéutica (Kelco, 2001 y Camacho *et al.*, 2001).

Hay diversos tipos de fluidos, a saber:

Fluidos Newtonianos. Tienen proporcionalidad entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación.

Fluidos no newtonianos. No hay proporcionalidad entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación.

Fluidos viscoelásticos. Se comportan como líquidos y sólidos, presentando propiedades de ambos.

Viscosidad: se puede definir como una medida de la resistencia a la deformación del fluido. Dicho concepto, se introdujo, anteriormente, en la Ley de Newton, que relaciona el esfuerzo cortante con la velocidad de deformación - gradiente de velocidad (De hombre *et al.*, 1996). Una viscosidad demasiado elevada ocasiona problemas en las bombas, en los intercambiadores de calor y equipos similares, además hay que mencionar la influencia de la viscosidad de la mezcla, en el rendimiento, derretimiento y textura del helado (Bolliger *et al.*, 2000).

$$\tau = \mu \cdot D \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde,

τ : esfuerzo cortante [mPa].

μ : Viscosidad [mPa·s]

D: velocidad de deformación [s^{-1}]

Existen tres tipos de viscosidad:

- *Viscosidad dinámica o absoluta*, denominada “ μ ”. Si se representa la curva de fluidez (esfuerzo cortante frente a velocidad de deformación) se define también como la *pendiente* en cada punto de dicha curva.
- *Viscosidad aparente* “ μ ”. Se define como el cociente entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación. Este término es el que se utiliza al hablar de “viscosidad” para fluidos no newtonianos.
- *Viscosidad cinemática*. Que relaciona la viscosidad dinámica con la densidad del fluido utilizado.

Las mezclas para helado, presentan, por lo general comportamiento de fluido no newtoniano; las características de este tipo de productos varían desde los líquidos viscosos con propiedades elásticas hasta las de los sólidos con propiedades viscosas. La viscosidad de estos fluidos, no permanece constante, cuando la temperatura y la composición permanecen invariables, sino que depende del esfuerzo cortante o gradiente de velocidad y, a veces del tiempo de aplicación del esfuerzo y de la historia previa del producto (Kelco, 2001).

Estos fluidos, se caracterizan por la presencia de:

- Compuestos de elevado peso molecular en suficiente concentración.
- Interacciones entre partículas, causando agregación o asociación, por enlaces secundarios.
- Partículas asimétricas.
- Variación en el tamaño y forma de las partículas.
- Partículas flexibles que pueden sufrir cambios geométricos, conformaciones.

Textura. Es una sensación subjetiva provocada por el comportamiento mecánico y reológico del alimento, durante la masticación y la deglución. Para determinar un perfil de textura y sus dimensiones, los parámetros más importantes son la dureza, la cohesividad, la elasticidad, la pegajosidad, la fragilidad, la chiclosidad, la gomosidad y la viscosidad.

Las medidas instrumentales pueden medir una única propiedad física pero más frecuentemente miden la mezcla de una serie de propiedades del producto; son métodos indirectos y sus resultados, tienen sentido, si se puede mostrar que están relacionados conceptual y estadísticamente por métodos sensoriales.

Hay medidas fundamentales que están relacionadas con la medición de viscosidad. Medidas empíricas que calculan propiedades no bien definidas, que no pueden expresarse en unidades fundamentales, por ejemplo, penetración, cizalla, compresión y corte. Las medidas imitativas, simulan las fuerzas y deformaciones a las que está sometido el alimento mientras está siendo consumido, ejemplo: texturómetro, masticómetro (Kelco, 2001).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de una mezcla de gomas algarrobo, karaya y guar como agentes espesantes, sobre las propiedades relacionadas con la calidad de los helados de crema.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estandarizar e implementar los protocolos de medida de las propiedades reológicas de las gomas algarrobo, karaya y guar.
- Evaluar el efecto de la mejor mezcla de espesantes sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del helado de crema.

CAPITULO I

SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN ESTABILIZANTE INTEGRADO DE GOMAS SOBRE LAS PROPIEDADES DE CALIDAD Y REOLÓGICAS EN MEZCLAS PARA HELADO

SELECTION AND EVALUATION OF A STABILIZER INTEGRATED OF RUBBERS ON RHEOLOGICAL AND QUALITY PROPERTIES IN MIXTURES FOR ICE CREAM

Liliana R. POSADA. ¹*; José U. SEPÚLVEDA V.¹; Diego A. RESTREPO M.¹

RESUMEN

En el presente trabajo, se evalúa el efecto de una mezcla de gomas algarrobo, karaya y guar como agentes espesantes sobre las propiedades relacionadas con la calidad de los helados de crema. Inicialmente se estima la mezcla optima de hidrocoloides (goma algarrobo y goma guar al 50%) a usar en helados. Se aplica en diferentes niveles (0.3%, 0.35% y 0.4%) en las mezclas de helado y se usa un estabilizante comercial al 0.35% como testigo. Los valores de viscosidad obtenidos son 347.5, 522 y 1645.5 cP frente al testigo (336 cP). En el

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. A.A.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: lrposada@unalmed.edu.co

helado, se evidencia un menor porcentaje de derretimiento, un menor tiempo en la caída de la primera gota frente al testigo. El tratamiento a 0.4% presenta mayor gomosidad, mientras que el testigo, una mayor aspereza. La cualidad del sabor se ve significativamente disminuida en el tiempo, en todos los tratamientos. La mezcla seleccionada de algarrobo y guar, tiene influencia positiva en las características evaluadas del helado frente al estabilizante comercial.

Palabras claves: Mezcla, hidrocoloide, helado, gomas, textura.

ABSTRACT

In the present work to evaluate the effect of a gum mixture carob, karaya and to guar like thickening agents on the properties related to the quality of cream ice creams. Initially to consider the optimum mixture of hidrocoliodes (carob and guar gum to 50%) to use in ice creams. To Apply in different levels (0,3%, 0,35% and 0,4%) in it ice cream mixtures and use a commercial stabilizer from the 0,35% witness. The obtained values of viscosity are 347,5, 522 and 1645,5 cP in front of the witness (336 cP), In the ice cream evidence a melting minor percentage, a smaller time in the fall of the first drop in front of the witness. The treatment to 0,4% present major gumminess, whereas the witness a greater harshness. The quality of the flavor is seen significantly fallen in the time in all the treatments. The selected mixture of carob and guar has positive influence in the evaluated characteristics of the ice cream against the commercial stabilizers.

Keywords: Mix, hydrocolloid, ice cream, gums, texture

INTRODUCCIÓN

El helado es un sistema coloidal complejo formado de células de aire, cristales de hielo y glóbulos de grasa dispersos. El desarrollo estructural de éste, se obtiene a través de la presencia de macromoléculas, en la mezcla como grasa, proteína y carbohidratos complejos. La grasa láctea es un componente de importancia ya que interactúa con otros ingredientes para desarrollar la textura, la suavidad y la cremosidad (1,2).

Los estabilizantes son adicionados a la mezcla de helado, por un sin número de razones: para incrementar la viscosidad de la mezcla, para prevenir la separación de la grasa, para retardar el crecimiento de cristales de hielo y lactosa, durante el almacenamiento, especialmente cuando están sujetos a fluctuaciones de temperatura, para disminuir la migración de aire en los productos empacados (2,3). Otras investigaciones, revelan que los estabilizantes tienen impacto en la distribución inicial de los cristales de hielo en el helado y en el crecimiento de éstos, durante las etapas de congelación y endurecimiento. Los hidrocoloides actúan mejorando la textura y la suavidad en el helado (2,4).

Dentro del grupo de hidrocoloides, está la goma algarrobo; ésta produce una estructura de gel fuerte alrededor de los cristales de hielo, ofreciendo alta resistencia a la formación de cristales de gran tamaño y protegiendo en la recristalización. También se encuentra la goma guar, la cual muestra reducción en las velocidades de crecimiento de los cristales de hielo, debido a las modificaciones que genera, en la viscoelasticidad de la fase no congelada, cerca de los cristales de hielo (3,5).

En los helados, la aceptabilidad de los consumidores es altamente percibida por la textura y el sabor. El sabor es una característica sensorial detectada por los receptores de la lengua y la nariz, mientras que la textura, se percibe en la boca, durante el proceso de la masticación. La percepción de la textura del helado, se dificulta ya que varios ingredientes contribuyen a esta estructura compleja coloidal, entre ellos los estabilizantes, debido a que éstos, pueden mejorar la estabilidad de la estructura, la textura y la calidad del producto final, si ejercen la funcionalidad apropiada (6,7).

