



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**“UTILIZACIÓN DE HIDROCOLOIDES COMO ADITIVOS EN PANADERÍA”**

Trabajo Escrito vía cursos de educación continua

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**QUÍMICA FARMACÉUTICA BIÓLOGA**

**PRESENTA**

Margarita Saldaña Carriles

**MÉXICO, D. F.**

**2006**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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	Prof. OLGA DEL CARMEN VELÁZQUEZ MADRAZO
Vocal	Prof. MARCOS FRANCISCO BÁEZ FERNÁNDEZ
Secretario	Prof. HUGO RUBÉN CARREÑO ORTIZ
1er. Suplente	Prof. MARÍA DE LOURDES GÓMEZ RÍOS
2do. Suplente	Prof. ZOILA NIETO VILLALOBOS

Sitio donde se desarrolló el tema:

Biblioteca de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México

Biblioteca de la Universidad La Salle

Asesor: Q.F.B. Olga del Carmen Velázquez Madrazo

Sustentante: Margarita Saldaña Carriles

Quando llegues a la cima...

Tómate un tiempo para disfrutar:  
El camino ha sido largo y difícil.

Tómate un tiempo para ayudar a otros:  
Mucho se te ha concedido.

Tómate un tiempo para compartir tu triunfo:  
Quienes te aman también subieron a tu lado.

Tómate un tiempo para mirar de dónde partiste:  
Te juzgarás con menos severidad.

Tómate un tiempo para descansar un poco:  
Hay una nueva cumbre por conquistar.

L.M.R.

Gracias a Dios por haberme regalado tantas cosas buenas y haberme puesto en el lugar que estoy.

Dedico este trabajo con todo mi amor y mi agradecimiento a mis padres, Eduardo y Ana María, quienes siempre han sido mi ejemplo y mi fortaleza.

A Mario por su ayuda y su cariño.

A Ana Laura por todo su apoyo y su comprensión.

A mis hermanos, Eduardo y Adrián.

A Rosalía con cariño y agradecimiento.

Agradezco a todos mis maestros de la Universidad La Salle y de la Universidad Nacional Autónoma de México que compartieron conmigo sus conocimientos.

Agradezco muy especialmente a la profesora Olga Velázquez Madrazo por toda su ayuda, su orientación y su amistad inmediata.

Agradezco a los profesores Hugo Carreño y Marcos Báez sus puntuales correcciones y su ayuda.

Agradezco a todos los amigos que me alentaron a conseguir uno de mis sueños.



## Índice

I. Introducción	6
II. Objetivos	6
III. Información general	7
III.1 Panificación	7
III.2 Aditivos alimentarios	10
III.2.1 Gomas o hidrocoloides	13
III.2.1.1 Goma Guar y Goma de Algarrobo	16
III.2.1.2 Alginatos	17
III.2.1.3 Carrageninas	18
III.2.1.4 Agar	20
III.2.1.5 Goma Arábica	20
III.2.1.6 Goma Ghatti	21
III.2.1.7 Goma Karaya	22
III.2.1.8 Goma de Tragacanto	22
III.2.1.9 Goma Xantana	23
III.2.1.10 Pectinas	24
III.2.1.11 Almidones	26
III.2.1.12 Gelatina	27
III.2.1.13 Caseína	28
III.2.1.14 Gomas sintéticas	29
IV. Aplicación de hidrocoloides en panadería	29
V. Discusión	37
VI. Conclusiones	44
VII. Bibliografía	46

## “Utilización de hidrocoloides como aditivos en Panadería”

### I. Introducción.

Alargar el periodo en que los alimentos se conservan en **estado** óptimo para su **consumo** ha sido una de las preocupaciones del **hombre** desde tiempos remotos. La desecación, la **fermentación**, el **empleo** de **azúcar** o de sal y el ahumado, por citar algunas, son técnicas tradicionales de conservación que hoy día todavía se utilizan. Así, la mermelada o las frutas secas se mantienen en buen estado durante más tiempo que la fruta fresca, al igual que ocurre con la **leche** condensada con respecto a la leche fresca, con el bacalao u otros pescados en salazón y con los encurtidos (aceitunas, pepinillos en vinagre y sal, etc.) en comparación con los mismos alimentos en estado fresco.

En la actualidad, gracias al uso de la tecnología se ha avanzado y empleamos el frío (**refrigeración**, congelación), el **calor** (pasteurización) y otros **sistemas** más modernos y seguros, que permiten satisfacer las necesidades de las grandes urbes. Además de los avances tecnológicos, otros factores de nuestro tiempo, como la sociedad de consumo y la mercadotecnia de las industrias alimentarias, nos permiten contar cada vez con más **productos** manufacturados que garantizan la seguridad, la disponibilidad, el aspecto y facilitan la preparación, conservación, **almacenamiento** o el **transporte** de tales productos.

Para lograr todas esas características en los alimentos, además de los procesos se utilizan aditivos en las diferentes ramas de la industria alimentaria; y la Panadería no es la excepción. Entre los aditivos que se utilizan con mayor frecuencia en este segmento se puede considerar a los hidrocoloides; la amplia disponibilidad de estos aditivos en el mercado y las posibilidades de empleo, son una motivación para hacer esta revisión.

### II. Objetivos

- Presentar el panorama actual de la disponibilidad y utilización de hidrocoloides en la industria panadera mexicana.

- Describir las ventajas que la utilización de los hidrocoloides ofrece a esta rama de la industria alimentaria.
- Identificar las partes del proceso de panificación en las que es su utilización.

### **III. Información general.**

#### **III.1 Panificación**

El pan es el alimento básico de una gran parte de la humanidad y, sin duda, un componente importante de la dieta en casi todo el mundo. El pan, elaborado a partir de diferentes cereales y con distintos procedimientos en las diversas zonas del mundo, fue consumido ya por el hombre en los tiempos neolíticos, hace unos doce mil años, para lo cual probablemente se mezclaba el grano triturado con agua hasta formar una masa que se extendía después sobre piedras a alta temperatura y se cubría con una capa de ceniza caliente para conseguir su cocción (Britannica, 2003).

El pan es el producto alimenticio que se obtiene cociendo al horno la masa formada al mezclar con agua la harina, sobre todo la de trigo, masa a la que, por lo general, se agrega levadura con el fin de que se realice la fermentación y se produzca un alimento ligero y esponjoso, fácil de consumir y digestivo; a este proceso se le denomina panificación y constituye uno de los usos más utilizados para la alimentación humana. De ahí que ha sido objeto de numerosos estudios científicos y tecnológicos en aras de mejorar la calidad del pan.

La fermentación del pan era conocida ya por los egipcios y fue ampliamente utilizada por los romanos, que difundieron el uso de este alimento por todo el imperio. No obstante, el pan blanco fermentado se consideraba un auténtico artículo de lujo y sólo era asequible para las clases de más altos recursos económicos. A los primitivos morteros de piedra y los molinos manejados a mano para convertir el grano en harina les sucedieron otros, movidos por fuerza animal y más tarde, por medio de la energía hidráulica y en algunas zonas, por energía eólica. En estos molinos, la harina obtenida aparecía mezclada con polvo procedente de la piedra de moler, desprendido en el proceso de triturado del grano. La invención en el siglo XIX, de un molino para trigo de gran capacidad y dotado con cilindros de acero permitió la eliminación del polvo de piedra y la obtención de una harina más fina, lo que mejoró sensiblemente el acabado del producto.

En diferentes lugares del mundo se elabora el pan a partir de cereales distintos al trigo. Así, por ejemplo, en diversas zonas de la Europa septentrional se consume pan de avena y de cebada; el centeno se utiliza sobre todo en Rusia, Escandinavia y en Alemania, por lo general mezclado con cebada e incluso con harina de papa. El maíz se usa con profusión en Latinoamérica para preparar tortillas y otros productos que sustituyen al pan en algunos países de dicha zona, y entre ciertos sectores de la población. En Brasil se hacen tortas de cazabe con harina procedente de la raíz de la mandioca. En otras zonas del mundo, sobre todo en Asia y África, se consume pan sin levadura, elaborado con mijo, cebada y otras gramíneas.

El proceso de elaboración del pan comprende tres operaciones principales: la formación de la masa, el modelado, la fermentación, la cocción u horneado, el enfriado y el empaque (Márquez, 2001; Bilheux, 1990). En la actualidad se utilizan diversos procesos en el ámbito industrial, tales como el proceso de masa, esponja líquida, masas directas, masas en tiempo, etc. La principal diferencia entre éstos, son las características que se desean en el producto final, así como las especificaciones del equipo con el que se cuenta.

La harina de trigo contiene proteínas que desempeñan un papel fundamental en el proceso de panificación (Dueñas, 2000). Las proteínas presentan variaciones en función de la variedad, lugar de cultivo y tecnología de la molienda. Una harina panificable se puede considerar una mezcla de almidón, electrolitos, agua y gluten. Las propiedades panificadoras dependen de la capacidad de interacción de los componentes de la harina con el resto de los ingredientes que formarán la masa, y en esto influyen la forma de maduración del trigo y el acondicionamiento de la harina (Elguero, 1991).

La harina producida al moler los granos de trigo u otros cereales se mezcla con agua o leche, y al conjunto así formado se añade sal, una materia grasa como la manteca o aceite vegetal, con el fin de conseguir una miga blanda y, posteriormente, levadura que provoca la fermentación de los azúcares y la formación de dióxido de carbono que hace que la masa sea esponjosa (Cauvain, 1998; Dendy, 2001). Esta masa esponjosa debe tener elasticidad, la

cual depende del número de partículas coloidales del gluten/unidad de masa y de la capacidad de hinchamiento del gluten.

Si se procediera a la cocción de la masa resultante de mezclar la harina y el agua sin más, se obtendría una especie de torta aplanada y muy dura, el llamado pan ácimo, lo que la haría poco apta para el consumo. Por esta razón se agrega la levadura, microorganismo que produce la fermentación de la masa (Márquez, 2001). Dicho proceso es de naturaleza bioquímica y tiene lugar gracias a la actuación de las enzimas que transforman una parte de los almidones y azúcares de la harina en glucosa, alcohol etílico y dióxido de carbono, que al desprenderse hace que se formen un gran número de pequeñas burbujas que determinan el esponjamiento de la masa.

