



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

***“APLICACIONES DE HIDROCOLOIDES
EN LA INDUSTRIA DE HELADOS”***

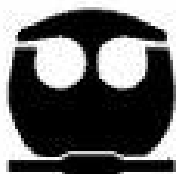
**TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS
DE EDUCACIÓN CONTINUA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

“QUÍMICA DE ALIMENTOS”

P R E S E N T A

MONTSERRAT LEYVA RODRÍGUEZ



MÉXICO D.F.

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

PRESIDENTE: FEDERICO GALDEANO BIENZOBAS

VOCAL: MARÍA ELENA CAÑIZO SUÁREZ.

SECRETARIO: MARCO ANTONIO LEÓN FÉLIX

1er SUPLENTE: MIGUEL ANGEL HIDALGO TORRES.

2 do SUPLENTE: MARÍA DE LOURDES OSNAYA SUAREZ.

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM

ASESOR DEL TEMA

SUSTENTANTE

Federico Galdeano Bienzobas

Montserrat Leyva Rodríguez.

Dedico esta tesis a mis padres,
gracias por todo su trabajo y apoyo,
pues me han dado la mejor herencia.
Este éxito también es suyo.
Los quiero

Agradezco:

A mis hermanas por su cariño y apoyo moral.

A Guadalupe Rodríguez y José Táboas Balboa por su amor y apoyo incondicional.

A mi asesor Federico Galdeano por todo su apoyo y paciencia durante la realización de este trabajo, para él mi admiración y respeto.

A la Profesora Lucía Cornejo por toda su ayuda durante este proyecto.

A Hugo Velázquez Gutiérrez por todo tu apoyo, ánimo, por confiar en mí. Gracias amor.

Índice.

1. Objetivos	1
2.Introducción.....	2
3. Generalidades	3
3.1 Definición de Hidrocoloides	3
3.1.1 Clasificación de Hidrocoloides	3
3.2 Hidrocoloides.....	5
3.2.1 Alginatos	5
3.2.2 Almidón.....	6
3.2.3 Derivados de Celulosa.....	8
3.2.4 Carrageninas	9
3.2.5 Goma Arábica.....	12
3.2.6 Goma de Algarrobo.....	12
3.2.7 Goma Guar	13
3.2.8 Goma de Xantano.....	14
3.2.9 Agar	15
3.3 Definición de Helado	15
3.4 Composición Típica del Helado.....	16
3.4.1 Overrun.....	16
3.5 Proceso de Elaboración	18
3.6 Función de los Ingredientes	21
3.7 Función de los Hidrocoloides en el Helado	24
3.8 Mezclas recomendadas.....	28
3.9 Defectos en el Helado causados por Hidrocoloides	28
4. Conclusión.....	30
5. Bibliografía	31

1. OBJETIVOS

- Identificar los Hidrocoloides que pueden ser empleados en la Industria de Helados.
- Conocer los beneficios al aplicar Hidrocoloides en los Helados.

2. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la Industria de Alimentos ha cambiado la manera de elaborar sus productos, debido a que el consumidor decide la compra de un producto de acuerdo a sus características sensoriales. Por tal motivo, dicha Industria se ha apoyado en el uso de aditivos para mejorar su calidad ofreciendo productos atractivos sensorialmente. La Industria de los Helados no es la excepción, por que atributos como la textura y apariencia son importantes para el consumidor. Los hidrocoloides son la gran herramienta que tiene la Industria de los helados para lograr estos objetivos, ya que puede utilizar los sinergismos que existen entre estos y obtener ventajas tecnológicas y económicas. Al incluirlos dentro de sus formulaciones el consumidor disfruta de un helado con un cuerpo cremoso, suave, sin cristales de hielo, que no se derrita rápidamente.

Sin dudar la aplicación de hidrocoloides en la industria de helados contribuye a estandarizar la calidad y mejorar considerablemente su textura y apariencia y con ello lograr que los helados sean el postre predilecto de la mayoría de la población.

Este trabajo servirá de guía para todos aquellos que deseen elaborar helados pues tendrán un panorama de los hidrocoloides que pueden funcionar para dicha aplicación, algunas mezclas recomendadas y algunas observaciones sobre el uso de estos aditivos, convirtiendo esta experiencia en algo extraordinario.

3. GENERALIDADES

3.1 DEFINICIÓN DE HIDROCOLOIDES

El término hidrocoloides se refiere a una amplia variedad de polisacáridos que se usan ampliamente en diversos sectores industriales con diferentes funciones como son: la de espesante, gelificante, estabilizante de espumas, emulsiones, dispersiones, inhibidor de la formación de cristales de hielo y azúcar. (5,7)

Los hidrocoloides al ser disueltos en agua generan propiedades coloidales (propiedad primaria) como son la viscosidad o la gelificación. Generan propiedades funcionales secundarias como adhesivo, clarificante, emulsificación, suspensión, estabilización y formación de películas.

