



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**TECNOLOGÍA PARA LA FABRICACIÓN DE SABORIZANTES
EN POLVO A PARTIR DEL PROCESO DE SECADO POR
ASPERSIÓN EMPLEANDO GOMA ARÁBIGA COMO AGENTE
ENCAPSULANTE.**

VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN CONTINUA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**Q U Í M I C A D E A L I M E N T O S
P R E S E N T A**

BRENDA YATZIL REYES ARTEAGA



MÉXICO, D.F.

2011



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: Profesor: Olga del Carmen Velázquez Madrazo

VOCAL: Profesor: Lucia Cornejo Barrera

SECRETARIO: Profesor: Rodolfo Fonseca Larios

1er. SUPLENTE: Profesor: Liliana Rocío González Osnaya

2° SUPLENTE: Profesor: Jorge Rafael Martínez Peniche

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

ASESOR DEL TEMA:

Q.F.B. Rodolfo Fonseca Larios

SUSTENTANTE (S):

Brenda Yatzil Reyes Arteaga

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas a las que debo agradecer su apoyo, ánimo, compañía, confianza y cariño. Algunas están conmigo y otras en mis pensamientos y en mi corazón.

A Rocío Arteaga, la mejor mamá, por tu confianza, amor, cuidados, tu apoyo para que llegara hasta donde estoy, por siempre estar a mi lado y darme fuerzas para poder seguir adelante.

A mi papá Alberto Reyes, por creer en mí, por apoyarme incondicionalmente, motivarme en mi formación académica y personal, por los consejos y la confianza que me ha llevado a lograr esto que ahora puedo compartir contigo.

A Rodrigo mi hermano querido y a Atziri mi hermana chiquita por la compañía, el apoyo y el cariño que me dan, por compartir éxitos y fracasos pero siempre estar a mi lado y saber que puedo contar con ustedes.

A mi tía Oli especialmente y a mi tía Yola quienes a lo largo de toda mi vida me han apoyado y motivado, por su gran cariño, su confianza y porque nunca dudaron de mí.

A mi abuelito Martín por ser un gran ejemplo de vida, fortaleza y trabajo.

A mis tíos Elia y Telo, mis primos que son mas como mis hermanos Diego y Vania; en general a toda mi familia por ser parte de mi vida y un gran apoyo, se que cuento con todos ustedes.

A Juan, por llegar en el mejor momento a mi vida, por tu apoyo, consejos, regaños, comprensión, por escucharme cuando más lo necesito y por estar siempre a mi lado.

A todos mis grandes amigos sin excluir a ninguno, pero en especial a Guille, Karina, Carla, Nydia, Chantal, Cinthia, Luis Ángel, Gibran, Adrian y Davo, mil gracias por todos y cada uno de los maravillosos momentos que hemos vivido juntos y los no tan buenos, las desveladas y por el simple hecho de estar conmigo siempre.

A todos mis profes, no solo de la carrera si no de toda la vida, a las Maestras Rosalva, Rosa María y Guadalupe por todo su apoyo, comprensión y amistad, porque gracias a todos ustedes he llegado hasta aquí.

A mi asesor Rodolfo, una de las personas que más admiro por su inteligencia, conocimientos y por ser una gran persona, muchas gracias por tu disposición y ayuda brindada.

A Paula por su gran apoyo para llevar a cabo este trabajo.