El amasado se realiza por medios mecánicos, que garantizan la preparación de una mezcla uniforme. Durante la operación, se regulan tanto la temperatura del agua de la masa como la de esta última y el grado de humedad. En este proceso se alcanza el propósito de mejorar la distribución del gas producido, redistribuir los componentes, uniformar la producción de gas e incorporar aire que permite retener el dióxido de carbono formado en la fermentación. El gas adicional que se incorpora, exigirá comprobación del peso y del rendimiento del producto (Cauvain, 1998).

Una vez esponjada, la mezcla se somete al proceso de cocción en hornos especiales, operación en que se eliminan el alcohol y algunos otros volátiles producidos en la fermentación. La capa superficial del pan se endurece al perder agua y transformarse los carbohidratos en dextrinas; la corteza se forma finalmente con la reacción de Maillard, que le confiere textura y color. La corteza evita la alteración del interior de la masa, la cual retiene una proporción elevada de humedad que mantiene la miga blanda y esponjosa. Por su parte, la coagulación de sustancias proteicas como las albúminas hace que el pan adquiera consistencia (Quaglia, 1991). El proceso de cocido determina asimismo la eliminación de microorganismos, esporas y restos de levaduras.

Aunque el pan comercializado es, en su mayoría, el pan blanco, éste contiene únicamente una parte del grano de trigo, la menos nutritiva, formada por

féculas, cuyo valor es más que nada energético. Por esta razón, en los últimos años y cada vez en mayor medida se han incrementado la producción y el consumo del pan integral, en el que se mantienen todos los componentes del grano, incluidos el germen, rico en proteínas y vitaminas A, B y E, y parte del salvado, también con alto contenido proteínico y con elevada proporción de minerales (Britannica, 2003; Cauvain, 1998).

### **III.2 Aditivos alimentarios**

Los aditivos alimentarios son sustancias que se añaden a los alimentos intencionadamente con el fin de modificar sus propiedades, técnicas de elaboración, conservación o mejorar su adaptación al uso a que están destinados (Furia, 2000). La demanda de los consumidores, así como los desarrollos en la tecnología de alimentos permiten hoy en día, el uso de una amplia variedad de aditivos dando como resultado el abastecimiento de muy diversos alimentos de alta calidad (EUFIC, 2006).

Algunos aditivos, como la sal o el vinagre, se utilizan desde la prehistoria, los egipcios y los griegos los usaban. Los aditivos preservan, imparten sabor, mezclan, espesan y añaden color a los alimentos. Ellos permiten tener pan sin hongos, aderezos de ensalada sin separación, carnes curadas o margarinas con colores atractivos. Ellos mantienen la consistencia del producto, su calidad y reducen las deficiencias nutricionales. Los consumidores han aprendido a confiar en los beneficios tecnológicos y estéticos que los aditivos proporcionan a los alimentos. (EUFIC, 2006)

Los aditivos se derivan de diversas fuentes:

- De origen vegetal como los agentes espesantes extraídos de semillas, frutas y algas, o los acidulantes como el ácido tartárico que se obtiene de las frutas.
- Aditivos obtenidos por síntesis o biosíntesis, que son idénticos a los materiales naturales, por ejemplo algunos colorantes como los carotenoides que se encuentran naturalmente en muchas frutas y vegetales, y se pueden sintetizar.
- Aditivos obtenidos por modificación de sustancias naturales, como son los emulsificantes (derivados de aceites comestibles y

ácidos orgánicos) o los espesantes como los almidones modificados y la celulosa modificada.

- Aditivos sintéticos (no iguales a sustancias naturales), como el butilhidroxianisol (BHA) que es un antioxidante, colorantes como la indigotina o el amarillo quinolina, y edulcorantes como la sacarina. (EUFIC 1998)

Las razones por las que se emplean los aditivos en la industria alimentaria son:

- Razones económicas y sociales:  
El uso de ciertos aditivos permite que los alimentos duren más tiempo lo que hace que existan mayor disponibilidad y aprovechamiento, y por tanto se puedan bajar los precios y que exista un reparto más homogéneo de los mismos. Se busca que los ingredientes de un alimento sean aquellos de menor costo, siempre y cuando sea posible mantener la calidad deseada (Madrid, 1999; Carranza 2000).
- Razones psicológicas y tecnológicas:  
El alimento ha de ser atractivo para el consumidor, o no lo comprará. De igual forma los aditivos permiten realizar determinados tratamientos tecnológicos que sin ellos serían imposibles. Debido a la necesidad de comercializar los alimentos en sitios lejanos del lugar de producción, se añaden aditivos que aseguran su conservación y estabilidad por un largo periodo (Madrid, 1999; Carranza 2000).
- Razones nutricionales:  
En el procesamiento de los alimentos pueden perderse nutrientes, como puede suceder con la harina muy refinada, que pierde todos los minerales y vitaminas del salvado y el germen; también puede disminuir la disponibilidad de nutrientes, debido a reacciones químicas que disminuyen el valor nutritivo del alimento. Para subsanar estos problemas se utilizan aditivos, por ejemplo en México, desde 1996, la Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996 establece que todas las harinas deben ser suplementadas con hierro y ácido fólico. Existen estudios desde 1999 (Rosado), que sugieren la adición de tiamina, riboflavina, niacina y zinc, por lo que existe un anteproyecto de norma

que considera estas sugerencias, próximo a aprobar: PROY-NOM-000-SSA1-2005. Productos y Servicios. Cereales y sus productos.

Es importante no abusar de los aditivos, ni tratar de resolver cualquier problema con ellos (Madrid, 1999; Carranza, 2000).

En resumen, la incorporación de aditivos alimentarios permite a los fabricantes obtener algunas ventajas como son el mejoramiento de la calidad y la conservación de los alimentos, el aseguramiento de la salubridad de dichos productos, el incremento en la disponibilidad de los alimentos en cualquier temporada, el mantenimiento o aumento del valor nutricional, la mejor aceptación por el consumidor, así como la facilidad para la preparación de estos productos.

Las consideraciones ligadas a la protección de la salud hacen que los aditivos estén sometidos a un control legal estricto en todos los países (Furia, 2000; Carranza, 2000; Calvo1991).

Para asegurar la calidad y la inocuidad de los aditivos alimentarios, se utilizan diversos criterios: cómo son absorbidos por el cuerpo humano, su estabilidad en alimentos y bebidas, así como las cantidades en las que pueden ser consumidos de manera segura.

Las regulaciones para los aditivos alimentarios exigen que los productos se encuentren debidamente etiquetados y que provean información sobre su nombre y el propósito para el que se pretende utilizarlos.

Actualmente, los aditivos alimentarios están regulados muy estrictamente y son sujetos a revisiones de seguridad. Los aditivos permitidos se han clasificado en diversas categorías de acuerdo a las funciones que desempeñan. Cada uno tiene un nombre específico y un número de clasificación según las legislaciones de las diversas regiones del mundo. Siempre es muy importante mantener la perspectiva y asegurarse de tener toda la información actualizada concerniente a los aditivos (Saltmarsh, 2000).

Se debe advertir al consumidor que la incorporación de aditivos autorizados a los alimentos es aconsejable en muchos casos, y que no se debe considerar a

los alimentos que los contienen, como de una calidad inferior respecto a los que no los llevan.

Actualmente, los aditivos alimentarios se clasifican como sigue: (Madrid, 2000; Eufic, 2006).

- Sustancias que impiden las alteraciones químicas biológicas: antioxidantes, sinérgicos de antioxidantes y conservantes.
- Sustancias estabilizadoras de la características físicas: emulgentes, espesantes, gelificantes, antiespumantes, antiapelmazantes, antiaglutinantes, humectantes, reguladores de pH.
- Sustancias correctoras de las cualidades plásticas: mejoradores de la panificación, correctores de la vinificación, reguladores de la maduración.
- Sustancias modificadoras de los caracteres organolépticos: colorantes, potenciadores del sabor, edulcorantes artificiales, aromas.

### **III.2.1 Gomas o hidrocoloides**

Los espesantes y gelificantes alimentarios, a veces, llamados gomas hidrosolubles o hidrocoloides, son macromoléculas o material polimérico, que se disuelven o dispersan fácilmente en el agua para producir un aumento muy grande de la viscosidad y en ciertos casos, un efecto gelificante (Baduí, 1990). La importancia de las gomas en los productos alimenticios se basa en sus propiedades hidrofílicas que afectan la estructura del alimento, su textura y sus propiedades funcionales. Estos ingredientes son indispensables en los procesos modernos de alimentos pues imparten propiedades gelificantes, espesantes, emulsificantes, estabilizantes y de formación de películas (Carranza, 2000; Furia, 2000).

En la Tabla 1 se pueden apreciar una lista de las propiedades de las gomas, así como sus aplicaciones más comunes en la industria alimentaria (Furia, 2000).

**Tabla 1.**  
**Uso de Gomas en Alimentos**

<i><b>Propiedad</b></i>	<i><b>Uso</b></i>	<i><b>Ejemplos</b></i>
Adhesivo	Glaseado de pan	Agar
Agente ligante	Salchichas	Goma de algarrobo
Agente de volumen	Alimentos dietéticos	Goma arábica
Inhibidor de cristalización	Helado, jarabes de azúcar	Alginato de sodio, CMC
Agente clarificante	Cerveza, vino	Agar
Agente enturbiante	Jugos de fruta	Goma arábica
Agente de cobertura	Confitería	Goma arábica
Emulsificante	Aderezos para ensalada	Alginato de propilenglicol
Agente encapsulante	Sabores en polvo	Goma arábica
Formador de película	Salchichas, cubiertas protectoras	Alginato de sodio
Agente de floculación	Vino	Alginato de sodio
Estabilizador de espuma	Coberturas, batidos, cerveza	Alginato de propilenglicol
Agente gelificante	Pudines, postres, gelatinas saladas, espumas	Extractos de algas
Agente de desmoldado	Gomitas	Goma arábica
Coloide protector	Sabores en emulsión	Goma arábica
Estabilizador	Cerveza, mayonesa	CMC
Agente de suspensión	Leche con chocolate	Carragenina
Agente retenedor de agua	Carnes procesadas	Goma guar
Inhibidor de sinéresis	Queso, alimentos congelados	Goma guar
Agente espesante	Jaleas, rellenos para pay, salsas	Goma furcellarana
Agente de batido	Coberturas, glaseados	Metilcelulosa

Por otro lado, los hidrocoloides se pueden clasificar según su origen, en: (Carranza, 2000; FDA, 1996; Furia, 2000).