3.1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS HIDROCOLOIDES

Los hidrocoloides son clasificados por su origen de la siguiente manera: (1, 5,7)

Naturales	Arábigo, Tragacanto, Karaya, Ghatti, Guar, Algarrobo, Tara, Konjac, Goma de Tamarindo. Agar – Agar, Carrageninas, Alginatos, Pectina, Grenetina y Almidón.
Semisintéticos	Xantano, Gellan, Dextranas. Derivados Celulósicos como: Carboximetil Celulosa, Hidroxipropil Celulosa, etc. Almidones Modificados. Pectina bajo Metoxilo y Alginatos.
Sintéticos	Polímeros Vinílicos. *

* Estos no están aprobados para aplicaciones en alimentos por su alta toxicidad.

Los hidrocoloides también se pueden clasificar por su origen de la siguiente manera: (7)

Origen		Hidrocoloides
Botánico	Árboles	Celulosa.
	Exudados de gomas de árbol.	Goma Arábica, Goma Karaya, Goma Ghatti y Goma Tragacanto.
	Plantas	Almidón, Pectina y Celulosa.
	Semillas	Goma Guar, Harina de Algarrobo, Goma Tara y Goma de Tamarindo.
	Tubérculos	Konjac.
Algas	Algas Rojas	Agar y Carragenina.
	Algas Cafés	Alginatos.
Microbiano		Goma de Xantano, Curdlan, Dextranas y Goma Gellan.
Animal		Grenetinas, Caseinatos, Proteínas del Suero y Citosan.

3.2 HIDROCOLOIDES

3.2.1 ALGINATOS ^(1,7)

Polisacárido que se extrae de algas cafés de especie *Feofíceas*, el cual es el componente estructural de las paredes celulares. Comercialmente se extrae de *Macrocystis pyrifera*, *Laminaria hyperborea*, *L. digitata* y *Ascophyllum nodosum*. Alginato es el término empleado para los derivados del ácido algínico. El alginato comercialmente se presenta en forma de sales hidrosolubles, libres de celulosa, blanqueadas y purificadas entre las que se encuentran: ácido algínico, alginato de sodio, potasio, calcio, amonio y propilenglicol. Su estructura química corresponde a un polímero lineal de moléculas de ácido β (1,4)-D-manosilurónico y ácido α -(1,4)-L-gulosilurónico. La relación de concentraciones de estos azúcares varía según la fuente botánica, el grado de madurez de la planta, su peso molecular, la proporción, el acomodo que presenten las unidades del ácido manosulurónico y gulosilurónico, lo cual influye en la viscosidad de sus soluciones.

Las sales de calcio y de amonio producen soluciones viscosas estables en un intervalo de pH de 5 a 10; debido a su naturaleza iónica estos polímeros se ven afectados por la presencia de sales y por $\text{pH} < 5$.

Los alginatos pueden aplicarse en productos de panificación, rellenos, helados, bebidas, aderezos, confitería, salsas, emulsiones, jarabes, alimentos dietéticos, productos cárnicos y otros.

3.2.2 ALMIDÓN_(1,7)

El almidón fue diseñado por la naturaleza como reserva de energía para las plantas. Las fuentes de almidón son maíz, papa, trigo, tapioca y arroz. La mayor fuente comercial de almidón es el maíz debido a su alta disponibilidad. Para la manufactura del almidón se emplea una amplia variedad de procesos en los que se separa la fibra, aceite y proteínas con la finalidad de obtener el almidón nativo.

El almidón es una mezcla de dos polisacáridos: la amilosa y amilopectina. La amilosa es producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos α (1,4), es decir la amilasa es una α -D- (1,4)-glucana cuya unidad repetitiva es la α -maltosa. La amilopectina se diferencia de la amilasa en que contiene ramificaciones que le dan una forma molecular similar a la de un árbol, las ramas están unidas al tronco central por enlaces α -D-(1,6). Los almidones contienen aproximadamente 17-27% de amilasa y el resto de amilopectina. Tanto la amilosa como la amilopectina influyen de manera determinante en las propiedades sensoriales y reológicas de los alimentos principalmente por su capacidad de hidratación y gelificación.

El almidón nativo tiene ciertas limitaciones técnicas como:

- Son insolubles en agua y requieren de cocción.
- En ciertas aplicaciones su alta viscosidad es indeseable.
- Proporcionan gomosidad, textura compacta y destruyen palatabilidad.