La dureza instrumental puede ser usada como medida del crecimiento de cristales de hielo; el incremento del tamaño de los cristales de hielo, durante el almacenamiento, está acompañado de altos valores de dureza (4,8). Por otra parte, puede reflejar el impacto de los ingredientes (grasa, azúcar, proteínas, hidrocoloides) y las condiciones de procesamiento (homogenización, maduración, congelación y almacenamiento) en el producto final.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de una mezcla de gomas algarrobo, karaya y guar, como agentes espesantes, sobre las propiedades relacionadas con la calidad de los helados de crema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de la combinación óptima de hidrocoloides

Para seleccionar la mejor interacción de hidrocoloides, se realizaron evaluaciones de tixotropía, para los tres estabilizantes seleccionados: Goma algarrobo, goma karaya y goma guar. Se calentó a 35 °C la premezcla elaborada, que estaba constituida por leche líquida, azúcar, grasa y emulsificante, simulando las características de un helado comercial. Se le adicionó el nivel correspondiente del hidrocoloide, al 0.3% con respecto a la masa total de la mezcla elaborada, con agitación constante de 600 r.p.m. y pasteurizando a 72 °C, por 30 minutos y luego, enfriando a 4°C y se mantuvo a esta temperatura por 24 horas.

Todas las determinaciones de flujo, se llevaron a cabo en un reómetro R/S plus rheometer, con cilindros concéntricos y una aguja CC 48 DIN. Para el análisis estadístico, se tomó como variable respuesta, el índice de tixotropía; este índice se obtiene de la relación de viscosidades, a un mismo shear rate.

La cantidad de ingredientes, se fijó a 100% ($X_1 + X_2 + X_3 = 100\%$, $\sum x = 1$). Siguiendo el modelo experimental (superficie de respuesta), el arreglo para cada variable, es el siguiente:

$$x_i \geq 0 (i = 1, 2, \dots, q), \sum_{i=1}^q x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_q = 1$$

Donde q, representa el número de componentes en el sistema bajo estudio y x_i , representa la proporción del i-ésimo componente en la mezcla. La sumatoria de la proporción de los componentes o su fracción, debe ser igual a la unidad (100%). Se realizaron dos repeticiones para los productos puros y mezclas duales y tres para las mezclas triples.

Según el análisis anterior, la mejor combinación fue goma algarrobo 50% y goma guar 50%. Una vez escogida la mejor mezcla se aplicaron en porcentajes de 0.3%, 0.35% y 0.4%. En todos los casos, se manejó como constante un 0.05% de monodiglicéridos (emulsificante).

Elaboración de las mezclas y el helado

La formulación empleada para la mezcla de helado fue de 36% - 38% sólidos totales, 12% de grasa y 14% de dulzura. Las materias primas utilizadas fueron: leche líquida (3.2%

grasa, 8.5% sólidos grasos no lácteos - SLNG), leche en polvo entera (26% grasa), suero en polvo, grasa vegetal (99%), azúcar y agua.

Se elaboró un testigo y tres tratamientos. El testigo tenía 0.35% de un estabilizante comercial (goma guar, carragenina, alginato de sodio y dextrosa, en % desconocidos), los tratamientos 1,2 y 3 tenían la mezcla de estabilizantes elegida (50% de goma algarrobo + 50% de goma guar + 0.05% de emulsificante) en los porcentajes de 0.30%, 0.35% y 0.4% respectivamente; estos niveles de uso, aplican dentro de los que comercialmente recomiendan los proveedores. Cuatro replicas se elaboraron, para un total de 16 mezclas.

Las mezclas fueron elaboradas en lotes, cada uno de 40 kilos, calentando a 35°C, los ingredientes líquidos y, luego, se adicionaron todos los polvos (Leche en polvo entera – LPE, suero, azúcar y estabilizantes). La pasteurización fue a 72 °C, por 30 minutos y, posteriormente, se homogenizó a 1500 psi, a 72 °C. Cada mezcla, se pasó por cortina de enfriamiento, para lograr una temperatura de 4°C. Se almacenaron en cuarto frío, por 24 horas, para su maduración.

Se realizó saborización (esencia de vainilla al 0.1%) y se procedió a batirlas en una batidora por baches, controlando el sobreabundamiento en 90%; éste, fue calculado en base al peso (9,10). Un termómetro digital calibrado fue usado para medir la temperatura de extrusión del helado; se envasó en recipientes plásticos con capacidad de 1 litro. El helado fue almacenado entre -25 °C a -20 °C.

Análisis de las mezclas y del helado

Para el análisis fisicoquímico de las mezclas, se realizaron las siguientes pruebas:

Grasa: según método Pensilvania (11)

Sólidos totales: se utilizó un analizador de humedad MB 45 OHAUS

pH: según método oficial de análisis 981.12 (12). Se usó un potenciómetro Metrohm 744

Acidez titulable: según método oficial de análisis 947.05 (12). Se expresó como % de ácido láctico.

Viscosidad: se utilizó un viscosímetro Brookfield DV-I+. Se determinó para cada mezcla, a las 24 horas de maduración, a una temperatura de 20 °C. El resultado, se presentó en centipoises (cP).

Determinaciones Reológicas de Flujo. Todas las determinaciones de flujo, se llevaron a cabo en un reómetro R/S plus rheometer, empleando un sistema de medida de cilindros concéntricos y una aguja CC 48 DIN. Las mediciones se realizaron a 4°C. Las muestras fueron expuestas a un ciclo de deformación, con un tramo ascendente de 0 a 100 s⁻¹ en 5 minutos y uno descendente a la misma deformación. Los datos de la curva ascendente, fueron ajustados al modelo de Herschel-Bulkley [ecuación 1] por medio del software del R/S plus rheometer.

$$\tau = \tau_0 + K\dot{\gamma}^n \quad (1) \text{ Ecuación 1}$$

Donde K es el índice de consistencia (Pascales) y n es el índice de fluencia.

Habilidad de batido: se determinó el tiempo que transcurrió para que la mezcla, llegara al 90% de sobreabundamiento (1,13).

Punto de Congelación: se determinó tomando la temperatura de la mezcla, después de batida (13,14).

Tiempo de caída de la primera gota: a través de la medición del tiempo que demora en caer la primera gota (15).

Derretimiento: se determinó la cantidad de helado que cae en un beaker, al colocar sobre una malla estándar de 256 orificios / pulgada ², en un tiempo fijo; desde el momento que cae la primera gota, hasta la hora de derretimiento, a temperatura ambiente (14,16).

Dureza: se trabajó con un analizador de textura TA.XT2 (Stable Micro System), utilizando un cilindro de 4 cm de diámetro, a una velocidad constante pre-ensayo, ensayo y pos-ensayo de 2 mm/s (4,17). 5 medidas por tratamiento fueron tomadas. Se evaluaron todos los tratamientos y niveles en tres tiempos (0 = primera semana, 2 y 4 meses).

Evaluación sensorial: se seleccionaron 9 jueces entrenados, los cuales evaluaron el sabor, el cuerpo y la textura para todos los tratamientos y niveles, en tres tiempos (0 = primera semana, 2 y 4 meses). Los puntajes obtenidos, se ajustaron según la escala de valores presentada en la tabla 1.

Tabla 1. Puntajes para cada característica sensorial

	Característica Organoléptica	Puntaje
Todos los jueces fueron sumados	Textura	25
	Sabor	20
	Cuerpo	5
	TOTAL	50

y promediados para cada característica en cuestión, para su respectivo análisis e interpretación.

Para el estudio de los datos, se empleó el programa R 2.7.2 y los métodos utilizados fueron: análisis de varianza (ANOVA) de un factor (tratamiento), con un nivel de confianza del 95%, y un nivel de potencia para detectar diferencias significativas del 90%. Para dureza y sensorial, se usó análisis de varianza (ANOVA) de tres factores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados prueba reológica

Para estudiar el comportamiento reológico de las diferentes muestras fue necesario obtener las curvas de flujo, para cada una. En la figura 1 se muestra la relación existente entre el esfuerzo cortante y el gradiente de velocidad para las muestras. Al realizar el ajuste del modelo correspondiente, según la ecuación (1), se obtiene para las muestras, un coeficiente de correlación superior a 0,99, por lo que puede concluirse que las muestras, se comportan como plásticos reales.