- Extractos de algas: alginatos, carrageninas y agar-agar
- Extractos de semillas y raíces: goma Guar, goma de Algarrobo, goma Tara, goma Konjac, goma de Tamarindo y *Psyllium plantago*
- Exudados de plantas: goma Arábiga, goma Tragacanto, goma Karaya y goma Ghatti
- Extractos de subproductos vegetales: pectinas, inulina
- Polímeros de origen microbiano: goma Xantana, goma Gellan y dextranas
- Derivados de la celulosa: Metilcelulosa, Carboximetilcelulosa y Celulosa microcristalina
- Derivados de almidones: Carboxi-metil-almidón, Hidroxi-etil-almidón e Hidroxi-propil-almidón
- De origen animal: gelatina y caseinatos

Las características básicas que pueden ser alcanzadas utilizando hidrocoloides son: viscosidad definida, separación de fases controlada, prevención de la sinéresis y amplia estabilidad. Además los hidrocoloides mejoran el sabor, reducen la cristalización durante el congelamiento y estabilizan la suspensión de los componentes del producto (Furia, 2000; Provisco).

Los hidrocoloides actúan como agentes de gelificación, dando una mejor dispersión y ayudando a crear productos alimenticios moldeables. Las propiedades de los hidrocoloides no iónicos tales como la goma guar o la goma de algarrobo se mantienen constantes sobre una amplia gama de pH. No obstante, un bajo valor de pH retrasa la hidratación, e influye así también en la viscosidad final (Márquez, 2001).

A continuación se presenta un breve panorama de las principales gomas utilizadas en panificación y sus características principales.

### III.2.1.1 Goma Guar y Goma de Algarrobo

La goma guar proviene de una planta que ha sido cultivada durante siglos en la India y Pakistán. También se cultiva actualmente en los Estados Unidos. Se extrae del endospermo de la semilla de *Cyamopsis tetragonolobus*, una planta anual que pertenece a la familia de las leguminosas. Las semillas de la planta guar tienen un diámetro de 4 a 5 mm (Carranza, 2000). Son dicotiledóneas, y precisamente los cotiledones son la fuente de goma.

A diferencia, la goma de algarrobo se extrae del endospermo de la semilla del algarrobo, *Ceratonia siliqua*, árbol del litoral del Mediterráneo (Furia, 2000). El fruto del algarrobo es una vaina de 20 cm de largo y de 2 a 4 cm de ancho. Cada vaina contiene semillas ovoides de 8 a 9 mm de largo. Estas semillas contienen galactomananos, que son la reserva de energía de la planta, y que son responsables de las propiedades espesantes de esta goma.

Muchas semillas de leguminosas contienen galactomananos de estructuras relacionadas, pero sólo la goma guar y la goma de algarrobo se han usado extensamente. La goma de algarrobo y su utilización como espesante datan de épocas antiguas, ya que los egipcios usaban una pasta de esta goma como adhesivo en las vendas de las momias. Sin embargo, el desarrollo de su extracción industrial comenzó a principios del siglo XX. En la década del 40, se introdujo el uso de la goma guar, debido a una escasez de semillas de algarrobo; y hacia 1950 estuvo disponible comercialmente.

Estas gomas son galactomananos formados por encadenamiento lineal de  $\beta$ -D manosa unidas en (1-4) con ramificaciones constituidas por una sola unidad de  $\alpha$ -D galactosa unida en (1-6). La goma de algarrobo tiene como promedio una unidad de galactosa por cuatro manosas, y esta relación es de 1 a 2 en la goma guar (Furia, 2000). Esta irregularidad de estructura permite explicar las diferencias de propiedades entre estas dos sustancias (especialmente la solubilidad).

La obtención de estas gomas es extremadamente sencilla, puesto que se reduce a un tratamiento mecánico. Separación de envolturas, eliminación del

germen y molienda, hasta reducir las a harina, que contiene 95% de galactomananos. Ambas son comercializadas en forma de harina. Algunos fabricantes producen también gomas de gran pureza. La semilla se solubiliza en agua caliente y las partículas insolubles se separan por filtración con tierra de diatomeas. La solución transparente obtenida se precipita con alcohol isopropílico, se lava y se prensa para remover el alcohol residual. Como última etapa, se seca, se muele y tamiza. En el mercado se encuentran diferentes tipos de goma guar con variable poder espesante. Inclusive, la goma guar se puede adquirir en forma de polvo blanco a blanco amarillento casi inodoro. Es dispersable en agua fría o caliente y su valor de pH de dispersiones acuosas varía entre 5.4 y 6.4.

El algarrobo se presenta como un polvo blanco ligeramente amarillento que gelifica fácilmente en agua caliente. La goma de algarrobo se puede hidratar en agua fría, pero es necesario el calentamiento para lograr la máxima solubilidad. La viscosidad óptima se alcanza con calentamiento y enfriamiento posterior. El intervalo de pH en el que esta goma mantiene la viscosidad es de 3 a 11, lo cual es una ventaja importante. Las soluciones de goma de algarrobo no tienen propiedades gelificantes, pero presentan excelente sinergismo con las carrageninas y los geles de agar.

Los galactomananos presentan un bajo comportamiento pseudoplástico o esquilar (Provisco). La aparente viscosidad, decrece con el incremento de la velocidad de agitación, cuando la solución es mezclada. Cuando esto pasa, las moléculas largas del hidrocóide aflojan su contacto y la red de trabajo intramolecular se degrada. Las moléculas se orientan paralelamente unas a otras, decreciendo la fuerza de su contacto y, a nivel macroscópico, la viscosidad se reduce. Tan pronto como la velocidad de agitación sobre una solución disminuye, la viscosidad obtiene sus niveles originales (Provisco).

### **III.2.1.2 Alginatos**

Los alginatos son extractos de algas pardas de la clase *Phaeophyceae*. Se encuentran a lo largo de las costas rocosas del Atlántico Norte, principalmente en los Estados Unidos, Gran Bretaña, Francia y Noruega.

El uso de las algas pardas se conoce desde épocas antiguas; los chinos y los romanos las usaban en preparaciones medicinales y cosméticas. Su producción industrial se inició en los Estados Unidos alrededor del año 1930. Al principio, los alginatos eran usados para la elaboración de alimentos enlatados destinados al consumo en altamar. El alginato de sodio es el más comúnmente utilizado, sin embargo, los alginatos de potasio, amonio y propilenglicol también son usados (Calvo, Alginatos).

Se trata de macromoléculas lineales constituidas por dos tipos de monómeros unidos en (1-4): el ácido  $\beta$ -D manurónico y el ácido  $\alpha$ -L gulurónico.

Los procedimientos de preparación están basados en las propiedades de solubilidad de los alginatos, según su estado iónico y su poder complejante con el calcio. Un tratamiento preliminar de las algas con un ácido, permite eliminar los iones calcio unidos al alginato. La solubilización de las macromoléculas se obtiene a continuación al neutralizar con una base (generalmente NaOH) formando una sal alcalina. El alginato se precipita por reacidificación, bajo la forma de ácido algínico o por la adición de cloruro cálcico, bajo forma de alginato cálcico. En algunos casos el calcio se elimina por un nuevo tratamiento ácido.

El producto terminado presenta características de filamentos finos o gruesos, o de polvo incoloro o ligeramente amarillo, de sabor y olor característicos. Los alginatos se comercializan en forma de sales sódicas, de sodio de potasio, de amonio y de calcio. Más raramente se comercializa en forma de ácido algínico.

Los alginatos de sodio, potasio y amonio son solubles en agua fría y caliente. La viscosidad de estas soluciones depende de la temperatura, la concentración y la presencia de algunos cationes. Son estables a pH de 4 a 10 y presentan propiedades excelentes para formar películas (Furia, 2000).

### **III.2.1.3 Carrageninas**

Se extraen de algas rojas de la familia *Rhodophyceae*. Su recolección manual se hace durante la marea baja entre la primavera y el otoño. Proviene de las

costas de diversos países como Francia, Chile, Brasil, Senegal, Indonesia, Filipinas, Marruecos, Argentina y Perú (Carranza, 2000).

Los residentes del condado de Carrageen en la costa sur de Irlanda usaban el “musgo irlandés” en los alimentos y medicinas hace más de 600 años. Estas algas marinas eran usadas debido a su propiedad única de gelificar la leche. Al mismo tiempo, estas algas eran también recolectadas a lo largo de las costas de Francia.

Las carrageninas, o carragenanos, son polímeros sulfatados de unidades de galactosa, unidos alternativamente  $\alpha$ -(1-3) y  $\beta$ -(1-4). Según el grado de sulfatación y la posición de los carbonos sustituidos por los ésteres sulfato, se distinguen diferentes fracciones; las principales son la kappa- ( $\kappa$ ), la iota- ( $\iota$ ) y la lambda- ( $\lambda$ ) carragenina. Cada especie está caracterizada por una composición diferente en sus diversas fracciones, y las carrageninas comerciales son mezclas más o menos enriquecidas de alguna de estas tres fracciones.

El proceso de extracción para su producción industrial se basa en dos propiedades de la carragenina: su solubilidad en agua caliente y su insolubilidad en solventes orgánicos polares. En primer lugar, las algas se lavan y se trituran bajo condiciones alcalinas para promover la extracción total del polisacárido. Luego, el extracto acuoso caliente se filtra en presencia de tierra de diatomeas, bajo presión. Así se obtiene un jarabe transparente que contiene carragenina en solución. A continuación, se la precipita con alcohol en forma de fibras, permaneciendo las impurezas en solución. Se prensa el coágulo, se lava y seca para remover el agua residual y el solvente.

Finalmente, se muele hasta obtener un polvo fino o granulado insípido e inodoro, de color blanco a beige. Este proceso permite alcanzar un producto de alta pureza (Calvo, Carragenano).

Los productos comerciales se diluyen frecuentemente con azúcares para fines de normalización y se mezclan con sal de uso alimenticio necesaria, para conseguir características de gelificación y espesamiento. La carragenina como hidrocoloide tiene la propiedad única de ser altamente reactiva con ciertas

proteínas, especialmente con las de la leche, por lo que se le usa ampliamente en la industria láctea.

#### **III.2.1.4 Agar**

El agar también es extraído de las algas rojas de la familia *Rhodophyceae*, de las especies *Gelidium*, *Pterocladia* y *Gracilaria*. Las zonas de recolección de estas algas son las costas de Japón, México y la costa oeste del Atlántico. Su estructura química es muy parecida a la de la carragenina. El dímero está constituido de un residuo de galactosa unido en (1-3) y de un residuo 6-anhidro-L-galactosa unido en (1-4).