- Los geles pierden claridad y se tornan turbios.

Debido a estas limitaciones, el almidón puede sufrir modificaciones que darán los siguientes beneficios:

- Proporcionar viscosidad.
- Mejora propiedades ligantes.
- Aumenta estabilidad.
- Mejora el mouthfeel y brillo.
- Mejora características gelificantes.
- Mejora dispersión y turbidez.

Los almidones se pueden modificar de la siguiente manera:

- Vía genética.
- Gelatinización.
- Almidones convertidos
- Almidones entrecruzados
- Almidones estabilizados.
- Modificaciones duales y auxiliares.

3.2.3 DERIVADOS DE CELULOSA ⁽⁷⁾

La celulosa es probablemente la sustancia orgánica más abundante que existe en la naturaleza y es el mayor constituyente de la mayoría de las plantas. La celulosa ha sido modificada químicamente para generar diferentes gomas como son: metil celulosa (MC), hidroxipropil celulosa (HPC), hidroxipropil metil celulosa (HPMC), metil etil celulosa (MEC) y carboximetil celulosa (CMC).

La pulpa de celulosa es dispersada en una solución de álcali, lo que produce una celulosa alcalina y ésta se hace reaccionar con reactivos específicos para obtener los diferentes derivados.

METIL CELULOSA E HIDROXIPROPIL CELULOSA

Las propiedades de estos hidrocoloides son muy similares. Son solubles en agua fría, sus soluciones son estables en un rango de pH de 3-11 y aportan viscosidad al sistema.

METIL ETIL CELULOSA

Es soluble en agua y forma un gel cuando se calienta. Se usa principalmente en la formación y estabilización de espuma.

CARBOXIMETIL CELULOSA

El CMC es soluble en agua fría como caliente. Comercialmente los tipos de CMC se distinguen por el tamaño de partícula y por la viscosidad. En pH menor a 3 la sal se

hidroliza y forma ácido carboximetílico que es insoluble.

Algunas de las aplicaciones de los derivados Celulósicos son en bebidas chocolatadas, leches con jugos, malteadas, sopas, pasteles, harinas preparadas, bebidas, mayonesas, etc.

3.2.4 CARRAGENINAS ^(1,5, 7, 8,9)

Diferentes especies de *Rhodophyceae* son utilizadas para la producción de carragenina. El proceso de elaboración de la carragenina comienza con la clasificación del alga dependiendo del tipo de extracto a elaborar, son lavadas para remover piedras y arena para luego secarlas y así para evitar la degradación microbiana y con ello garantizar la calidad de la carragenina. Después es sometida a un tratamiento alcalino. El álcali puede variar dependiendo del tipo de sal de carragenina que se desea obtener, esto tiene consecuencias en la dispersión, hidratación, viscosidad y en la formación del gel. El tratamiento prolongado con álcali promueve una nueva disposición interna la cual modifica la estructura del polisacárido. Después de la extracción y modificación, la solución diluida de carragenina es filtrada y clarificada mediante centrifugación a altas velocidades y concentrada mediante diferentes métodos. Posteriormente las soluciones son precipitadas con alcohol isopropílico para obtener una masa fibrosa la cual se comprime para remover impurezas y finalmente se seca.

La carragenina es una molécula lineal de alto peso molecular formada por unidades repetitivas de galactosa y de 3,6 anhidrogalactosa ambos sulfatados y no sulfatados unidos mediante enlaces α -(1,3) y β -(1,4) glucosídicos.

Existen diferentes tipos de carragenina kappa, iota y lambda; las cuales difieren en el contenido de 3,6 anhidrogalactosa y ester sulfatos.

- La kappa carragenina contiene 25% de ester sulfato y 34% de 3,6 anhidrogalactosa.
- La iota carragenina contiene el 32% de ester sulfato y 30% de 3,6 anhidrogalactosa.
- La lambda carragenina contiene el 35% de ester sulfato y muy poco de 3,6 anhidrogalactosa.

Las propiedades espesantes y gelificantes de los diferentes tipos de carrageninas son totalmente diferentes. La kappa carragenina forma un gel firme con iones potasio, la iota carragenina forma un gel suave y elástico con iones calcio y la lambda carragenina no gelifica.

Todas las carrageninas son solubles en agua caliente sin embargo la carragenina lambda y las sales de sodio de kappa y iota son solubles en agua fría. Todas las

carrageninas se hidratan a temperaturas comprendidas entre 40-60°C. Las soluciones de carrageninas pierden viscosidad y fuerza de gel a pH menores de 4.3 debido a que por debajo de este valor la carragenina se hidroliza.