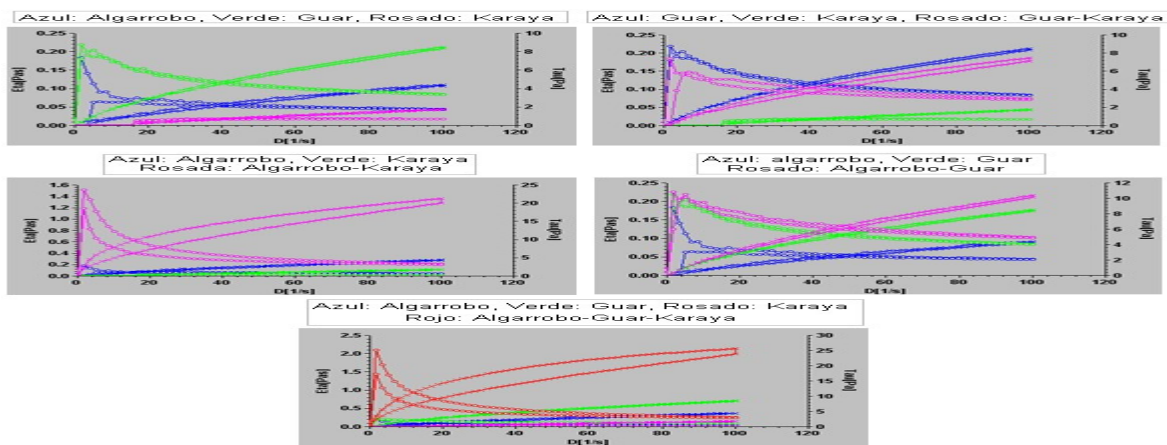


Figura 1. Curva de flujo para cada una de las muestras del diseño de mezclas.

Selección de la combinación óptima de hidrocoloides

En la figura 2 se muestra la superficie de respuesta del modelo 2. Al revisar los resultados y buscando valores altos para índices de tixotropía, se definió que la mejor mezcla a utilizar es goma guar con algarrobo, al 50% cada uno. De este modo, se puede decir que la goma guar, alcanza a tener un índice de tixotropía más alto que las otras mezclas (Ver figura 2 y tabla 4).

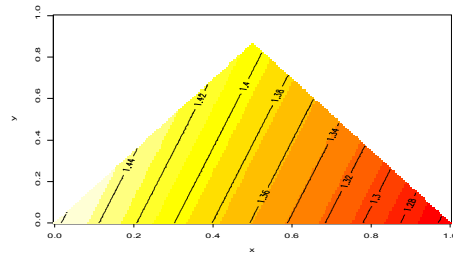


Figura 2. Superficie de respuesta con el modelo 2. Los vértices corresponden a: (Superior) Algarrobo, (Izquierdo) Guar y (Derecho) Karaya.

Esta mezcla fue utilizada en dosis de 0.3%, 0.35% y 0.4% para los tratamientos T1, T2 y T3. Los modelos estadísticos utilizados se presentan en la ecuación 2 y 3.

$$I_{(\eta_{40}/\eta_{100})ida} = \beta_1 \text{Algarrobo} + \beta_2 \text{Guar} + \beta_3 \text{Karaya} + \beta_4 \text{Algarrobo} * \text{Guar} + \beta_5 \text{Algarrobo} * \text{Karaya} + \beta_6 \text{Guar} * \text{Karaya} + \varepsilon \quad \text{Ecuación 2}$$

En este modelo se consideran los efectos individuales y por pares. En la tabla 2 se presentan las estimaciones para el coeficiente de consistencia que arrojó:

Tabla 2. Coeficientes estimados de superficie de respuesta, modelo I.

Se corre un nuevo modelo, sin considerar las interacciones no significativas:

Hidrocoloide	Valor +/- DS
Algarrobo	8.307 +/- 1.64e-05
Guar	8.997 +/- 8.56e-06
Karaya	6.896 +/- 7.10e-05
Algarrobo:Guar	0.457 +/- 0.6588
Algarrobo:Karaya	2.052 +/- 0.0704
Guar:Karaya	1.341 +/- 0.2127

$$I_{(\eta_{40}/\eta_{100})ida} = \beta_1 \text{Algarrobo} + \beta_2 \text{Guar} + \beta_3 \text{Karaya} + \varepsilon \quad \text{Ecuación 3}$$

Las estimaciones de coeficientes de consistencia obtenidos con el segundo modelo se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Coeficientes estimados de superficie de respuesta, modelo II.

Hidrocoloide	Valor +/- DS
Algarrobo	10.044 +/- 3.42e-07
Guar	10.443 +/- 2.24e-07
Karaya	8.945 +/- 1.18e-06

En la tabla 4 se presenta las predicciones e intervalos de confianza para las diferentes muestras evaluadas.

Tabla 4. Predicciones e intervalos de confianza al 95% para las diferentes muestras.

Algarrobo	Guar	Karaya	Predichos	L. Inferior	L. Superior
1	0	0	1,408	1,102	1,713
1	0	0	1,408	1,102	1,713
0	1	0	1,464	1,158	1,769
0	1	0	1,464	1,158	1,769
0	0	1	1,254	0,948	1,559
0	0	1	1,254	0,948	1,559
0,5	0,5	0	1,436	1,242	1,629
0,5	0,5	0	1,436	1,242	1,629
0,5	0	0,5	1,331	1,137	1,524
0,5	0	0,5	1,331	1,137	1,524

0	0,5	0,5	1,359	1,165	1,552
0	0,5	0,5	1,359	1,165	1,552
0,33	0,33	0,33	1,361	1,226	1,497
0,33	0,33	0,33	1,361	1,226	1,497
0,33	0,33	0,33	1,361	1,226	1,497

Análisis de la mezcla

Los valores medios con intervalos LDS (95%) del % acidez, pH, grasa y sólidos totales del control y los tratamientos se presentan en la figura 3.

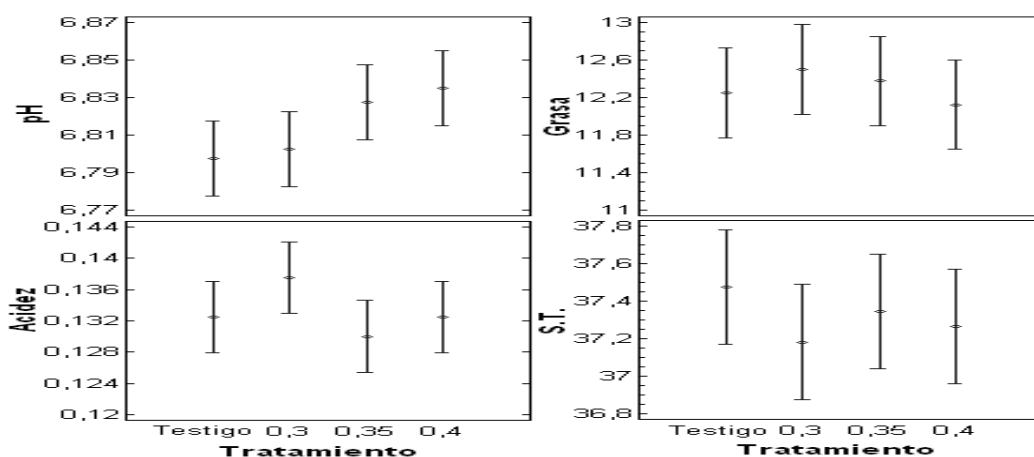


Figura 3. Características fisicoquímicas de % acidez, pH, grasa y S.T. vs. Tratamiento (%)

Para el **pH** y el **% acidez**, el ANOVA, no reportó diferencias significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos. Éstos, variaron entre 6.83 ± 0.04 y 0.13 ± 0.01 , respectivamente. El contenido de SLNG está relacionado con el pH de la mezcla; cuando la porción de SLNG incrementa, la acidez normal, se eleva y el pH disminuye (9,10). Una alta acidez es indeseable, ya que contribuye a obtener una viscosidad excesiva de la mezcla, una velocidad de batido baja, afecta el sabor y genera una mezcla menos estable.

Para el % **grasa** en las mezclas, el ANOVA, no reportó diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos y el testigo. El valor promedio fue de 12.31 ± 0.57 , concordante con la formulación definida. El incremento del contenido de grasa, da una sensación más pesada al paladar y, también, reduce el tamaño de los cristales de hielo (2,9).

Para los **S.T** en las mezclas, el ANOVA, no reportó diferencias significativas ($p>0.05$) entre los tratamientos y el testigo. El valor promedio fue de 37.32 ± 0.37 , consecuente con la formulación definida. Los helados con menos sólidos totales, tienen cristales de hielo más grandes, que afectan la textura y la calidad del helado (2,9).

Análisis de Viscosidad

En la figura 4 se presentan los valores medios con intervalos LDS (95%) de la viscosidad de los diferentes tratamientos.

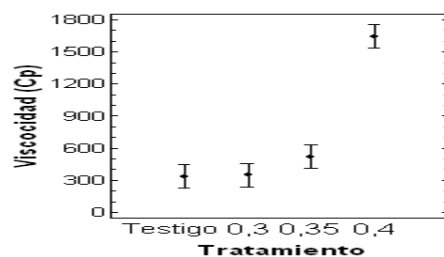


Figura 4. Valores medios con intervalos LSD (95%) de la viscosidad de las mezclas con diferentes niveles de estabilizantes.