El agar sin moler se presenta en haces de tiras delgadas, membranosas y aglutinadas, o en fragmentos escamosos o granulados. Presenta varios colores: anaranjado ligeramente amarillento, o gris amarillento, o amarillo pálido o incoloro. Es resistente cuando está húmedo y quebradizo al estado seco. El agar en polvo es blanco a blanco amarillento o amarillo pálido. Los métodos de fabricación se basan en la solubilización de estas gomas en agua a 100°C durante varias horas, a veces, en medio alcalino. Su recuperación se logra a partir de la solución filtrada por congelación, que produce una separación de fases.

Los principales usos del agar como agentes gelificantes se presentan en la industria de la panificación, en confitería, en productos cárnicos y en productos lácteos (Carranza, 2000; Furia, 2000).

#### **III.2.1.5 Goma Arábica**

La goma arábica o goma acacia es el exudado de varias especies del género *Acacia*, subfamilia *Mimosoideae*, familia *Leguminosae*. Ya los egipcios la utilizaban para hacer colorantes. La República de Sudán es el principal productor de esta goma (Colloides Naturels Internacional, 2006; Furia, 2000).

La goma arábica está formada por una mezcla muy compleja de polisacáridos y cationes de calcio, magnesio y potasio, así como algunas proteínas, que además varía dependiendo del origen de la goma. Los polisacáridos tienen

como componentes principales galactosa, arabinosa, ramnosa y ácido glucurónico, en orden decreciente de abundancia, y un tamaño relativamente pequeño, con un peso molecular del orden de los 250.000 (Calvo, Goma arábica).

La goma arábica es extremadamente soluble en agua, produciendo soluciones relativamente poco viscosas incluso a concentraciones elevadas (20%). Se utiliza como emulsificante, papel en el que son esenciales las proteínas; como estabilizante de suspensiones, especialmente en la industria de bebidas refrescantes; para formar películas protectoras; para encapsular y dispersar aromas, pigmentos y aceites esenciales en productos concentrados y en polvo. También estabiliza espumas y favorece el hinchamiento del merengue. Retrasa la formación de cristales de hielo. También se usa ampliamente en las industrias farmacéutica, cosmética, textil, del papel, de la tinta y en la industria litográfica.

Las soluciones de goma arábica son prácticamente inodoras, incoloras y sin sabor, por lo que su uso en alimentos es recomendable. También se emplean para hacer emulsiones de aceites cítricos, sabores en emulsión y para preparar sabores secados por aspersión, especialmente para bebidas. Se usa en confitería ya que retarda la cristalización del azúcar, y como espesante en dulces, gomitas, glaseados y gomas de mascar. También se usa como estabilizador de espuma en la cerveza y como adhesivo en glaseados y *toppings* (Furia, 2000; Acacia gum, 2006).

#### **III.2.1.6 Goma Ghatti**

La goma ghatti es un exudado del árbol *Anogeissus latifolia*, distribuido en India y Ceilán. Es esencialmente, la sal cálcica del ácido ghattico, un polisacárido con un peso molecular de 12,000 aproximadamente. La Goma Ghatti tiene una estructura molecular compleja. Consiste principalmente en arabinosa, galactosa, manosa, xilosa y ácido glucurónico. Sus propiedades son muy parecidas a las de la goma arábica, pero sus soluciones son más viscosas y menos adhesivas. Es soluble en agua en un 80 a 90% y es estable a pH de 3.5 a 10; pequeñas cantidades de ácido o álcali no tienen efecto sobre la

viscosidad. Se ha utilizado como sustituto de la goma arábica, debido a sus características similares (Furia, 2000).

### **III.2.1.7 Goma Karaya**

La goma Karaya es el exudado del árbol *Sterculia ureic*, nativo de la India. Químicamente es un polisacárido complejo parcialmente acetilado, que contiene ramnosa, galactosa y ácido galacturónico, con algunas cadenas laterales de ácido glucurónico (Calvo, 2006; Furia, 2000). Se ha utilizado como sustituto de la goma de tragacanto. Es muy poco soluble en agua, en frío solamente absorbe el agua hinchándose, y es muy pegajosa a concentraciones elevadas. En agua hirviendo, aumenta su solubilidad, pero se reduce la viscosidad, que no se recupera totalmente al enfriar.

Se le usa en la industria alimentaria como estabilizante de crema batida, aderezos de ensalada, merengues, helados, y como agente ligante en salchichas y otros productos cárnicos. También se utiliza en las industrias cosmética, textil y del papel.

### **III.2.1.8 Goma de Tragacanto**

La goma de tragacanto es el exudado del árbol *Astragalus gummifer*, que se encuentra en las regiones montañosas de Irán, Siria, Turquía y Asia Menor (Furia, 2000) y también se utiliza desde antiguo, al menos desde hace 2,000 años. A diferencia de la goma arábica, que suele adoptar en el árbol formas redondeadas, la goma tragacanto forma cintas y copos irregulares (Calvo, 2006).

La goma tragacanto está formada por dos fracciones principales, conocidas con el nombre de tragacantilla y basorina. La primera representa alrededor del 30% del total y es soluble en agua. La basorina es insoluble, pero se hincha para formar un gel. Ambas fracciones están formadas fundamentalmente por arabino-galactanos. La goma tragacanto es estable a pH muy bajos, y da unas dispersiones muy viscosas en concentraciones de menos del 1%; de hecho, es la goma que produce mayor viscosidad. También actúa como emulsionante, debido a la presencia de proteínas, y como estabilizante de suspensiones y de dispersiones de sólidos en materiales pastosos.

Debido a su alta viscosidad en bajas concentraciones, produce emulsiones altamente estables y su resistencia a los ácidos permite utilizarla como un excelente estabilizante a pH bajos como en los aderezos para ensaladas. También se le utiliza como estabilizante en helados y como espesante en artículos de panificación (Madrid, 1999).

### **III.2.1.9 Goma Xantana**

Numerosos polisacáridos se pueden sintetizar por microorganismos y en particular por bacterias. Actualmente, sólo la goma xantana y los dextranos se producen industrialmente. La goma xantana es un polisacárido constituido por una cadena lineal de  $\beta$ -D glucosa unida en (1-4), que lleva en su mitad una ramificación lateral con dos residuos de glucosa. Las cadenas laterales son de triolósidos constituidos por  $\alpha$ -D ramnosa, ácido glucurónico y  $\alpha$ -D ramnosa como terminal (Sungsoo, 1999).

La goma xantana es un metabolito secundario producido por la fermentación industrial de *Xanthomonas campestris* sobre sustrato glucídico. El medio de cultivo contiene además una fuente de nitrógeno y otros elementos esenciales para su actividad biológica. La fermentación inicial se lleva a cabo en diferentes tubos. Así se obtiene el inóculo para iniciar el proceso de fermentación industrial en lote. Se monitorean el pH (entre 6.0 y 7.5), la temperatura (de 18°C a 31°C), el nivel de aireación y la presencia de espuma. Una vez finalizada la fermentación, se esteriliza el caldo para prevenir la contaminación con otras bacterias. Se vacía el fermentador, se limpia y se vuelve a esterilizar para una nueva fermentación. Como la goma xantana es insoluble en solventes orgánicos, se la recupera por precipitación en medio alcohólico seguida de desecación y trituración, hasta obtener el tamaño de partícula deseado. El polvo obtenido debe almacenarse en contenedores herméticos que impidan su contacto con el aire y la humedad.

Esta goma es un polvo de color crema que es fácilmente soluble en agua fría o caliente y que forma soluciones viscosas no tixotrópicas, es decir, soluciones que recuperan sus propiedades de viscosidad con solo volverlas a agitar. La goma xantana es altamente resistente a la degradación enzimática, estable en

intervalos amplios de temperatura y pH y a altas concentraciones de alcohol (Danisco, 2005). Se usa como estabilizante, emulsificante, espesante, agente de suspensión y mejorador de espumas en alimentos (Furia, 2000; Colloides Naturels Internacional, 2006).

### **III.2.1.10 Pectinas**

Todas las plantas verdes contienen sustancias pécticas que en combinación con la celulosa son las responsables de las propiedades estructurales de las frutas y los vegetales (Genu Pectin).

Los subproductos de la industria de zumos de frutas, bagazo de manzanas y albedos de cítricos (limón, limón verde, naranja, toronja) constituyen básicamente las fuentes industriales de pectinas.

Las manzanas utilizadas provienen del norte y centro de Europa; y las cáscaras de cítricos de California, Brasil, Argentina, México, el sur de Europa y África. La pectina, de la palabra griega “*pektos*” (denso, espeso, coagulado), es una sustancia mucilaginoso de las plantas superiores (Danisco, 2005). Esta sustancia se asocia con la celulosa y le otorga a la pared celular la habilidad de absorber grandes cantidades de agua. La celulosa tiene un importante rol en la estructura ya que le da rigidez a las células, mientras que la pectina contribuye a su textura. Durante largo tiempo, el ama de casa ha utilizado la pectina contenida en las frutas “*in situ*” para “espesar” jaleas. Su extracción industrial se inició a principios del siglo XX.

Se trata de poliósidos compuestos, esencialmente, por cadenas de ácido galacturónico unidas en  $\alpha$ -(1-4). El grupo ácido está esterificado con el metanol. Las moléculas de ramnosa se intercalan en la cadena poligalacturónica por enlaces  $\alpha$ -(1-2) y (1-4) produciendo una irregularidad en la estructura de la cadena. Esta cadena lleva, igualmente, ramificaciones laterales más o menos largas. El parámetro químico más importante es el grado de esterificación (M o índice de metoxilo), es decir, el número de funciones carboxilo esterificadas por 100 grupos galacturónicos; esto permite distinguir dos grupos de pectinas:

- pectinas fuertemente metiladas (H.M. > 55 %, o *high metoxyl*);
- pectinas débilmente metiladas (L.M. < 45 % ó *low metoxyl*).