Las soluciones de iota y kappa carragenina cuando se encuentran a 40-60°C forman geles con diferentes texturas dependiendo del tipo de cationes presentes. Los geles de carragenina son térmicamente reversibles.

Las soluciones en caliente de kappa carragenina y harina de algarrobo forman un gel fuerte elástico con poca sinéresis cuando la solución se enfría a 50 -60°C. La kappa carragenina interactúa con la goma konjac formando un gel mucho más fuerte.

Algunas de las aplicaciones de la carragenina en alimentos son: queso crema, postres de leche, leche chocolatada, gelatinas de agua, glazes, productos cárnicos, flanes, cremas y cremas batidas.

Los mecanismos de gelificación son los siguientes: ⁽⁹⁾

	Kappa	iota	Lambda
Efecto de cationes	Gelifica más fuerte con iones potasio.	Gelifica más fuerte con iones calcio.	No gelifica.
Tipo de Gel	Fuerte y quebradizo con sinéresis.	Elástico y cohesivo sin sinéresis.	No gelifica.
Estabilidad al congelar /descongelar	Ninguna.	Estable.	Ninguna.

3.2.5 GOMA ARÁBIGA ^(1,5)

La goma arábiga o goma acacia es el exudado de la corteza del árbol *Acacia Senegal*. Se disuelve en agua dando soluciones de tonalidades que van de amarillo claro a naranja oscuro y pH de 4.5 aproximadamente.

Es un heteropolisacárido ramificado de la familia de las arabinogalactomananas, formado por una cadena principal de unidades de β -galactopiranosas a la cual se le unen residuos de L-ramnopiranosas, de L-arabinofuranosas y de ácido glucorónico. La influencia de sus grupos ácidos hace que la viscosidad de sus dispersiones se vea afectada por la adición de ácidos o de álcalis y la presencia de cationes. Es altamente soluble en agua desarrollando poca viscosidad.

Entre las propiedades reológicas de la goma arábiga se encuentran: modificador de textura, control de cristalización (azúcar), emulsificante y agente de adhesión.

Algunas de sus aplicaciones en alimentos son: malvaviscos, toffes, bebidas y encapsulación de sabores.

3.2.6 GOMA DE ALGARROBO ^(1,5, 7, 8,9)

Se conoce también con el nombre de locust bean gum, o garrofin. Heteropolisacárido extraído del endospermo de las semillas del árbol *Ceratonia Siliqua*, su estructura química es una galactomanana formada por una cadena de D-manosas unidas por enlaces (1,4), a la cual se le unen varias ramas de D-galactosas a través de enlaces (1,6); la relación de D-manosas con D-galactosas es de 9:1. Se dispersa en agua fría o caliente y para hidratarse requiere de una temperatura de 85°C; con esto genera su

viscosidad total. Sus soluciones son estables a pH de 3 a 10. No resiste pH muy ácido. Presenta sinergismo con la goma de xantano formando geles termorreversibles. Las aplicaciones de la goma de algarrobo son en postres congelados, productos lácteos fermentados, queso crema, sopas, salchichas, alimentos para bebé, productos de repostería.

3.2.7 GOMA GUAR ^(1,5, 7, 8,9)

La goma guar es el nombre del endospermo de la planta de guar *Cyamopsis tetragonoloba* L. La semilla de la planta de guar está constituida por un 20-22% de cáscara, 43-44% de germen y el 34-36% de endospermo. Para la obtención de la goma guar comercial es necesario separar las fracciones indeseables como la cáscara y el germen mediante diversas técnicas. El endospermo contiene 80% del galactomanano y se muele a un tamaño de partícula específico. La goma guar es soluble en agua a 25°C. Su estructura química es ramificada y la cadena principal consiste en unidades de β -D-manopiranosas unidas por enlaces β -(1,4), a la cual se le añaden ramas de α -D-galactopiranosas mediante enlaces α -(1,6). La relación de monosacáridos es de 2:1, es decir en cada tercer D-manosa se encuentra una D-galactosa. Es soluble en agua fría y su solubilidad aumenta al disminuir el tamaño de partícula y aumenta con la temperatura. Carece de grupos ionizables, lo que permite que sea estable a cambios de pH. Posee alta capacidad de retención de agua.

Las soluciones de goma guar desarrollan su máxima viscosidad a las 24 horas. A pH bajos se degrada y su pH estable se da entre 5.5-6.1.

La goma guar es una molécula no iónica compatible con tragacanto, karaya, arábica, agar, alginatos, carragenina, goma de algarrobo, pectina, derivados celulósicos y almidones modificados.

Aplicaciones de la goma guar en alimentos: Estabilización de productos lácteos, productos congelados y panificación.