Las mezclas elaboradas con el testigo, 0.30% y 0.35%, presentaron viscosidades adecuadas, dentro de lo esperado para una mezcla de helado. Los valores de viscosidad aparente, a 20 °C, fluctúan entre 50 – 300 cP (18). La mezcla que se elaboró con 0.4% del hidrocoloide, presentó diferencia significativa ($p<0.05$), mostrando la viscosidad más elevada. Esto, se

debe al nivel de incorporación del hidrocoloide, en las mezclas, debido a la capacidad de hidratación del hidrocoloide y a su capacidad de poder establecer puentes de hidrógeno y poder ligar agua (5).

Todas las mezclas con el hidrocoloide en evaluación, fueron más viscosas en un promedio de 347.5, 522 y 1645.5 cP frente al testigo (336 cP), indicando que al utilizar esta mezcla, los tiempos de maduración, pueden ser menores, por su alta capacidad de hidratación. Estos resultados concluyen que el aumento en el nivel de estabilizantes, afecta, significativamente, la viscosidad. La goma algarrobo ofrece una viscosidad elevada a bajas concentraciones, por lo que es recomendada para obtener ciertas características funcionales en el helado, como mejor cremosidad y resistencia al derretimiento (19), factor que puede ser diferenciador al comparar con el estabilizante comercial, que no incluye esta goma.

Se encontró que el testigo y el T1, presentaron valores muy similares de viscosidad (336 +/- 45.8 y 347.5 +/- 52.4 cP) y son semejantes a los obtenidos en helados de composición similar (9,17). Cuando la viscosidad aparente aumenta, la resistencia a la fusión y la suavidad del cuerpo, aumentan, pero el batido disminuye (10,19); esto, concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo, ya que con el incremento de viscosidad, el porcentaje de derretimiento, se disminuyó, al igual que la habilidad de batido.

Resulta de gran interés que el estabilizante evaluado, desarrolle viscosidad superior al testigo, obteniéndose viscosidades iguales, con menor dosis de aplicación del estabilizante, por lo que se reducirían los costos de producción.

Reología de la mezcla

En la figura 5 se presentan los valores medios con intervalos LSD (95%) del índice de tixotropía y la viscosidad de los diferentes tratamientos evaluados.

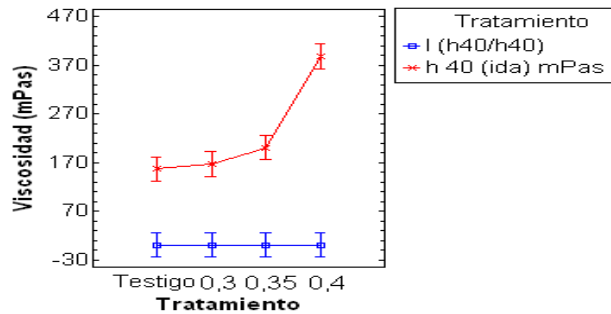


Figura 5. Valores medios con intervalos LSD (95%) del índice de tixotropía y la viscosidad de las mezclas con diferentes niveles de estabilizantes.

No se encontraron diferencias significativas para la viscosidad ($p < 0.05$) entre tratamientos, aunque se observó un leve incremento, en referencia con el nivel aplicado, existiendo una diferencia significativa, con un $p < 0.05$, para el índice de tixotropía; los resultados obtenidos indican que la naturaleza reológica del fluido en estudio, tiene un comportamiento pseudoplástico (5, 16, 17, 20), debido a los índices de tixotropía con valores muy cercanos a 1.0. Para el tratamiento T4, sí existe diferencia significativa con un $p < 0.05$, en correlación con los otros tratamientos.

A medida que se incremento el nivel de estabilizante, se observó un mejor comportamiento en la mezcla, en cuanto a su tixotropía, por darle éste, una mayor estabilidad y por poseer una mejor estructura frente a tratamientos mecánicos (7,8).

Análisis del helado

En la figura 6 se presentan los valores medios con intervalos LSD (95%) para caída de la primera gota, punto de congelación, derretimiento y habilidad de batido del control y los tratamientos.

El valor p es $p = 0,0001 \leq \alpha$ para el tratamiento, con lo cual se concluye que son significativos; un cambio en el porcentaje del hidrocoloide, influye, significativamente, en la caída de la primera gota, derretimiento y habilidad de batido de la mezcla. Respecto al punto de congelación, pasó lo contrario ($p = 0,3170 > \alpha$).

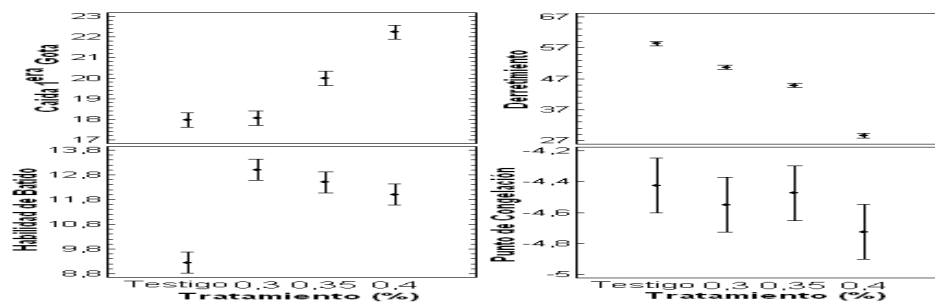


Figura 6. Valores medios con intervalos LDS (95%) para caída de la primera gota, punto de congelación, derretimiento y habilidad de batido del control y los tratamientos

Para la **habilidad de batido**, el ANOVA, reporta diferencias significativas entre el control y los tratamientos con $p < 0.05$. Se evidencia como el testigo, presenta la mejor habilidad al batido, al demorarse menos tiempo (9.3 +/- 0.5 min.), para lograr el porcentaje de sobreabundamiento deseado, mientras que los diferentes tratamientos fueron muy similares entre sí (12.5 +/- 0.6 min.). En otros estudios, reportan valores entre 16 a 19 minutos, para helados con composición similar, utilizando mezcla de goma guar con carragenina (10, 22).

En general, se evidencia que cuando aumenta la viscosidad, la resistencia a la fusión y la suavidad del helado, aumentan, pero la habilidad de batido, disminuye (10, 22). Este tiempo de batido, también, se ve influenciado por la capacidad de retención de aire, temperaturas de tratamientos térmicos, homogenización y tiempos de maduración (1, 9).

Para el **punto de congelamiento**, el ANOVA, no reporta diferencias significativas ($p > 0.05$) en los 4 tratamientos. Se encontró un valor promedio de $-4.55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.13$. Estudios recientes, reportan valores entre -5.4 a $-4.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, en helados con composición similar (3,14). El punto de congelación del helado es dependiente del tipo y contenido de constituyentes de la mezcla, específicamente, de los sólidos solubles y, dentro de éstos, los de mayor relevancia son los azúcares. Los cambios en este parámetro pueden alterar la velocidad de congelación del helado, a una temperatura de almacenamiento específica (9).

Para el **tiempo de caída de la primera gota** y el **% de derretimiento**, el ANOVA, reporta diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos. Se evidencia que a medida que se aumenta el nivel de estabilizante, se retarda el tiempo de caída de la primera gota y esta directamente correlacionado con un menor porcentaje de derretimiento.

Se considera que los helados, deben presentar tiempos de caída de la primera gota, superiores a 15 minutos (2, 21), lo que coincide con los resultados obtenidos, donde tanto el testigo (18 min. ± 0.5), como los diferentes tratamientos (18 min. ± 0.4 ; 20 min. ± 0.4 y 22.2 min. ± 0.5), superan este tiempo.

Los tiempos de derretimiento son dependientes de la formulación del helado y, especialmente, de la naturaleza del estabilizante. Los tratamientos fueron más resistentes al derretimiento frente al testigo, lo que evidenció un mejor comportamiento de la mezcla

elegida. Se puede observar que a medida que aumenta el nivel de estabilizante, también, aumenta la viscosidad y disminuye el porcentaje de derretimiento (3, 8, 22, 23).

Se espera que el % de derretimiento, no supere un 35%, considerando este rango aceptable en helados (24). El nivel de 0.4% fue el que mostró un mejor derretimiento (28.6 % +/- 0.6), incluso muy por debajo de lo esperado, mientras que el control estuvo por encima de 58% +/- 1.2.

La sequedad y la dureza en el helado son debidas, principalmente, a la aglomeración de los glóbulos de grasa, lo cual se traduce en un derretimiento más lento, debido a su mayor resistencia al flujo (25).

Dureza

En la figura 7 se presentan los valores medios e intervalos LSD (95%) para la dureza por tratamiento en el tiempo. Se observa como el tiempo ($p = 0.0057$) y el tratamiento ($p = 0.000$) son significativos ($p < 0.05$); esto, indica que la dureza cambia en el período de almacenamiento y entre tratamientos; la interacción tiempo*tratamiento, no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$).