Los procedimientos de fabricación se basan en una hidrólisis, separación y recuperación. Se hidroliza la protopectina en medio ácido diluido, en caliente, removiendo así, no solo la pectina, sino también, otros productos tales como polisacáridos neutros y gomas. A continuación, las materias insolubles se separan por prensado y filtración. El extracto péctico transparente se precipita en alcohol. Luego se purifica el coagulo fibroso obtenido por lavados sucesivos con solución hidroalcohólica. La pectina fibrosa se prensa, se seca bajo vacío, se muele y luego se criba. El grado de esterificación final, depende de la temperatura, del pH y de la duración del tratamiento ácido. Se pueden obtener por lo tanto, pectinas fuertemente metiladas o pectinas débilmente metiladas. El producto comercial puede adquirirse mezclado con azúcares para regular el poder gelificante. Se presenta como un polvo blanco amarillento, ligeramente grisáceo o ligeramente pardo.

Las pectinas se utilizan en la industria alimentaria en combinación con los azúcares como un agentes espesantes, por ejemplo en la fabricación de mermeladas y confituras. La mayor parte de las frutas contienen pectina, pero no en la cantidad suficiente para formar un gel cuando se elabora mermelada, por lo que una cierta cantidad de pectina se añade para mejorar la calidad de la misma, brindándole la consistencia deseada. Cuando la pectina es calentada junto con el azúcar se forma una red, que se endurecerá durante el enfriado (Furia, 2000). La pectina también se usa para ajustar la palatabilidad de las bebidas de frutas y como estabilizante de las proteínas en los productos lácteos acidificados como el yogurt (Danisco, Pectin, 2005).

Existen otros tipos de hidrocoloides como la goma de tamarindo (Carranza, 2000) y la goma de mezquite (Periodismo de Ciencia y Tecnología, 2000) que recientemente se han incorporado a la estabilización de algunos productos alimenticios, gracias a sus propiedades de gelatinización, viscosidad y capacidad de formar películas. También de la semilla del *Psyllium plantago* se obtiene un hidrocoloide que tiene aplicación en alimentos (Furia, 2000).

### III.2.1.11 Almidones

El almidón es el polisacárido más abundante en la naturaleza y de mayor importancia comercial. El polímero del almidón se sintetiza en las plantas a partir de la dextrosa que se obtiene por medio de la fotosíntesis (Dendy, 2001). Los almidones se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza y se emplean en productos alimenticios para impartir o controlar textura, frescura, consistencia y estabilidad durante el almacenamiento. En casi todas las aplicaciones alimentarias el almidón es usado como un agente espesante.

Químicamente el almidón está compuesto por dos polisacáridos con D-glucosa como unidad básica, llamados amilasa y amilopectina (Dendy, 2001). La proporción de amilasa/amilopectina y la organización de los dos polímeros en el gránulo por medio de puentes de hidrógeno, otorgan al almidón la propiedad de la gelatinización a través del calentamiento y la retrogradación con el enfriamiento (Patil, 1995; Patil, 2005).

Es frecuente que los almidones nativos no cumplan con las especificaciones exigidas en algunos productos, por lo que pueden ser tratados por métodos físicos o químicos para lograr productos que satisfagan las condiciones de producción actuales. Los almidones modificados son ampliamente utilizados en la industria alimentaria como agentes espesantes, estabilizantes y humectantes (Carranza, 2000).

Existe una gran diversidad de almidones modificados o químicamente alterados, para uso industrial. Estos pueden ser divididos en tres tipos:

- 1) almidones entrecruzados,
- 2) almidones estabilizados y
- 3) almidones entrecruzados estabilizados (Pomerans, 1991).

Según los tipos y las modificaciones químicas, los almidones se comercializan bajo diferentes categorías, por lo que también pueden encontrarse Almidones perlados, almidones pulverizados, almidones pregelatinizados, almidones adelgazados y modificados con ácido, almidones adelgazados enzimáticamente, dextrinas blancas, dextrinas amarillas, ciclodextrinas, almidones oxidados, éteres y ésteres de almidón, éteres de almidón catiónicos,

almidones entrecruzados, almidones dialdehídicos y fracciones lineares de almidones (Pomerans, 1991)

Los almidones modificados son ampliamente usados en la industria alimentaria en las áreas de confitería, panificación, alimentos enlatados, alimentos congelados, aderezos para ensaladas, cereales inflados y alimentos para infantes.

### **III.2.1.12 Gelatina**

La gelatina es una proteína, es decir, un polímero compuesto por aminoácidos. Como siempre sucede en los polímeros, el grado de polimerización, la naturaleza de los monómeros y la secuencia en la cadena proteica determinan sus propiedades generales.

En el animal, la gelatina no existe como componente, se la obtiene por hidrólisis parcial del colágeno, su precursor insoluble. En el colágeno, la unidad básica esta formada por tres cadenas de polipéptidos, enrolladas en forma de hélice y estabilizadas por uniones intramoleculares. Esto hace que el colágeno exhiba propiedades mecánicas únicas y forme la estructura del tejido conectivo, piel y huesos de los animales.

La conversión del colágeno insoluble a la gelatina soluble constituye la transformación esencial de su elaboración industrial. El proceso puede llevar a diferentes gelatinas dependiendo de las rupturas en las uniones intramoleculares.

Se realizan diferentes pretratamientos:

- Los cueros son tratados con sales para su preservación.
- Las pieles se congelan para su almacenamiento y transporte.
- Los huesos de ganado vacuno, se desgrasan y se trituran antes de su transporte y procesamiento.

Todos los días se recogen huesos frescos que deben ser procesados dentro de las 24 horas posteriores al sacrificio del animal.

Los huesos se tratan con una solución ácida para extraer los minerales (fosfato de calcio) sin afectar los contenidos orgánicos. Después de un lavado, este

producto llamado “oseína”, se vuelve flexible. Los fosfatos se separan por precipitación con cal. La oseína y las pieles se procesan con ácidos para su hidrólisis a temperatura ambiente por un tiempo relativamente corto. Por otra parte, los cueros y la oseína se ponen en contacto con una solución de cal durante 5 a 10 semanas a temperatura ambiente. Luego se ajusta al pH requerido para la extracción de gelatina propiamente dicha.

La extracción es un proceso discontinuo, en lote, obteniendo un licor del 6 a 10 % de gelatina. Luego se filtra y concentra en forma continua en un evaporador al vacío. La solución se esteriliza a 145°C y se enfría rápidamente para gelificar la solución. Este gel es extruído en forma de granos y secado con aire filtrado y aséptico. Finalmente, se muelen los granos hasta obtener el tamaño de partícula necesario. Deben almacenarse en condiciones adecuadas, ya que son fácilmente alterables en solución o humedecidos. Se pueden adquirir también, en forma de hojas o láminas. Estas láminas son rectangulares o amorfas, delgadas, flexibles, de fractura neta, transparentes o ligeramente amarillentas, inodoras y con sabor especial muy débil (Progel Mexicana).

En la producción moderna de alimentos se emplea la gelatina para los productos más diversos siendo la razón principal de ello su capacidad singular de reaccionar al calor. La gelatina se funde a los 37° C y vuelve a estar sólida al enfriarse. Sus propiedades agradables en la ingestión la hacen imprescindible en el sector alimentario.

Además, la gelatina es una proteína, baja en calorías, libre de colesterol y de azúcar y prácticamente no contiene materias grasas. Es fácil de digerir y el organismo humano la descompone completamente. La gelatina tiene un sabor neutro, absorbe grandes cantidades de agua, forma geles y brinda una “buena sensación bucal” a los alimentos. Se puede aplicar en muchos productos de la industria alimentaria como en confitería, pastelería, productos lácteos, postres, productos cárnicos y bebidas (Gelatine Manufacturers of Europe, 2006).

### **III.2.1.13 Caseína.**

Las proteínas de la leche se clasifican en caseínas y proteínas del suero. La caseína constituye la mayor fracción de las proteínas de la leche bovina y forma geles reversibles o irreversibles de buena elasticidad (Carranza, 2000).

Las propiedades funcionales que la caseína proporciona son: emulsificante, espesante, estabilizante y retenedor de agua. Es empleada para estabilizar licores de crema, sopas y postres enlatados. También se utiliza en helados, yogurt y embutidos.

#### **III.2.1.14 Gomas sintéticas.**

La celulosa es un polisacárido insoluble en agua, pero sustituyendo ciertos grupos en la cadena de glucosa, puede hacerse soluble (Hercules, 2006). Las tres formas más comúnmente utilizadas en alimentos son sustituidas por grupos carboximetilo, metilo e hidroxipropil- metilo. El grado de sustitución varía y esto es lo que hace la diferencia y proporciona el amplio rango de viscosidades que se pueden conseguir con estos productos.

Los derivados de la celulosa más utilizados son la carboximetilcelulosa sódica o CMC, la metilcelulosa y la hidroxipropilmetilcelulosa (Furia, 2000).

La CMC se usa como estabilizante para helados y otros productos congelados, en coberturas, merengues, jaleas y pudines. La metilcelulosa se usa como aditivo alimentario para emulsificar, formar películas, espesante o agente de suspensión. La hidroxipropilcelulosa es soluble en agua debajo de 40 °C y en solventes orgánicos polares. Tiene la propiedad de formar películas flexibles y se utiliza en aderezos para ensaladas, *toppings* batidos y productos lácteos.

#### **IV. Aplicación de hidrocoloides en panadería**

Casi todas las gomas tienen usos en la industria de panificación y muchas de ellas tienen diversos usos, desde modificar las propiedades de las masas hasta estabilizar los rellenos, los glaseados y los merengues.

Frecuentemente la función de los hidrocoloides es prevenir la cristalización de los azúcares, retardar la sinéresis, contribuir a las propiedades de gelificación o espesantes, dar cuerpo o resaltar el glaseado de la superficie (Furia, 2000; Sungsoo 1999).

Aunque existen recomendaciones específicas para el uso de cada uno de los hidrocoloides autorizados en panadería, se puede hablar de que las concentraciones en general varían entre el 0.1% y el 1.5% de la formulación. (Madrid, 1999).

La elección de los ingredientes en la panificación está determinada por muchos factores, siendo los más importantes la disponibilidad de la materia prima y el costo, los procesos de elaboración y las expectativas de calidad y conveniencia del consumidor. Para poder hablar de las aplicaciones de los hidrocoloides en la rama de la panificación, es necesario dividir el área según las diferentes características que se le deseen imprimir a los productos de panificación, de acuerdo a los atributos del producto final y el proceso de elaboración, así como el método de incorporación del hidrocoloide y el caso específico de cada goma a utilizar (Smith, 2004).