3.2.8 GOMA DE XANTANO (1,5, 7, 8,9)

La goma de xantano es un carbohidrato producido por el metabolismo del microorganismo de *Xantomonas Campestris*, el cual produce la goma como una cobertura de protección. Está formada por residuos de D-glucosa, D-manosa y ácido D-glucorónico. Es un hidrocoloide usado frecuentemente debido a las siguientes características: resistente a pH ácidos y básicos, resistente a cambios de temperatura y a su resistencia a la degradación microbiana. Presenta sinergismo con los alginatos, almidones y guar.

La goma de xantano se usa en rellenos de panificación, jugos, salsas, aderezos, cremas y bebidas.

3.2.9 AGAR (1,5, 7, 8, 9)

El agar es un hidrocoloide extraído de algas rojas de la variedad *Gellidium cartilagineum* y *Gracilaria confervoides*. Tiene una estructura química de azarosa y agaropectina. La mayoría de las aplicaciones del agar son debidas a su capacidad de formar geles a concentraciones muy bajas y a su característica de formar un gel reversible. Cerca del 80% del agar se utiliza en la industria de los alimentos y el restante en aplicaciones biotecnológicas. La aplicación principal del agar es en confitería y en la industria cárnica.

3.3 DEFINICIÓN DE HELADO (3, 4, 6, 10, 11,12)

Existen diversas definiciones para el helado entre ellas se encuentran las siguientes:

La Secretaría de Salud de nuestro país define al helado como un alimento producido mediante la congelación con o sin agitación de una mezcla pasteurizada, compuesta por una combinación de ingredientes lácteos pudiendo contener grasas vegetales, frutas, huevo y sus derivados, saborizantes, edulcorantes y otros aditivos alimentarios. En dicha definición quedan comprendidos los Helados de Crema, Helado de Leche, Sorbete, Helado de Crema Vegetal, Helado de Grasa Vegetal y Sorbete de Grasa Vegetal.

El helado es una emulsión aceite/agua congelada. El aceite es la fase dispersa y el agua es la fase continua.

En la fase continua se encuentra el agua, azúcar, hidrocoloides, proteínas de leche, cristales de hielo, cristales de lactosa y sólidos de leche. La fase dispersa está formada por burbujas de aire dispersas en la grasa.

3.4 COMPOSICIÓN TÍPICA DEL HELADO (3, 4, 6, 10, 11,12)

En la elaboración de helados la composición es la siguiente:

- Grasa de Leche 10-16%.
- Sólidos No Grasos de Leche (SNGL) 9-12%.
- Edulcorantes 12-16%.
- Emulsificantes 0.1-0.3%.
- Estabilizantes 0.25-1.0%.
- Agua 55-64%.

Cuando la base para helado (Mix) se congela, cerca de la mitad del volumen de helado es aire, por lo tanto ésta composición porcentual en el helado disminuye a la mitad aproximadamente, dependiendo del contenido de aire incorporado (overrun). Sin embargo, el aire incorporado no contribuye en el peso. Un litro de helado debe contener cuando menos 475g de sólidos (base para helado) y el resto aire.

3.4.1 OVERRUN (10)

La cantidad de aire incorporado a la mezcla se define por el índice de aireación o porcentaje de overrun. También se expresa como la diferencia del volumen del helado y

el volumen del mix. Un método sencillo de calcular el overrun de un helado es el siguiente:

$$\% \text{ Overrun} = ((\text{volumen helado} - \text{volumen base}) / \text{volumen base}) * 100$$

El overrun tiene una gran influencia sobre algunos aspectos de la calidad del helado tales como la textura, sensación bucal y derretimiento del producto final. La incorporación de aire a la mezcla del helado es un factor esencial para obtener un producto de calidad ya que aumenta la viscosidad de la mezcla y le da una textura cremosa característica. Las burbujas de aire no deben tener un diámetro mayor a 200µm. La cantidad de aire que debe incorporarse depende de la composición de la mezcla y de la forma en que es obtenido, y es regulada para obtener un cuerpo apropiado, una textura y palatabilidad necesarias para una buena calidad del helado. Un producto con demasiado aire da un producto flojo, de poca consistencia, con poco cuerpo, que se deshace en la boca sin apenas dejar sensación; poco aire da un helado denso y pesado.

Factores a considerar para determinar el overrun:

- El gusto del consumidor (depende de la costumbre de cada país o región).
- Los costos (entre más aire tenga, más bajos serán los costos).

3.5 PROCESO DE ELABORACIÓN. (3, 4, 6, 10, 11,12)

Los pasos básicos en la elaboración de helados son los siguientes:

- Mezcla de los ingredientes.
- Pasteurización.
- Homogenización.
- Maduración.
- Congelación.
- Envasado.
- Endurecimiento.