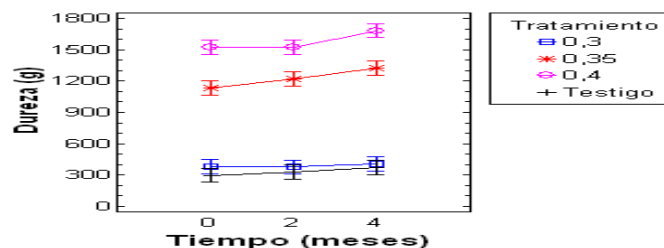


Figura 7. Dureza vs. tratamientos y tiempo en meses, intervalos LSD (95%)

Los tratamientos testigo y 0.30% son los de menor dureza y, a la vez, no presentaron diferencias significativas entre ellos y en todo el período de almacenamiento. El tratamiento 0.4%, presentó el mayor valor de dureza, siendo estadísticamente diferente, a los demás tratamientos; el último período de almacenamiento, presentó el mayor valor de dureza para este tratamiento. En algunos casos, la composición del producto y un alto volumen de sólidos, conducen a una gran resistencia para aplicar una fuerza (17, 26).

Las propiedades reológicas de la mezcla, también tienen un gran efecto en la dureza del helado; las mezclas con viscosidades más altas, incrementan la resistencia a la fuerza aplicada (8, 27). Cuando el sobreabundamiento es alto, la dureza del helado, disminuye, debido a la menor resistencia que ofrece, debido a un mayor contenido de celdas de aire dentro de la estructura.

En los tratamientos con 0.35% y 0.4%, al cuarto mes se halló que hubo una disminución del 0.15%, con respecto al volumen inicial, en el helado en presentaciones de un litro, lo que explica el aumento en la dureza, por precipitación de ciertos sólidos solubles, al no retener celdas de aire.

Análisis Sensorial

Textura

En la figura 8 se presentan los valores medios e intervalos LSD (95%) para la textura por parámetros de los diferentes tratamientos.

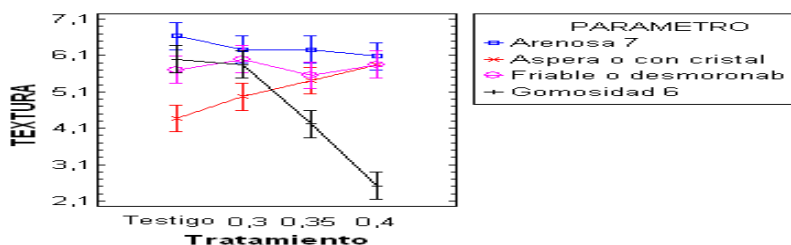


Figura 8. Valores medios con intervalos LDS (95%) para textura del testigo y los tratamientos por parámetro

Respecto al testigo, el parámetro significativamente diferente es el áspero o con cristal, lo mismo ocurre con el tratamiento 0.3%. Para los tratamientos 0.35% y 0.40% el factor diferente es la gomosidad.

La arenosidad y la friabilidad tienden a ser normales en los 4 tratamientos evaluados, sin existir diferencias estadísticas entre ellos. El parámetro **áspera o con cristal**, presenta diferencias significativas entre el testigo y el 0.35% y 0.4%. Esto, es consecuencia del efecto del tipo de hidrocoloide y del nivel utilizado en el testigo; se evidenció menor estabilidad de la estructura relacionada con una baja viscosidad y un alto porcentaje de derretimiento; fluctuaciones de temperatura durante el almacenamiento pueden generar este defecto (3). Paralelamente, los estabilizantes, promueven el desarrollo de viscosidad en la fase acuosa y en el control del tamaño de los cristales de hielo, mejorando la textura del helado (17).

El tratamiento con 0.4% es moderadamente **gomoso**, siendo significativamente diferente a los demás tratamientos; esto, es consecuencia de un mayor porcentaje de incorporación de estabilizante, el cual se fue incrementando en un 0.05% y es consistente con los mayores valores de viscosidad obtenidos. Junto con los cristales de hielo, el tamaño y distribución de las celdas de aire, juega un rol importante en la calidad del helado, en el aspecto sensorial de cremosidad (28). Un tamaño más pequeño de las burbujas de aire, produce una

sensación más cremosa. Hay una fuerte correlación entre la viscosidad de la mezcla y el tamaño de las burbujas de aire (29). La viscosidad, aumenta cuando disminuye la temperatura del producto y, simultáneamente, disminuye el tamaño de las células de aire (30, 31)

En la figura 9 se presentan los valores medios e intervalos LSD (95%) para la textura en el tiempo de los diferentes tratamientos.

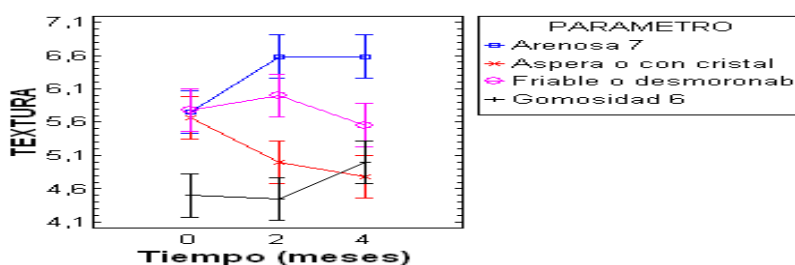


Figura 9. Valores medios con intervalos LSD (95%) para textura del testigo y los tratamientos en el tiempo

En el tiempo 0, no hay diferencias significativas entre los cuatro tratamientos. En el mes 2, el tratamiento 0.3% es significativamente diferente al tratamiento 0.4%; en el mes 4 hay diferencias significativas entre los tratamientos testigo y 0.35%. Los cuatro tratamientos no presentan diferencias significativas, en el período de 4 meses. Estas diferencias están directamente correlacionadas con las condiciones de almacenamiento y las características aportadas por el nivel de estabilizante (32).

Cuerpo

En la figura 10 se presentan los valores medios e intervalos LSD (95%) para el parámetro cuerpo de los diferentes tratamientos. No se encontraron diferencias significativas

($p > 0.05$) entre tratamientos, en el período de 4 meses. En el tiempo 0, el testigo es significativamente diferente al tratamiento 0.3%; en el segundo y cuarto mes, no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos. Los valores arrojados por el testigo fueron más bajos, tendiendo a ser más débil, reflejo de las características aportadas por el hidrocoloide a nivel de viscosidad (21).

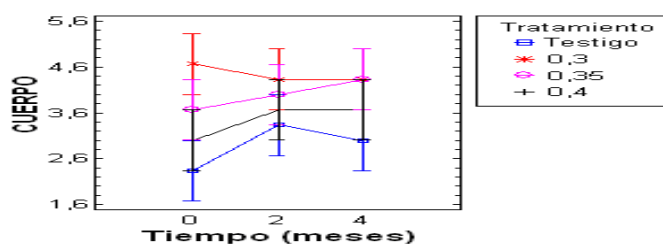


Figura 10. Valores medios con intervalos LDS (95%) para cuerpo del control y los tratamientos

Sabor

En la figura 11 se presentan los valores medios e intervalos LSD (95%) para el sabor de los diferentes tratamientos.

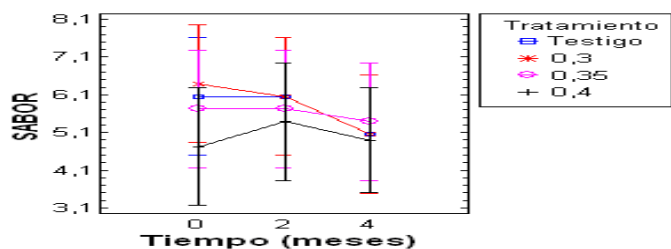


Figura 11. Valores medios con intervalos LDS (95%) para sabor del control y los tratamientos.

El parámetro cantidad, no presenta diferencias significativas respecto a los cuatro tratamientos y en el tiempo.

En la figura 12 se presentan los valores medios e intervalos LSD (95%) de sabor por parámetro de los diferentes tratamientos. La cantidad, presentó diferencias significativas en cada tratamiento, respecto a la cualidad. El tratamiento 0.4%, presentó diferencias significativas comparados con el testigo y el 0.3%, en el parámetro cualidad. La percepción de la cualidad del sabor, se va perdiendo en el tiempo, estando relacionada con los cambios en la estructura del helado, al desarrollo de cristales de hielo, pérdida de aire y encogimiento durante el almacenamiento (3, 17).