Los puntos críticos que deben tenerse en cuenta para decidir el tipo de aditivos que se utilizarán en un proceso de panificación son: Inclusión de aire, expansión de las burbujas y retención de los gases. Estos factores juegan un papel determinante en la calidad del producto final, sin olvidar que la suavidad, pegajosidad y elasticidad de la masa del pan tiene que ser tal, que asegure que podrá ser manejada a través de los diversos procesos, manuales o industriales.

- Para pan blanco y de grano entero se pueden utilizar la goma de algarrobo, la goma guar, la goma xantana, los alginatos de sodio, potasio o calcio, la CMC y las pectinas para lograr los siguientes efectos (Danisco, 2005; Guarda, 2004):

- Extensión de la vida de anaquel
  - Suavización de la miga
  - Mejoramiento de la estructura de la miga
  - Estabilidad de la masa durante el horneado
  - Retención de la humedad y
  - Retraso de la pérdida de sabor por envejecimiento.
- Para pastelería se recomienda utilizar la goma xantana, la goma gellan (CP Kelco) y la goma de algarrobo (Danisco, 2005) para conseguir los siguientes beneficios:
- Estabilización de la miga
  - Prevención del hundimiento de la fruta
  - Reducción del desperdicio en la producción y
  - Mejoramiento en la tolerancia al proceso y a la variación de las materias primas
- Para pastelería se utilizan la goma de algarrobo, los alginatos, la pectina, la goma xantana y la goma guar (Danisco, 2005) para:
- Extender la vida de anaquel
  - Suavizar la miga
  - Retener la humedad
  - Retrasar la pérdida de sabor por envejecimiento y
  - Lograr decoración resistente a la humedad
- Para masas suaves y donas se pueden obtener mejoras utilizando goma de algarrobo, alginatos, CMC y pectinas (Danisco, 2005):
- Extensión de la vida de anaquel
  - Suavización de la miga
  - Retraso de la pérdida de sabor por envejecimiento y
  - Retención de la humedad
- Para los productos como donas y hojaldrados se recomienda el uso de goma xantana (Danisco, 2005) para:

- Mejorar la laminación de la masa
- Para las cremas pasteleras hechas a base de huevo, leche y azúcar se recomienda el uso de alginatos o mezclas de ellos (Danisco, 2005; Furia 2000), para:

- Desarrollo de la textura
  - Textura rebanable
  - Estabilidad en el horneado
  - Estabilidad para congelación y descongelación (Ribotta, 2004)
  - Facilidad de bombeo
  - Palatabilidad
- Para los rellenos de fruta no horneados, para los diversos productos de panificación se recomienda el uso de pectina (Danisco, Fruit fillings. 2005), la cual proporciona:
- estabilidad
  - textura
  - brillo y
  - excelente liberación del sabor.

La pectina también facilita el proceso de bombeo de estos rellenos y tolerancia a los procesos (Stauffer, 1991). Se pueden utilizar alginatos (Danisco, Fruit fillings. 2005), o goma gellan (CP Kelco) para incrementar la estabilidad de estos rellenos. El almidón, los alginatos, la carboximetilcelulosa y la goma de algarrobo son también utilizados para espesar y estabilizar los rellenos de fruta de los pays (Furia, 2000).

- Para la elaboración de tortillas se pueden usar alginatos, goma xantana o goma gellan (Tortillas, 2005; CP Kelco) logrando:
- Extensión de la vida de anaquel
  - Incremento en la retención de agua y
  - Retardo en el envejecimiento

- Para las coberturas y glaseados se recomienda el uso de goma de algarrobo, agar, alginato de sodio, carragenina, pectina o goma karaya (Furia, 2000), así como el agar (Quaglia, 1991) para evitar que el glaseado se humedezca y se pegue al empaque
- Para los merengues hechos a base de azúcar, agua y albúmina de huevo se ha reportado que la carragenina es un buen estabilizante ya sea en procesos fríos o calientes (Furia, 2000), así como el alginato de sodio, la goma de tragacanto y la goma karaya.

En la Tabla 2 se muestran las aplicaciones de los hidrocoloides en los productos de panificación, resumiendo la información anterior.



**Tabla 2. Aplicaciones de los hidrocoloides en Productos de panificación**

	Pectina	Almidones modificados	Agar	Alginatos	Carragenina	Gomas				
						Arábica	Xantana	Karana	Tragacanto	Algarrobo
<b>Pan</b>	Estabilidad					Estabilidad. Aumento de la vida de anaquel	Estabilidad	Retarda envejecimiento		Aumento de la vida de anaquel. Retarda pérdida de sabor
<b>Miga</b>	Mejora estructura				Mejora estructura		Suavidad			Mejora estructura. Suavidad
<b>Masa</b>	Estabilidad en el horno			Estabilidad	Textura. Fuerza		Evita pérdida de gas	Reduce tiempo de batido		Evita pérdida de gas. Suavidad. Retención de agua
<b>Dona s</b>				Aumento de la vida de anaquel. Suavidad	Mejora textura		Mejor laminación de la masa	Retención de agua. Retarda envejecimiento.		Retención de agua. Retarda envejecimiento
<b>Pastel es</b>	Suavidad. Retención de agua			Retención de agua. Decoración duradera	Mejora textura		Retención de agua. Viscosidad. Decoración duradera.		Espesante. Textura	Retención de agua. Viscosidad
<b>Rellen os de fruta</b>	Estabilidad. Textura. Brillo. Liberación del sabor. Fácil bombeo.	Espesantes. Amplio rango de pH. Altas temperaturas. Claridad	Liga agua. Previene sinéresis. Brillo	Evita sinéresis. Suspensión de la fruta	Evita sinéresis. Suspensión de la fruta		Viscosidad. Textura. Evita sinéresis		Espesante. Suspensión. Brillo	Retención de agua. Control de sinéresis.
<b>Merme ladas</b>	Gel. Brillo. Estabilidad		Gel. Retarda sinéresis	Gel. Retarda sinéresis			Gel. Espesante			
<b>Pan dulce</b>							Retención de agua. Estabili			

							dad			
--	--	--	--	--	--	--	-----	--	--	--

**Continuación Tabla 2. Aplicaciones de los hidrocoloides en Productos de panificación**

	Pectina	Almidones modificados	Agar	Alginatos	Carragenina	Gomas				
						Arábica	Xantana	Karana	Tragacanto	Algarrобо
<b>Tortillas</b>				Aumento de la vida de anaquel		Ligante	Aumento de la vida de anaquel			
<b>Glaseados</b>	Brillo. Estabilidad		Brillo. Estabilidad	Evita pegajosidad. Brillo. Estabilidad	Brillo. Estabilidad	Mantiene humedad. Control de cristalización		Ligante	Brillo. Textura	Viscosidad
<b>Merenques</b>			Estabilidad. Evita goteo.	Estabilidad	Textura. Estabilidad	Evita goteo. Textura		Ligante	Estabilidad. Aumento de la vida de anaquel	Estabilidad. Retención de agua
<b>Cremas</b>		Estabilidad		Estabilidad. Aireado. Evita sinéresis	Estabilidad			Estabilidad		Estabilidad

**Continuación Tabla 2. Aplicaciones de los hidrocoloides en Productos de panificación**

	<b>Goma guar</b>	<b>CMC</b>	<b>Metilcelulosa</b>	<b>Hidroxi-propil-metilcelulosa</b>
<b>Pan</b>	Retarda envejecimiento	Estabilidad		
<b>Miga</b>	Suavidad	Suavidad. Mejora estructura	Mejora estructura. Retención de gas	
<b>Masa</b>	Elevación. Consistencia. Conservación	Retención de agua y de gas	Retención de gas sin pérdida de brillo	
<b>Donas</b>	Sustituye parcialmente al huevo. Retención de agua. Retarda envejecimiento	Mejora la masa. Suavidad. Reducción de absorción de grasa. Retarda envejecimiento		
<b>Pasteles</b>	Retención de agua. Viscosidad	Retención de agua. Viscosidad		
<b>Rellenos de fruta</b>		Estabilidad. Evita sinéresis	Estabilidad en el horneado	Estabilidad en el horneado Claridad
<b>Mermeladas</b>				
<b>Pan dulce</b>	Retención de agua. Estabilidad	Retención de agua. Estabilidad	Retención de agua y gas. Estabilidad	
<b>Tortilla</b>		Ligante		
<b>Glaseados</b>		Adherencia. Retención de agua. Evita cristalización		
<b>Merengues</b>	Evita goteo. Viscosidad	Evita goteo. Suavidad. Viscosidad		
<b>Cremas</b>			Estabilidad. Previene sinéresis.	

## **V. Discusión**

Para definir los criterios de selección de los hidrocoloides a utilizar en un proceso determinado, es necesario tomar en consideración algunos factores muy importantes.

Es imprescindible la identificación plena del producto que se producirá, así como el establecimiento de las características del alimento que serán aportadas o modificadas por algún aditivo, y la decisión del aditivo a usar con base en su funcionalidad.

Una vez ya identificada la funcionalidad requerida, es necesario comparar las propiedades de los aditivos del grupo genérico correspondiente sin olvidar la compatibilidad, la eficiencia, las interacciones, la estabilidad, el costo y el efecto que tendrá el aditivo en la aceptación por el consumidor.

También es muy importante recordar que existe una legislación para la inclusión de los aditivos dentro de cada producto, por lo que es necesario precisar el lugar de producción y el lugar de comercialización del producto, ya que las normas varían en diferentes países y, a veces, en algunas regiones.

En México es la Secretaría de Salud, la encargada de regular estos productos mediante el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, así como las Normas Oficiales Mexicanas (NOM). En Julio de 2006 se firmó con la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), que es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Salud y que tiene como misión proteger a la población contra riesgos sanitarios, el Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes para los alimentos (COFEPRIS; 2006).

En la Tabla 3 se enlistan los hidrocoloides autorizados en la industria alimentaria, bajo este acuerdo.