MEZCLA

Es la primera etapa en el proceso de elaboración en la cual se incorporan todos los ingredientes del helado.

PASTEURIZACIÓN

Proceso en el cual se desea eliminar a los microorganismos patógenos que puedan estar presentes en la base para helado. Ayuda a que algunos de los componentes del helado se hidraten. Las temperaturas a las cuales se lleva a cabo este proceso son 69°C durante 30 minutos u 80°C durante 25 segundos.

En estas condiciones los microorganismos patógenos se destruyen, se facilita la solubilidad e integración de los ingredientes y mejoran la homogenización.

HOMOGENIZACIÓN

Es un tratamiento mecánico en el cual se reduce el tamaño (menos de 1micra) y se incrementa la superficie de área de los glóbulos de grasa. Se evita la formación de una capa de grasa en la superficie de la mezcla, se obtiene un producto más suave. Generalmente este proceso se realiza en dos pasos; a una presión de 2000-2500 psi en el primero y de 500-1000 psi en el segundo a una temperatura de 70°C.

MADURACIÓN

Al proceso de homogenización le sigue la maduración, es decir se mantiene la mezcla a una temperatura entre 0 y 5°C durante 4 a 24 horas y se deben evitar periodos más largos para que no se produzcan alteraciones por microorganismos psicotrófos.

Este proceso promueve el desarrollo de:

- Cristalización de la grasa.
- Hidratación de las proteínas y estabilizantes.
- Incremento de la viscosidad.

CONGELACIÓN

Durante este proceso se congela cerca del 50% de agua, se incorpora una cantidad de aire y sucede una aglomeración parcial de la grasa. Sin el aire la base de helado sería como un cubo de hielo.

ENDURECIMIENTO

Una vez obtenido y envasado el helado, requerirá un tiempo adicional de enfriamiento (endurecimiento) en determinadas condiciones de temperatura y tiempo.

Se debe realizar una congelación rápida para que los cristales de hielo sean pequeños y numerosos, si realizamos una congelación lenta, los cristales son de gran tamaño y pocos en número.

La vida de anaquel del helado depende principalmente de la temperatura de almacenamiento si está es adecuada puede ser de un año y en condiciones adversas puede ser de dos semanas o menos.

Al existir fluctuaciones en la temperatura de almacenamiento se puede favorecer la recrystalización debido a que hay una modificación en el número y tamaño de los cristales. Si la temperatura durante el almacenamiento del helado se incrementa, algunos de los cristales de hielo, principalmente los más pequeños, se funden y consecuentemente aumenta la cantidad de agua no congelada. Si la temperatura durante el almacenamiento del helado disminuye, el agua puede recongelarse pero no

forma núcleos por lo tanto se forman cristales de hielo más grandes y el número de cristales disminuye. La recristalización puede evitarse manteniendo bajas y constantes las temperaturas de almacenamiento.

3.6 FUNCIÓN DE LOS INGREDIENTES (3, 4, 6, 10, 11,12)

GRASA

El porcentaje de grasa varía dependiendo del tipo de producto: los helados de crema o leche contienen entre 7 y 17%, los de grasa vegetal (coco y palma) tienen entre 6 y 10% y los helados bajos en grasa tienen entre 2 y 4.5%. La grasa es uno de los principales ingredientes del helado, por ello a mayor contenido de grasa más costoso será el producto final. La grasa contribuye a mejorar el sabor, proporciona una textura suave y cremosa.

SÓLIDOS NO GRASOS DE LECHE

Los sólidos no grasos de leche (SNGL) contienen lactosa, caseína, proteínas del suero y minerales. Los SNGL contribuyen en la textura del helado, mejoran el overrun debido a la funcionalidad de las proteínas, ayudan a dar cuerpo y evitan la textura chiclosa en el producto final. Las proteínas que están en un 4% de la mezcla contribuyen en el desarrollo de la estructura del helado debido a sus propiedades de emulsificación y aireación.

EDULCORANTES

Los edulcorantes proporcionan dulzor, mejoran la textura y palatabilidad del helado, incrementan la percepción de los sabores y son generalmente una fuente económica de sólidos totales. La sacarosa es el edulcorante más empleado debido a que proporciona un excelente sabor.

EMULSIFICANTES

Los emulsificantes que se usan en el helado son principalmente mono y diglicéridos y esteres de sorbitan. Los emulsificantes promueven la nucleación de los glóbulos de grasa durante el proceso de maduración de la base para helado, de esta manera se reduce el tiempo necesario para la maduración antes del congelamiento. Mejoran la capacidad de batido y la textura en el producto final.