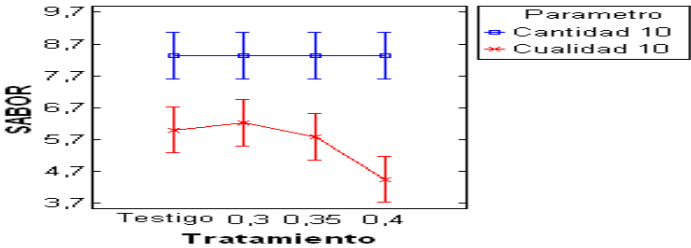


Figura 12. Valores medios con intervalos LDS (95%) para sabor del control y los tratamientos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, evidencian que la mezcla seleccionada, favorece la disminución de los tiempos de maduración, al aplicar los mismos niveles del estabilizante comercial. Las dosis evaluadas, logran ser más bajas frente a las utilizadas, actualmente por las grandes industrias, que llegan a niveles de 0.5%.

Al nivel de 0.4%, se obtienen las mayores viscosidades, refiriendo mejores características en relación a las cualidades de porcentaje de derretimiento y dureza frente al estabilizante comercial, cumpliendo con los parámetros que debe tener un helado para transportarse y soportar fluctuaciones de temperatura.

La mezcla de hidrocoloides seleccionada, en sus diferentes niveles de adición, presentó muy buen comportamiento en los diferentes parámetros de calidad, evaluados en el helado de crema.

BIBLIOGRAFÍA DEL ARTÍCULO

1. Adapa H, Dingeldein KA, Schmidt, Herald TJ. Rheological properties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers. *J Dairy Sci.* 2000; 83 (10): 2224 – 2229.
2. Goff HD, Freslon B, Sahagian ME, Hauber TD, Stone AP, Stanley DW. Structural development in ice cream dynamic rheological measurements. *J Texture Studies.* 1995; 26 (5): 517 – 536.
3. Bolliger S, Goff HD, Tharp BW. Correlation between colloidal properties of ice cream mix and ice cream. *Int Dairy Journal.* 2000; 10 (4): 303 – 309.
4. De Hombre R, Banguela S, Otero M, Rodríguez T. Determinación de la viscosidad de las mezclas para crema helada: Comparación de Métodos. *Alimentaria*, 1996; 278 (Dic): 117-118.
5. Minhas KS, Sidhu JS, Mudahar GS, Singh AK. Effect of different concentrations of stabilizers and ageing times on the viscosity of plain ice cream mix made from buffalo milk. *J Food Sci Technol.* 2000; 37 (6): 602-608.
6. Camacho MM, Martinez NN, Chiralt A. Rheological characterization of experimental dairy creams formulated with locust bean gum (LBG) and carrageenan combinations. *Int Dairy Journal.* 2005; 15 (3): 243 – 248.

7. Grander C, Langerdorff V, Renouf N, Barey P, Cansell M. Short Communication: Impact of formulation on ice cream microstructures: an oscillation thermo-rheometry study. *J Dairy Sci.* 2004; 87 (4): 810 – 812.
8. Muse MR, Hartel RW. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *J Dairy Sci.* 2004; 87 (1): 1 – 10.
9. Patel MR, Baer RJ, Acharya MR. Increasing the Protein Content of Ice Cream. *J Dairy Sci.* 2006; 89 (15): 1400 – 1406.
10. Baer RJ, Wolkow MD, Kasperson KM. Effect of emulsifiers on the body and texture of low fat ice cream. *J Dairy Sci.* 1997; 80 (12): 3123–3132.
11. Corrales L, Higuera V, Sepúlveda U. La leche, su procesamiento y control. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 2005. 324 p.
12. Association of Official Analytical Chemists. AOAC. Official Methods of Analysis. 14th ed. Arlington, VA. 1984.
13. Marshall RT, Goff HD, Hartel RW. En: *Ice Cream*. 6^a ed. New York: Klumber academia/plenum Publ.; 2003. Pages 2, 3, 4, 178, 289 and 311.
14. Alvarez VB, Wolters CL, Vodovotz Y, Ji T. Physical properties of ice cream containing milk protein concentrates. *J Dairy Sci.* 2005, 88 (13): 862 – 871.
15. Yanes M, Duran L, Costell E. Effect of hydrocolloid type and concentration on flow behaviour and sensory properties of milk beverages model systems. *Food Hydrocolloids*, 2002; 16: 605 -611.
16. Grander C, Leger A, Barey P, Langerdorff V, Cansell M. Influence of formulation on the structural networks in ice cream. *Int Dairy Journal.* 2005; 15 (2): 255 – 262.

17. Aime DB, Arntfield SD, Malcolmson LJ, Ryland D. Textural Analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food Research Int.* 2001; 34 (2-3): 237 – 246.
18. Arbuckle WS. *Ice Cream.* New York; 1999. 349 p.
19. Marshall R, Goff HD, Hartel RW. *Ice cream.* New York; 2003. 370 p.
20. Goff HD. Formation and stabilization of structure in ice cream and related products. *Current Opinion in Colloid and Interface Sci.* 2002; 7 (5-6): 432 – 437.
21. Davenat B. *La Tecnología de los Helados y Sorbetes. Materias Primas, Formulación y Elaboración.* 1ª ed. España: Montagud Editores; 1993. 90 p.
22. Soukoulis C, Chandrinos I, Tzia C. Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends with k-carrageenan on storage quality of vanilla ice cream. *Food Sci and Technol.* 2008; 41 (10): 1816 – 1827.
23. Eisner MD, Wildmoser H, Winolhad EJ. Air cell microstructuring in a high viscous ice cream matrix. *J Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Eng. Aspects.* 2005; 263 (1-3): 390–399.
24. Flores AA, Goff HD. Ice crystal size distributions in dynamically frozen model solutions and ice cream as affected by stabilizers. *J Dairy Sci.* 1999; 82 (7):1399–1407.
25. Arbuckle W S. *Ice Cream.* 4ª ed. New York: AVI Public; 1986. 483 p.
26. Chang Y, Hartel RW. Stability of Air Cell in Ice Cream During Hardening and Storage. *J Food Eng.* 2001; 55 (1): 59-70.
27. Faydi E, Andrieu J, Laurent P. Experimental study and modelling of the ice crystal morphology of model Standard ice cream. Part I: Direct characterization method and experimental data. *J Food Eng.* 2001; 48 (4): 283 – 291.

28. Wildmoster H, Scheiwiller J, Windhab EJ. Impact of disperse microstructure on rheology and quality aspects of ice cream. *Technology*. 2000; 37: 881 – 891.
29. Chang Y, Hartel RW. Development of air cells in a batch ice cream freezer. *J Food Eng*. 2002; 55 (1): 71 -78.
30. Wildmoser H, Windhab EJ. Impact of flow geometry and processing parameters in ultra low temperature ice-cream extrusion on ice cream microstructure. *European Dairy Magazine* 2001; 5: 26 -31.
31. Goff HD. 65 Year of ice cream science. *Int Dairy Journal*. 2008; 18 (7): 754 - 758
32. Ruger PR, Baer RJ, Kasperason. KM. Effect of double homogenization and whey protein concentrate on the texture of ice cream. *J Dairy Sci*. 2002; 85 (7):1684 – 1692.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos evidencian que la mezcla seleccionada de goma algarrobo y goma guar al 50%, actúan, positivamente sobre las características de calidad del helado de crema, se potencializa el desarrollo de mayores viscosidades, que se verán reflejadas en las características finales de textura y sabor del producto, aumentando la aceptabilidad por parte del consumidor.

El mejor comportamiento de la mezcla en evaluación frente al estabilizante comercial es otro factor importante, al permitir obtener mejores beneficios, trabajando con menos dosis de estabilizantes.

BIBLIOGRAFÍA DE LA INTRODUCCIÓN

- Arbuckle, W. S. 1986. Ice Cream. 4^a Ed. Van Nostrand Reinhold
- Arbuckle, W. S. 1996. Ice Cream. 4^a Ed. The AVI Publishing Company INC. pp. 355 – 356.
- Bolliger S., Wildmoser, H. Goff H. D and Tharp B. W., 2000. Relationships between Ice Cream Mix Viscoelasticity and Ice Crystal Growth in Ice Cream. *International Dairy Journal* 10 (11), pp 791-797. View Record in Scopus / Cited by in Scopus (17).
- Butt, M.S., Ahmad, I., Mahmood, S and Shahzadi, N. 1999. Effect of Different Combinations of Stabilizers/Emulsifiers on the Quality of Ice Cream. *Journal of Agricultural Sciences (Pakistán)* 36 (1-2), pp 70-73.
- Camacho, M.M, Martínez-Navarrete N. and Chiralt A. 2001. Stability of Whipped Dairy Creams Containing Locust Bean Gum λ -carrageenan Mixtures During Freezing–Thawing Processes. *Food Research International* 34 (10), pp 887-894
- Chang Y and Hartel, W. 2001. Stability of Air Cell in Ice Cream During Hardening and Storage. *Journal of Food Engineering* 55 (1), pp 59-70.