**Tabla 3.****Hidrocoloides permitidos como aditivos y/o coadyuvantes en México según Acuerdo con COFEPRIS.**

<b>SIN*</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre químico y sinónimos</b>
400	Acido algínico.	Acido polimanurónico.
1422	Adipato acetilado de dialmidón.	Almidón modificado.
406	Agar.	Agar agar. Gelosa.
403	Alginato de amonio.	Sal de amonio del ácido algínico. Alginato amónico.
404	Alginato de calcio.	Sal de calcio del ácido algínico. Alginato cálcico.
402	Alginato de potasio.	Sal de potasio del ácido algínico. Alginato potásico.
405	Alginato de propilenglicol.	Ester 1,2- propanodiólico del ácido algínico. Alginato de hidroxipropilo. Alginato de 1,2-propanodiol.
401	Alginato de sodio.	Sal de sodio del ácido algínico. Alginato sódico.
1420	Almidón acetilado.	Almidón modificado.
1404	Almidón oxidado.	Almidón modificado.
1403	Almidón blanqueado.	Almidón modificado.
Nr**	Almidón hidrolizado hidrogenado	Poliglucitol
1401	Almidones tratados con ácidos.	Almidón modificado.
1402	Almidones tratados con álcalis.	Almidón modificado.

1405	Almidones tratados con enzimas.	Almidón modificado.
469	Carboximetilcelulosa	Carboximetilcelulosa enzimáticamente hidrolizada. CMC
466	Carboximetilcelulosa de sodio.	Sal de sodio del éter carboximetílico de celulosa. Carboximetilcelulosa sódica. CMC sódica. Glicolato celulosa de sodio. Goma celulosa. Na CMC.
407	Carragenato de amonio.	Carragenato amónico.
Nr**	Carragenato de calcio.	Carragenato cálcico.
407	Carragenato de potasio.	Carragenato potásico.
407	Carragenato de sodio.	Carragenato sódico.
407	Carragenina.	Polisacárido de D-galactosa y 3,6-anhidro-galactosa Euchemana. Iridofican. Furcerelan. Hipnean.
Nr**	Caseinato de calcio	Caseinato cálcico
Nr**	Caseinato de sodio	Caseinato sódico.
Nr**	Caseinato de potasio	Caseinato potásico
460 (ii)	Celulosa en polvo.	Celulosa.
460 (i)	Celulosa microcristalina.	Celulosa. Gel de celulosa.
1411	Dialmidón glicerol.	Almidón modificado.
1423	Dialmidón glicerol acetilado.	Almidón modificado.
462	Etil celulosa.	Eter etílico de celulosa.
467	Etil hidroxietil celulosa.	2-Hidroxietil éter de celulosa.

1412	Fosfato de dialmidón.	Almidón modificado.
1414	Fosfato de dialmidón acetilado.	Almidón modificado.
1442	Fosfato de hidroxipropil dialmidón.	Almidón modificado.
1410	Fosfato de monoalmidón.	Almidón modificado.
1413	Fosfato fosfatado de dialmidón.	Almidón modificado.
Nr**	Gelatina.	Grenetina.
414	Goma arábica.	Goma acacia.
Nr**	Goma damar.	Resina damar.
410	Goma de algarrobo.	Algarrobo. Goma garrofín.
Nr**	Goma de mezquite	
418	Goma gellana.	
419	Goma ghatti.	Goma india.
412	Goma guar.	Polisacáridos de alto peso molecular derivados de galactomananas. Harina guar.
416	Goma karaya.	Goma Esterculia. Goma kadaya. Katilo. Kutirra. Kullo.
417	Goma tara.	
413	Goma tragacanto.	Tragacanto.
415	Goma xantana.	
1440	Hidroxipropil almidón.	Almidón modificado.
463	Hidroxipropilcelulosa.	Eter hidroxipropílico de celulosa.

1443	Hidroxipropil dialmidón glicerol.	Almidón modificado.
464	Hidroxipropil metil celulosa Eter 2-hidroxipropílico de metilcelulosa.	
461	Metil celulosa.	Eter metílico de celulosa
465	Metil etil celulosa.	Metil etil éter de celulosa. MEC
1450	Octenilsuccinato sódico de almidón.	Almidón modificado.
440	Pectinas.	Pectina. Pectina amidada. Pectina no amidada. Pectina de bajo metóxilo.
314	Resina de guayaco.	Guayaco. Goma guayaco.

---

—

\* Sistema Internacional de numeración

\*\* No reportado

En los Estados Unidos de América, la Food and Drug Administration (FDA) ha implementado un programa de estándares para proteger la salud de los consumidores y establecer prácticas seguras en el comercio de alimentos, a través del Código de Regulaciones Federales. A través de la Organización de las Naciones Unidas para Alimentos y Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS ó WHO en inglés) se ha creado un organismo dedicado a establecer los lineamientos a seguir para el uso de aditivos en los diferentes alimentos elaborados alrededor del mundo llamado JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives).

Así mismo, la Comunidad Económica Europea posee un organismo regulador para los aditivos alimentarios, que provee a los consumidores información científica sobre seguridad y calidad de los alimentos; este organismo es el European Food Information Council (EUFIC) (Carranza, 2000).

Otro aspecto que es necesario tener en cuenta es el tipo de envase y empaque que se usará en el producto, así como el impacto que tendrá en el costo del producto final. Generalmente las dosis recomendadas para el uso de los hidrocoloides en panificación son muy pequeñas (Furia, 2000; Madrid, 1999), por lo que el impacto en el costo final no es muy grande.

Como se ha mencionado, el uso de hidrocoloides en la industria de la panificación es ya antiguo y ha permitido el mejoramiento de estos productos, la fácil distribución, consumo y preparación de estos alimentos. Su uso depende de las características que se desee obtener, de la disponibilidad del hidrocoloide en el mercado, así como del proceso de manufactura y las expectativas del consumidor (Smith, 2004). Las características del mercado actual, las vías de distribución, los hábitos de compra y de consumo de los clientes, la demanda de características especiales, hacen necesario el uso de aditivos, que por lo demás deben ser absolutamente seguros, y bien manejados por los productores. Lo que no se debe hacer es abusar de los aditivos y tratar de resolver cualquier problema con ellos (Madrid, 1999).

Así mismo, es importante considerar que el mercado de los hidrocoloides, como el mercado de los aditivos en general, ha crecido considerablemente en los últimos diez años. Actualmente el valor total del mercado es estimado en 3.7 billones de euros (Rabobank International; 2006).

En la región de México y Latinoamérica, en el año de 2005, se comercializaron 8,325,000 Toneladas de los principales hidrocoloides (pectina, goma de algarrobo, goma xantana, carragenina, goma guar y alginato). Las compañías que participan primordialmente en este segmento son Cargill, CP Kelco, Danisco, Degussa y Gelymar. Las importaciones de pectina en México en el año 2004 fueron de unos 289, 868 Kg y de 3.196 millones de dólares y se hicieron desde Alemania, Dinamarca, Francia, Estados Unidos, Brasil y Holanda. Así mismo, las importaciones de carragenina en el año de 2004 fueron por 4,463,861 Kg con un valor de 33.354 millones de dólares (Bancomext, 2006)

## **VI. Conclusiones**

1) El presente trabajo presenta un panorama general de la posibilidad y amplio campo de aplicación de los hidrocoloides en la industria de la panificación.

El uso de aditivos del grupo de los hidrocoloides en los diferentes procesos de panificación permite obtener diversas ventajas sobre los procesos en los que no son utilizados, puesto que se pueden combatir problemas como el envejecimiento del pan, su endurecimiento, la mala presentación, permitiendo satisfacer necesidades específicas del consumidor de hoy día.

2) Dado que el pan y sus derivados son productos básicos en la alimentación de las diferentes poblaciones del mundo, la tecnología ha permitido ofrecer productos de panificación que, gracias a los hidrocoloides, presentan innumerables ventajas: frescura, mayor vida de anaquel, mejor sabor, mejor consistencia, presentaciones más prácticas, mayor disponibilidad, mejor sabor, mejor textura y una variedad más amplia.

3) Gracias a los estudios que se hacen a nivel mundial sobre los efectos que pudieran presentar los aditivos alimentarios en la salud de los consumidores, es posible realizar una evaluación de riesgo/beneficio para decidir cuál es el aditivo mejor indicado en cada caso, sin poner en riesgo la salud de la población.

En general, los hidrocoloides han mostrado un aumento en su consumo, dadas las ventajas que ofrecen al ser añadidos a los alimentos, aunque no se debe olvidar que en algunos casos como los de la goma de algarrobo y la goma arábica, la tendencia es fluctuante debido a la inestabilidad política de las regiones donde se producen.

4) Aún cuando el uso de los aditivos alimentarios se ha visto frenado por las connotaciones negativas que la sociedad les ha prestado y a pesar de que se les ha considerado costosos, actualmente su uso se ha incrementado y su popularidad ha aumentado, ya que los consumidores y los productores, así como los distribuidores y los vendedores demandan productos de mejor calidad, más fáciles de preparar, servir y conservar. Es por ello que los

hidrocoloides que permiten incrementar la calidad de los productos de la industria de la panificación se incorporan cada vez más a los procesos a nivel industrial, pero también a nivel artesanal. Para los profesionales de la rama alimentaria, es un gran reto brindar a los fabricantes, alternativas razonablemente sanas y respetuosas de las buenas prácticas de manufactura para poder ofrecer mejores productos.

5) La tabla 2 es una recopilación de la información que se tiene en este momento de las muy diversas aplicaciones que se pueden hacer de los hidrocoloides en la panificación y se puede observar que la variedad es amplia y las ventajas obtenidas son también numerosas.

6) En México existe todavía un número muy elevado de productores de pan a mediana y pequeña escala, así que es necesario acudir a estos fabricantes para ofrecerles alternativas que les permitan ser más productivos y ofrecer a los consumidores productos de excelente calidad. Este reto se verá cumplido, cuando los profesionales de la industria de aditivos para alimentos se comprometan a informar adecuadamente a los productores de la panificación de estos ingredientes y de los beneficios que pueden proporcionar si su utilización se hace adecuadamente.

Es importante recordar que el mercado de ingredientes para alimentos es el reflejo del mercado global de alimentos y bebidas y que, aunque la globalización es un hecho indiscutible, la mayor parte de este mercado es local y se define por las costumbres de cada cultura y de cada región.

7) Las tendencias actuales indican que los consumidores buscan mayor variedad en los alimentos que adquieren, así como mayor sofisticación en ellos. También desean encontrar en los alimentos nuevos sabores y ventajas nutricionales, así como la inclusión de ingredientes de tipo orgánico o “étnico”, lo cual constituye un reto para los productores, que según estas tendencias, demandan a los productores de aditivos alimentarios una mayor variedad, así como una investigación constante para incluir nuevos atributos en los productos terminados.