Los emulsificantes se adicionan al helado para proporcionar una estructura adecuada a la grasa y mejorar la distribución del aire necesario para dar suavidad al producto y un adecuado punto de fusión.

AGUA

El agua es el único componente congelable en el proceso de elaboración de helados y se congela prácticamente a 0°C. El agua es el medio disolvente de los ingredientes hidrosolubles y determina la consistencia del helado según la cantidad de agua congelada que contenga.

En el helado el agua se encuentra en forma de cristales repartidos en una matriz, que además contiene agua libre. El número y tamaño de los cristales de hielo determinan esencialmente la consistencia del helado. Los cristales de hielo mayores a 50 micras son percibidos por el consumidor, lo cual es una característica de calidad indeseable en el producto final.

HIDROCOLOIDES

Los hidrocoloides son adicionados a los helados con el objetivo principal de modificar la textura. La mayor contribución de los hidrocoloides es retardar el crecimiento de los cristales de hielo y lactosa. Sin los estabilizantes el helado se congelaría rápidamente. Los estabilizantes que se usan en helados son la goma guar, harina de algarrobo (LBG), carboximetil celulosa (CMC), alginato de sodio, goma de xantano y carragenina. Cada una tiene un efecto en el cuerpo, textura, fusión y estabilidad durante el almacenamiento.

La función de los ingredientes del helado es la siguiente: (3, 4, 6, 10, 11,12)

Ingredientes	Función
Grasa	Proporciona aroma, sabor, cuerpo, textura y suavidad en la boca.
Sólidos lácteos no Grasos	Proporcionan cuerpo, textura, contribuyen al sabor dulce y ayudan a la incorporación de aire.
Edulcorantes	Imparten dulzor y mejoran la textura.
Emulsificantes	Mejoran la capacidad de batido y la textura.
Estabilizantes	Mejoran la viscosidad de la mezcla, la incorporación de aire, textura y las características de fusión.

3.7 FUNCIÓN DE LOS HIDROCOLOIDES EN EL HELADO. (3, 4, 6, 10, 11,12)

- Retardan el crecimiento de los cristales de hielo.

Uno de los factores que afectan la textura del helado es el tamaño de los cristales de hielo, los que dependen fundamentalmente de la velocidad de congelación. En la congelación rápida se observan cristales de hielo que son pequeños y numerosos los cuales no son detectados por el consumidor mientras que en la congelación lenta, los cristales son de gran tamaño y pequeños en número, lo que ocasiona que el producto tenga textura arenosa.

- Aumentan la viscosidad de la mezcla.

La mezcla necesita de una viscosidad adecuada que permita la incorporación de las burbujas de aire y que éstas se mantengan dentro de la estructura. Si la mezcla tiene una alta viscosidad es difícil incorporar las burbujas de aire y si tiene poca viscosidad no podrá retenerlas dentro de dicha estructura.

- Estabilidad al choque térmico.

Los hidrocoloides permiten que el producto congelado mantenga su estructura durante el choque térmico, esto se debe a las propiedades gelificantes que tienen algunos hidrocoloides usados. Cuando se rompe la estructura del helado se produce pérdida del aire incorporado y como consecuencia también de volumen.

- Dan una textura suave y uniforme.

Al proporcionar viscosidad a la mezcla, los hidrocoloides nos ayudan a dar una sensación de cuerpo y cremosidad en el producto final; lo cual es ideal ya que reemplazamos un gran exceso de SNGL y de grasa butírica que nos pueden dar la misma sensación con el uso de hidrocoloides.

- Reducen la sinéresis.

La carragenina interacciona con la caseína de la leche previniendo la separación del suero.

La función de cada uno de los estabilizantes se resume en la siguiente tabla: (3, 4, 6, 10, 11,12)

Estabilizante	Nivel de Uso	Función
Goma Guar	0.07-0.2%	Es muy empleada debido a que es una goma muy económica. Contribuye a la formación de cristales pequeños durante el congelamiento. Ayuda a que crezcan los cristales de hielo durante los cambios de temperatura durante el almacenamiento y distribución del producto. Generalmente se usa en combinación con carragenina y LBG.
Goma de algarrobo	0.07-0.2%	Proporciona viscosidad y cremosidad. Presenta sinergismo con la carragenina y aumenta la capacidad de incorporación de aire (overrun), ayuda en la retención de humedad, proporciona cuerpo y suavidad. Favorece a que el helado sea estable a temperatura ambiente (fusión).
Carragenina	0.01-0.04%	La carragenina es empleada por la alta reactividad que presenta con la caseína y su poder gelante; esto evita la separación del suero. Estabiliza la grasa. Proporciona estabilidad térmica.
CMC	0.3-0.45%	Mejora el cuerpo y mouthfeel al reducir o eliminar grasas o carbohidratos. Ayuda a incrementar el overrun. Retarda el crecimiento de los cristales de hielo.
Alginato de Sodio	0.18-0.25%	Dan cuerpo y textura al helado. Sinergia con el CMC
HPMC	0.1-0.5%	Proporciona textura a los helados. Incrementa el overrun. La propiedad de atrapar agua ayuda a obtener cristales