- Corrales G. Ligia Luz, Sepúlveda V. José Uriel y Higuera M. José Víctor. 2005. La Leche su Procesamiento y Control. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. 324 p.
- Cubero Nuria, Monferrer Albert y Villalta Jordi. 2002. Aditivos Alimentarios. 240 p. España
- De Hombre, R, Banguela, S., Otero, M. y Rodríguez, T. 1996. Determinación de la Viscosidad de las Mezclas para Crema Helada: Comparación de Métodos. *Alimentaria* No. 278 (Dic), 117-118.
- Davenat, Bernard. 1993. La Tecnología de los Helados y Sorbetes. *Materias Primas, Formulación y Elaboración*. España: Montagud Editores, 1ª Edición, p. 90
- Echevarria, J e M. Gómez. Elaboración de un helado de bajo aporte calórico. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2003. 126 p.
- Fernández, P.P, Martino, M.N, Zaritzky, N.E, Guignon, B. and Sanz P.D. 2006. Effects de Locust Bean, Xanthan and Guar Gums on the Ice Crystals of a Sucrose Solution Frozen at High Pressure. *Food Hydrocolloids*. 21 (4), 507-515.
- Goff H.D. 1997. Colloidal Aspects of Ice Cream a Review. *International Dairy Journal* 7(6), pp. 363-373.
- Guven, M. Karaca, O.B and Kacar, A. 2003, The Effects of the Combined Use of Stabilizers Containing Locust Bean Gum and of the Storage Time on Kahramanmaras-type Ice Cream, *Int. Journal Dairy Tech* 56 (4), 223-228.

- ICONTEC. 1992. Norma Técnica Colombiana NTC 1239. Helados y mezclas para helados.
- Kelco Oil Field Group. 2001. Reología. En Boletín Técnico Houston. www.kofg.com
- Madrid, A. Cenzano, I. 1995. Tecnología de la Elaboración de los Helados. Madrid Vicente Ediciones. 376 p.
- Minhas, K.S, Sidhu, J.S, Mudahar, G.S and Singh, A.K. 2000. Effect of Different Concentrations of Stabilizers and Ageing Times on the Viscosity of Plain Ice Cream Mix Made from Buffalo Milk. *Journal of Food Science Technology*. 37 (6), 602-608.
- Observatorio Agrociencias. Segundo Informe de Coyuntura de Leche. 2006
- Park, S.H, Hong, G.P, Kim, J.Y, Choi, M.J and Min, S.G. 2006. The influence of Food Hydrocolloids on Changes in the Physical Properties of Ice cream. *Food Science and Biotechnology* 15(5), pp. 721 – 727.
- Patmore, J.V, Goff, H.D and Fernandez S. **2003**. Cryo-gelacion of Galactomannans in Ice Cream – Model Systems. *Food Hydrocolloids*. 17, 161-169.
- Pollard, Michael and Fischer, Peter. 2006. Partial aqueous solubility of low-galactose-content galactomannans. *Colloid – Interface Science*. 11, pp. 184-190
- Regand, Alejandra and Goff Douglas H. 2003. Structure and Ice Recrystallization in Frozen Stabilized Ice Cream Model Systems. *Food hydrocolloids*. 17 (19), 95-102.

- Rincón, F. Mayer, S. León de pinto, G y Martínez, M. 2002. Comportamiento de una mezcla de gomas de *Acacia glomerosa*, *Enterolibium cyclocarpum* e *Hymenaea courbaril* en la preparación de helados de agua. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 3 (5), 277 – 282.
- Sanabria Rivera, M^a Victoria y Roldan A. Diego A. Viabilidad del Cultivo Láctico en la Elaboración de un Yogurt Helado Duro. Medellín: 2000 185 p. Proyecto de Grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Shane N.D. Lal, Charmian J. O'Connor and Laurence Eyres. 2006. Application of Emulsifiers/Stabilizers in Dairy Products of High Rheology. *Advances in Colloid and Interfase Science*. 123-126, pp 433-437.
- Sutton L. Robin and Wilcox Jean. 1998. Recrystallization in Ice Cream as Affected by Stabilizers. *Journal of Food Science*. 63 (1), 104-107.
- Thakur, Rajeev K., Vial, Ch and Djelveh, G. 2005. Combined Effects of Process Parameters and Composition Foaming of Dairy Emulsions at Low Temperature in an Agitated Column. *Journal Food Engineering*. 77, 1 - 13.
- Thakur, Rajeev K., Vial, Ch and Djelveh, G. 2007. Effect of Composition and Process Parameterson Elasticity and Solidity of Foamed Food. *Chemical Engineering and Processing*. Article in Press.
- Timm, Fritz. 1989. Fabricación de Helados. España: Editorial ACRIBIA. p. 303

- Zubair, I.A. 2001. Comparative Study of Commercially Available (stabilizers/emulsifiers, blends) on the Quality of Dairy Ice Cream. University of Agriculture, Faisalabad Pakistan. 87 p.

ANEXO A

INSTRUCCIONES PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

ANEXO A. INSTRUCCIONES PARA AUTORES REVISTA VITAE

Acta 546 de Marzo 11 de 2005

A. CARACTERÍSTICAS

1. La Revista VITAE es una publicación oficial de la Facultad de Química Farmacéutica, de periodicidad semestral, y tiene como misión la divulgación del pensamiento científico y el quehacer a nivel investigativo en los diversos campos de las ciencias farmacéuticas, alimentarias y afines.

2. Posición de la revista. La opinión de la Facultad frente a los diversos temas de interés se consigna a través de sus páginas editoriales. La responsabilidad por los juicios, opiniones y puntos de vista expresados en los artículos publicados corresponde exclusivamente a sus autores.

3. Reserva de derechos. El estudio y la selección de los artículos enviados por los colaboradores para su publicación en la revista, están a cargo del Comité Editorial y el Comité Científico. La recepción de un trabajo no implica su publicación ni el compromiso por parte del Comité Editorial con respecto a su fecha de aparición; así mismo, se reserva el derecho de realizar las modificaciones editoriales que a su juicio sean necesarias para la publicación en la revista.

Los artículos deben ser originales e inéditos y se publicarán en estricto orden de recepción y aprobación. Antes de la publicación de un artículo, uno de sus autores deberá firmar una carta donde declare que el contenido de dicha publicación no es ni será publicado en otra revista.

B. CLASES DE ARTÍCULOS

La Revista VITAE publicará las siguientes clases de artículos:

Revisiones

Artículos Completos

Artículos Cortos

Clasificación de artículos

Todos los artículos serán clasificados en alguna de las siguientes secciones:

- Ciencias básicas.
- Ingeniería y Tecnología de Alimentos.

- Atención Farmacéutica.
- Biotecnología.
- Farmacología y Toxicología.
- Industrial farmacéutica.
- Productos Naturales.

Otras secciones:

- Cartas al Editor
- Notas académicas y profesionales
- Preguntas y respuestas

En Otras Secciones sólo se publicará una colaboración por cada modalidad.

C. INSTRUCCIONES PARA

PRESENTAR LOS ARTÍCULOS

Presentación: Todo artículo debe ceñirse a las normas de publicación de artículos del último número de la revista. Los trabajos enviados para su publicación deben dirigirse a la Secretaría de la Facultad de Química Farmacéutica: un original y dos copias en papel; con márgenes simétricas de 2,5 cm; a doble espacio en su totalidad. Además, se debe acompañar de una copia en medio magnético, en Word bajo Windows®. El texto debe digitarse sin formato, utilizando tipo de letra Times New Roman con tamaño de 12 puntos. Se admite la copia magnética enviada por correo electrónico, mientras se remita el original en papel impreso con todas las especificaciones antes mencionadas.

El artículo debe acompañarse de la hoja de vida actualizada del autor o autores; además especificar lo siguiente: si fue derivado de una investigación, cuál es el nombre del proyecto de investigación incluyendo su fecha de inicio y culminación, entidad que lo financió y si tiene algún programa de investigación asociado, cuál es éste.

Cada uno de los autores debe suscribirse a la revista cuando sea aprobada la publicación de su artículo.

En la primera página de todos los artículos deben aparecer: título del trabajo (en español e inglés) y autores (primer nombre completo e inicial del segundo y primer apellido en mayúscula e inicial del segundo). En el pie de página debe aparecer la institución a la que pertenece cada uno de los autores, incluyendo la dirección física, y el correo electrónico del autor a quien se debe dirigir la correspondencia.

Resumen: Se debe incluir un resumen y un abstract (máximo de 200 palabras), que deben estar redactados en tiempo presente, en un sólo párrafo y deben contener:

1. Presentación del tema

2. Una hipótesis
3. Uno o dos argumentos
4. Resultados
5. Conclusiones

En los resúmenes no deben usarse referencias y se recomienda no incluir siglas ni acrónimos.

A continuación se deben incluir hasta cinco palabras clave en español e inglés, las cuales deben consultarse en los Descriptores de Ciencias de la Salud (Decs) del índice de Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS) (<http://decs.bvs.br>).