## VII. Bibliografía

- 1) Baduí, S. (1990). *Química de los alimentos*. Editorial Alhambra Mexicana, México.
- 2) Bilheux, R., y col. (1990). *Taller y técnicas del pan*. Otero Ediciones, Editorial Garriga, España.
- 3) Calvo, R.M. (1991). *Aditivos Alimentarios. Propiedades, aplicaciones y efectos sobre la salud*. Mira Editores, Zaragoza
- 4) Carranza, V.J. (2000). *Compendio de hidrocoloides: fundamentación y aplicaciones en la industria alimentaria*. Tesis de licenciatura, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- 5) COFEPRIS. (2006). *Acuerdo por el que se determinan las sustancias permitidas como aditivos y coadyuvantes*. Secretaría de Salud. México.
- 6) Dendy, D.A.; Dobraszczyk, B.J. (2001) *Cereales y Productos derivados. Química y tecnología*. Editorial Acribia, S.A. España
- 7) Dueñas G. C., Navarrete, L. A. (2000). *Tecnología para la elaboración de pan blanco, panes integrales y pan dulce*. Tecnología de productos horneados. IPN, México.
- 8) Elguero Ortiz de Montellano, S.A. (1991). *Evaluación de la vida de anaquel de un producto de panificación utilizando diferentes materiales de envase con atmósferas controladas*. Tesis de licenciatura. Universidad Iberoamericana. México.
- 9) Encyclopaedia Britannica. (2003). *Enciclopedia Hispánica*. E. Britannica Publishers, Inc. USA
- 10) Food and Drug Administration. (1996). *Food Additives*. Food Education Foundation. USA.
- 11) Furia, T. E. (2000). *Handbook of Food Additives*. . Edited by, CRC Press, Volume I, California, USA.
- 12) Guarda, A., Rosell, C.M., Benedito, C. (2004). *Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents*. . Food Hydrocolloids; Vol. 18, Issue 2, pp.241.
- 13) Madrid, A. (1999). *Confitería y Pastelería: Manual de Formación*. Mundi-Prensa Ediciones, S.A. Madrid, España.
- 14) Márquez Mejía, José Luis. (2001). *Empleo de gomas en panificación para alargar la vida de anaquel*. Tesis de licenciatura, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- 15) Secretaría de Salud. Dirección General de Control Sanitario de Productos y Servicios. Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996. Bienes y Servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. México.
- 16) Patil, S. (1995). *Propiedades de los almidones y Maltodextrinas*. Tecnología de alimentos. México

- 17) Pomerans, Y. (1991). *Functional Properties of Food Components*. Academic, Press, Inc. USA.
- 18) Quaglia, G. (1991). *Ciencia y tecnología de la panificación*. Editorial Acribia, España.
- 19) Rabobank International. (2006). *The world of food ingredients. A case study in hydrocolloids*. Donceva, M. Netherlands.
- 20) Ribotta, P. D., Pérez, G. T., León, A. E., Añón, M. C. (2004). *Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking performance of frozen bread dough*. *Food Hydrocolloids*, Vol. 18, Issue 2, p.p305.
- 21) Rosado J.L., Camacho-Solís R, Bourges H. (1999). *Adición de vitaminas y minerales a harinas de maíz y de trigo en México*. *Salud Pública Méx*, vol.41, no. 2, p.130-137. Instituto Nacional de Salud Pública. México.
- 22) Saltmarsh Mike. (2000). *Essential Guide to Food Additives*. Leatherhead Food RA Publishing, Surrey, England.
- 23) Smith, J. (1991). *Food Additive User's Handbook*. Blackie & Son, LTD. London.
- 24) Smith, J. (2004). *Technology of Reduced Additive Foods*. 2<sup>nd</sup>. Edition. Blackwell Publishing. Canada.
- 25) Stauffer, C.E. (1991). *Functional Additives for Bakery Foods*. Van Nostrand Reinhold. New York.
- 26) Sungsoo, S.; Prosky, L.; Drerher, M. (1999). *Complex Carbohydrates in Food*. Marcel Dekker, Inc. New York.

### **Referencias electrónicas**

- 1) Bancomext (2006) World Trade Atlas. México. Consultado en agosto de 2006 en: <http://www.bancomext.com/Bancomext/portal/portal.jsp?parent=8&category=3404&document=3410>
- 2) Calvo, M. Bioquímica de los Alimentos. Alginato. Página: Milk Science. Universidad de Zaragoza. Consultado en agosto de 2006, en: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/alginato.html>
- 3) Calvo, M. Bioquímica de los Alimentos. Polisacáridos no digestibles. Página: Milk Science. Universidad de Zaragoza. Consultado en agosto de 2006, en: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/carragenano.html>
- 4) Calvo, M. Hidroquímica de alimentos. Página: Milk Science, Universidad de Zaragoza. Consultado en agosto de 2006, en: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/arabiga.html>
- 5) Colloides Naturels Internacional. (2006). Acacia Gum. France. Consultado en agosto de 2006, en: <http://www.cniworld.com>
- 6) CP Kelco. Products for Bakery Applications. Consultado en agosto de 2006, en: <http://www.cpkelco.com/applications/bakery.html>

- 7) CP Kelco. Genu Pectin. Product information. CP Kelco. Consultado en agosto de 2006, en: <http://www.cpkelco.com/food/pectin.html>
- 8) Danisco. (2005). Products and Services. Bread, plain and whole grain, bread improvers and bakery mixes. Bakery. Danisco. Copenhagen. Consultado en agosto de 2006, en: [http://www.danisco.com/cms/connect/corporate/products%20and%20services/food/bakery/bread/bread\\_en.htm](http://www.danisco.com/cms/connect/corporate/products%20and%20services/food/bakery/bread/bread_en.htm)
- 9) Danisco. (2005). Products and Services. Fruit fillings for bakery. Bakery. Danisco. Copenhagen. Consultado en agosto de 2006, en: [http://danisco.mondosearch.com/cgi-bin/MsmGo.exe?grab\\_id=0&EXTRA\\_ARG=&host\\_id=42&page\\_id=2813&query=fruit%20fillings%20for%20bakery&hiword=for%20BAKER%20BAKERIES%20BAKERS%20bakery%20FILLING%20fillings%20fruit%20FRUITBASED%20FRUITS%20FRUITY%20](http://danisco.mondosearch.com/cgi-bin/MsmGo.exe?grab_id=0&EXTRA_ARG=&host_id=42&page_id=2813&query=fruit%20fillings%20for%20bakery&hiword=for%20BAKER%20BAKERIES%20BAKERS%20bakery%20FILLING%20fillings%20fruit%20FRUITBASED%20FRUITS%20FRUITY%20)
- 10) Danisco (2005). Products and Services. Pectin. Danisco. Copenhagen. Consultado en agosto de 2006, en: [http://www.danisco.com/cms/connect/corporate/products%20and%20services/product%20range/hydrocolloids/pectin/pectin\\_en.htm](http://www.danisco.com/cms/connect/corporate/products%20and%20services/product%20range/hydrocolloids/pectin/pectin_en.htm)
- 11) Danisco. (2005). Products and Services. Tortillas. Danisco. Copenhagen. Consultado en agosto de 2006, en: [http://www.danisco.com/cms/connect/corporate/products%20and%20services/food/bakery/tortillas/tortillas\\_en.htm](http://www.danisco.com/cms/connect/corporate/products%20and%20services/food/bakery/tortillas/tortillas_en.htm)
- 12) Danisco. (2005). Products and Services. Xanthan. Danisco. Copenhagen. Consultado en agosto de 2006, en: [http://www.danisco.com/cms/connect/corporate/products%20and%20services/product%20range/hydrocolloids/xanthan/xanthan\\_en.htm](http://www.danisco.com/cms/connect/corporate/products%20and%20services/product%20range/hydrocolloids/xanthan/xanthan_en.htm)
- 13) El Ergonomista. (2005). Alimentación. Estudio de los alimentos. Proceso de panificación. Elergonomista.com. Consultado en agosto de 2006, en: <http://www.elergonomista.com/alimentos/panificacion.htm>
- 14) EUFIC. (1998) Additives, do we need them? European Food Information Council. Food Today No.2 Consultado en agosto de 2006, en: <http://www.eufic.org/web/article.asp?cust=1&lng=en&page=FTARCHIVE&artid=64>
- 15) EUFIC. (2004) Los aditivos alimentarios. European Food Information Council. Review. Consultado en agosto de 2006, en: <http://www.eufic.org/web/article.asp?cust=1&lng=es&expid=17>
- 16) EUFIC. (2006). The basics. Food additives. European Food Information Council. Consultado en agosto de 2006, en: <http://www.eufic.org/web/article.asp?cust=1&lng=en&sid=1&did=8&expid=11>
- 17) EUFIC. (2006). The basics. Food additives. What food additives are used in Europe? European Food Information Council Consultado en agosto de 2006, en: <http://www.eufic.org/web/article.asp?cust=1&lng=en&expid=>
- 18) GME. La gelatina en la industria alimentaria. (2006). Gelatine Manufacturers of Europe. Bruxelles. Consultado en agosto de 2006, en: <http://www.gelatine.org>

- 19) Hercules, 2006. Dispersion and Dissolution of CMC. Hercules International GmbH, Switzerland. Consultado en agosto de 2006, en: <http://www.herc.com/aqualon/product%5Fdata/aq%5Fbro%5Fcmc%5Fdispersn.html>
- 20) ID. (2000). La goma del mezquite, posible sustituta de la importada. Periodismo de Ciencia y Tecnología. Investigación y Desarrollo. Consultado en agosto de 2006, en: <http://www.invdes.com.mx/anteriores/Marzo2000/htm/mezquite.html>
- 21) Patil, S.K. (2005). Global Modified Starch Products Usage - Analysis and Review. Consultado en agosto de 2006, en: [http://www.researchandmarkets.com/reportinfo.asp?report\\_id=298289&t=d&cat\\_id=](http://www.researchandmarkets.com/reportinfo.asp?report_id=298289&t=d&cat_id=)
- 22) Provisco AG. Overview of Hydrocolloids. Provisco AG, Switzerland. Consultado en agosto de 2006, en: [http://www.provisco.com/h\\_hydrokolloide\\_e.htm](http://www.provisco.com/h_hydrokolloide_e.htm)
- 23) Progel Mexicana, S.A. de C.V. Grenetina. Consultado en agosto de 2006, en: <http://www.progelmex.com.mx/>