		de hielo más pequeños y uniformes. Proporcionan estabilidad a las burbujas de aire.
Goma de Xantano	0.1- 0.4%	Estabiliza la emulsión y controla la cristalización.

En México la Secretaría de Salud permite el uso de los siguientes hidrocoloides en helados:

- Alginatos de Amonio, Calcio, Potasio o de Sodio.
- Alginatos de Propilenglicol.
- Almidones Modificados.
- Carboximetil Celulosa de Sodio.
- Carrageninas.
- Goma Arábica.
- Goma de Algarrobo.
- Goma Guar.
- Hidroxipropil Metil Celulosa.
- Metil Celulosa.
- Metil Etil Celulosa.

3.8 MEZCLAS RECOMENDADAS.

Generalmente en el mercado los hidrocoloides para aplicaciones en helados se encuentran en mezclas, con ello se aprovechan las ventajas tecnológicas y se obtienen productos económicamente más atractivos que cada estabilizante por separado.

Las mezclas que se pueden encontrar son las siguientes:

- Goma Guar, Goma de Xantano y Harina de Algarrobo.
- Goma Guar, CMC, Goma de Xantano y Carrageninas.
- Goma Guar, Carragenina y Harina de Algarrobo.
- Goma Guar, CMC y Carrageninas.
- Goma Guar, CMC, Carragenina y Harina de Algarrobo.

3.9 DEFECTOS EN EL HELADO CAUSADOS POR HIDROCOLOIDES

El helado puede presentar distintos tipos de defectos entre los que se encuentran:

- Defectos de sabor.
- Defectos de cuerpo y textura.
- Defectos de estabilidad térmica.
- Defectos de color.
- Defectos de contracción.

Los defectos que pueden ocasionar los hidrocoloides en el cuerpo y textura de los helados de acuerdo a su nivel de uso son los siguientes:

BAJOS NIVELES DE HIDROCOLOIDES

Presencia y tamaño de los cristales de hielo.

Textura quebradiza.

Textura áspera.

ALTOS NIVELES DE HIDROCOLOIDES

- Textura gomosa o pegajosa.
- Estructura débil (derrite rápidamente).
- Derretimiento grumoso o extremadamente lento.

4. CONCLUSIÓN

Los hidrocoloides son una gran herramienta en la elaboración de helados ya que nos permiten obtener un producto de alta calidad y cumplir con las expectativas de los consumidores. Sin embargo es necesario que reúnan ciertas características para ser usados en las formulaciones de helados: tienen que ser fácilmente solubles, no tener olor ni sabor, evitar la sinéresis, aumentar la viscosidad sin gelificar, ser compatible con el calcio, controlar el crecimiento de los cristales de hielo durante el almacenamiento, proporcionar un buen derretimiento y dar al helado buena estructura.

El impacto a nivel sensorial de los hidrocoloides es definitivo ya que ayudan a mejorar la textura y apariencia del helado. Sin duda son un aditivo que no puede estar fuera de las formulaciones de helados ya que sin ellos no se disfrutaría este delicioso alimento.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Badui S, Química de Alimentos, (México: Pearson Educación, 2006).
2. Furia T.E, Handbook of Food Additives, (EUA: CRC Press, 1975)
3. Keating P, Introducción a la Lactología, (México, Limusa, 2007).
4. Marshall R, Formulating and Manufacturing ice cream and other Frozen Dessert,
Food Technology 57 (5) May 2003
5. Módulo de Hidrocoloides como Aditivos Alimentarios. Diplomado de Aditivos Alimentarios, Centro de Educación continua UNAM.
6. Norma Oficial Mexicana NOM-036-SSA1-1993. Bienes y Servicios. Helados de crema, de leche o grasa vegetal, sorbetes y bases o mezclas para helados. Especificaciones Sanitarias.
7. Phillips G, Handbook of hydrocolloides, (EUA: Woodhead Publishing Limited, 2000).

Sitios Web

8. www.danisco.com
9. www.cpkelco.com
10. www.foodsci.uoguelph.ca
11. www.mundohelado.com
12. www.heladeriaitaliana.com