Revisiones: Son documentos donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones, publicadas o no, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de sus avances y las tendencias en su desarrollo. Deben tener una extensión máxima de 25 páginas.

Los trabajos de revisión estarán dedicados a estudios de actualización sobre un tema específico, bien documentados, y realizados por expertos en el tema. Debe incluir la evolución del área durante un período de tiempo y las perspectivas de su desarrollo con énfasis en el significado de los hallazgos recientes.

Deben presentar una descripción general del campo en cuestión, con una evaluación crítica de su desarrollo.

La estructura y encabezamiento de los trabajos de revisión quedan a criterio del autor, si bien el Comité Editorial puede sugerir cambios que mejoren la edición. Las referencias bibliográficas seguirán las reglas establecidas para los artículos originales completos y deben estar actualizadas, con un mínimo de 50 referencias bibliográficas citadas en el texto. En la introducción del artículo se debe definir un período de revisión bibliográfica no inferior a un año y las fuentes de información consultadas.

Artículos completos: En estos se publicarán los resultados, análisis y conclusiones de mayor alcance en el campo de las ciencias farmacéuticas, alimentarias y afines, que no hayan sido publicados previamente.

Cuando se trate de estandarización de métodos analíticos, éstos deben ser validados bajo normas internacionales.

Tendrán una extensión máxima de 25 páginas, incluyendo tablas, figuras y referencias bibliográficas.

En los trabajos experimentales se deben presentar los siguientes apartados:

1. *Introducción*, en la cual se expondrán los fines y objetivos; se hará referencia explícita a todo trabajo anteriormente publicado por el mismo autor o por otro, si el conocimiento de esos trabajos es esencial para situar al lector en el desarrollo del texto presentado.

2. *Una parte experimental o de materiales y métodos*, que sólo contendrá los datos necesarios para la reproducción de los experimentos.

3. *Resultados*.

4. *Discusión de resultados*.

5. *Agradecimientos*, cuando se considere necesario.

6. *Referencias bibliográficas*.

Artículos cortos: En estos se publicarán los resultados, análisis y conclusiones definidas y rigurosas, pero limitados aún en su alcance, de aquellos trabajos relacionados con las ciencias farmacéuticas alimentarias y afines, cuyo interés justifique que se tenga información sobre el tema.

Tendrán una extensión máxima de 15 páginas, incluyendo tablas, figuras y referencias bibliográficas. La estructura será la misma que para los Artículos Completos. Se recomienda en estos casos presentar un solo apartado para Resultados y Discusión.

Referencias bibliográficas: Las referencias deben colocarse al final del artículo, dándoles números correlativos según el orden en que aparezcan por primera vez en el texto; se identificarán en el texto mediante números arábigos entre paréntesis.

Deben estar ordenados numéricamente bajo el título Referencias Bibliográficas, de acuerdo con las normas Vancouver.

En las referencias con más de seis autores se mencionan los seis primeros seguidos de la abreviatura *et al.*

• Artículos de revistas

– Artículos estándar:

Autor/es. Título del artículo. Nombre abreviado internacional de la revista Año; volumen (número): página inicial-final del artículo.

Giraldo GA, Duque A, García C. Métodos combinados de secado para el escarchado de mango (*Mangifera indica*) var. Kent. Vitae 2006; 12 (2): 5-12.

• Libros y otras monografías

La primera edición no es necesario consignarla.

La edición siempre se pone en números arábigos y abreviatura: 2^a ed.

– Estándar: Autor/es. Título del libro. Edición. Lugar de publicación: Editorial; año.

Ringsven MK, Bond D. Gerontology and leadership skills for nurses. 20 ed. Albany (NY): Delmar Publishers; 1996.

– Editor(es), compilador(es) como autores

Norman IJ, Redfern SJ, editores. Mental health care for elderly people. Nueva York: Churchill Livingstone; 1996.

– Organización como autor y editor

Institute of Medicine (US). Looking at the

future of the Medicaid programme. Washington (DC): El Instituto; 1992.

– Capítulo de libro

Phillips SJ, Whisnant JP. Hypertension and stroke. En: Laragh JH, Brenner BM, editores. Hypertension: pathophysiology, diagnosis and management. 20 ed. Nueva York: Raven Press; 1995. p. 465-78.

• Documentos legales

País, departamento o jurisdicción. Nombre de la entidad que expidió el documento legal. Título de la ley, decreto, acuerdo, etc., y el motivo de expedición.

Ciudad: Entidad que la publicó; año.

Colombia. Ministerio de Salud. Decreto 3075 de 1997, diciembre 23, por el cual se reglamenta la ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El Ministerio; 1997.

• Referencias bibliográficas de congresos, conferencias, etc.

Autor/es. Título de la ponencia. En: Título oficial del Congreso. Lugar de publicación: Editorial; año. Página inicial-final de la ponencia.

• Referencias bibliográficas de tesis y trabajos de investigación

Autor/es. Título de la tesis. [Tesis Doctoral]. Lugar de edición: Editorial; año.

• Artículos de periódicos

Autor/es (si figura). Título del artículo. Nombre del periódico (no abreviado) año mes día; Sección: página (columna).

• Material audiovisual

Autor/es. Título del material. [video]. Lugar de edición: Editorial; año.

• Material electrónico

– Artículo de revista en formato electrónico:

Autor/es. Título. Nombre abreviado de la revista [tipo de soporte (en línea, archivo de computador, etc.)] año [fecha de acceso]; volumen (número): páginas o indicador de extensión. disponible en: [http://.Morse SS. Factors in emergence of infectious diseases. Emerg Infect Dis \[serial en línea\] 1995 \[citado 1996 Jun 5\]; 1\(1\): 24 pantallas. Disponible en: http://www.cdc.gov/nclodod/EID/eid.htm](http://.Morse SS. Factors in emergence of infectious diseases. Emerg Infect Dis [serial en línea] 1995 [citado 1996 Jun 5]; 1(1): 24 pantallas. Disponible en: http://www.cdc.gov/nclodod/EID/eid.htm)

– Documentos en formato electrónico

Autor/es. Título. [Sitio en Internet]. Disponible en: <http://>. Consultado:

Organización de las Naciones Unidas. Declaración Universal de los Derechos Humanos. [Sitio en Internet]. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/aboutun/hrights.htm>. Consultado: 20 de junio de 2005.

– Archivo de computador

Hemodynamics III: the ups and downs of hemodynamics (programa de computador). Versión 2.2. Orlando (FL): Computerized Educational Systems; 1993.

Tablas y figuras: Cada artículo debe ser complementado con sus respectivas tablas y figuras previamente referidas en el texto, así: (Véase tabla 3) y (Véase figura 1), y deben ubicarse después del párrafo en que son citadas por primera vez.

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Las tablas y figuras serán numeradas en el orden en que aparecen citadas en el texto, utilizando números arábigos. En las tablas se incluyen cuadros y en las figuras todas las ilustraciones como fotografías, dibujos y gráficos.
- No usar colores ni sombras ni en las gráficas ni en las figuras.
- Los datos que aparecen en las tablas y figuras no deben duplicarse en el texto
- El número de figuras se limitará al mínimo, procurando yuxtaponer aquellas gráficas que sin perjuicio de la claridad, pueden referirse al mismo sistema de coordenadas.
- Todas las tablas y figuras deben contener la fuente de donde han sido tomadas; si ésta no aparece se asumirá que son creación del autor.
- El título de las figuras se digita como un párrafo ordinario fuera de la figura en la parte inferior y el título de las tablas en la parte superior.

Símbolos: El autor debe tener en cuenta en la redacción las Normas del Sistema Internacional (SI), en lo referente a unidades, símbolos y abreviaturas.

Nombres comerciales: Se evitará el empleo de nombres comerciales; en su lugar se utilizarán los genéricos, pero si es inevitable, se indicará con el símbolo ®.

D. REVISIÓN DE ORIGINALES

El Comité Editorial revisará los originales, se asesorará, cuando lo requiera, de personal adecuadamente calificado y devolverá a los autores aquellos cuyo contenido no se ajuste a las presentes normas, solicitando, en todo caso, las modificaciones que estime oportunas.

Selección. El Comité Editorial remitirá todos los artículos que cumplan las normas editoriales como mínimo a dos árbitros, quienes deben emitir su concepto por escrito en el formato establecido para ello. Si los árbitros sugieren correcciones, los autores deberán enviar la nueva versión por duplicado acompañada del medio magnético en un plazo máximo de doce días a partir de la fecha de envío, pasado el cual perderá su turno de publicación. En la corrección de pruebas de impresión final, que deberá realizarse con gran atención, no se admitirán modificaciones al texto original.

Por último, a todo autor principal se le retribuirá por su colaboración con tres ejemplares del número de la revista en el cual fue publicado su artículo.