Brenda.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN. MERCADO DE LOS SABORIZANTES	1
2. CONTENIDO TEMÁTICO	3
2.1 Saborizantes	3
2.1.1. Situación del mercado de saborizantes	5
2.1.2. Usos y aplicaciones de saborizantes en polvo	6
2.1.3. Sabores secados por aspersión.....	9
2.2 Hidrocoloides	14
2.2.1. Algunos agentes encapsulantes para sabores	16
2.2.2. Goma Arábica.....	16
2.2.2.1. Propiedades	18
2.2.2.2 Ventajas en su uso	20
2.3 Proceso de encapsulación	21
2.4 Secado por aspersión. Tecnología.....	23
DISCUSIÓN	31
CONCLUSIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	33

1. INTRODUCCIÓN. MERCADO DE LOS SABORIZANTES

En los últimos 35 años el conocimiento de la química y la tecnología de los sabores se ha desarrollado enormemente realizándose nuevos desarrollos en el área de saborizantes como, aumentos en estabilidad y vida de anaquel, sistemas de liberación secuencial, sistemas de bloqueo, productos de sensaciones, investigación profunda de componentes no volátiles, sistemas de bloqueo y enmascaradores para percepciones no deseadas, sabores para compensar reducciones en sodio o sacarosa y sistemas de encapsulación empleando distintas técnicas y agentes de encapsulación entre otros retos . Es por esto que el segmento de los saborizantes domina la industria alimentaria principalmente por el creciente consumo de comida rápida, aperitivos y refrescos en los países en desarrollo.

En los últimos diez años se han manifestado ciertas tendencias que ayudan a explicar el fuerte aumento en la demanda de saborizantes, teniendo áreas de alto potencial como por ejemplo: los extractos de frutas y vegetales, extractos de hierbas y especias, etc. La finalidad del uso de éstos es muy versátil como elaborar un producto más atractivo, crear nuevos y mejores conceptos, compensar cambios de materias primas, formulación o procesos con influencias en la percepción organoléptica.

Al estar innovando en sabores encapsulados, también van creciendo el mercado y la investigación para encontrar los mejores agentes encapsulantes así como las

diferentes técnicas para llevar a cabo dicha encapsulación, esto con la finalidad de obtener productos con mayores ventajas.

El segmento de los saborizantes es privilegiado por las tendencias mostradas por las nuevas generaciones de consumidores de alimentos, el rápido crecimiento demográfico y el cambio de preferencias y exigencias del consumidor, dando lugar a un aumento general en la demanda de sabores, teniendo como reto la industria de saborizantes la factibilidad de evocar una respuesta positiva hacia el alimento.

2. CONTENIDO TEMÁTICO

2.1 Saborizantes

Según la Sociedad de Químicos Saboristas (The Society of Flavor Chemists), “el sabor es una sustancia que puede ser una entidad química única, o una mezcla de productos químicos de origen natural o sintético, cuyo objetivo principal es proporcionar total o parcialmente los efectos particulares en cuanto a sabor en cualquier producto alimenticio o de otra índole que sea ingerido” (Branen, *et al.*, 2002).

La Organización Internacional de la Industria del Sabor (IOFI, por sus siglas en inglés) define a los saborizantes desde el punto de vista de la industria: “concentrados preparados con o sin disolventes o vehículos, usados para impartir sabor, con la excepción únicamente de los sabores básicos: salado, dulce, ácido y amargo. No están destinados a ser consumidos como tal” (IOFI, 2008).

El sabor es uno de los atributos muy importantes para la aceptación de un alimento. Frecuentemente se define como la sensación percibida por la combinación de los sentidos del gusto y el olfato asociados a un alimento. Contienen los principios sávido-aromáticos, extraídos de la naturaleza (vegetal o animal) sustancias artificiales o naturales, capaces de actuar sobre los sentidos del gusto y del olfato, pero no exclusivamente, ya sea para reforzar el propio o transmitiéndole un sabor y/o aroma determinado (Jobari, 2010).

Un saborizante es una mezcla compleja de químicos aromáticos con grupos funcionales diversos como ácidos orgánicos, aldehídos, aminas, cetonas, carbonilos piranonas, pirazinas, piridinas, fenoles, ésteres, etc., que le van a proporcionar características propias y únicas a un alimento. Los sabores se presentan de acuerdo con su forma física en: líquidos, polvos y emulsiones, los cuales tienen la capacidad de impartir acidez, dulzura, un carácter salado o amargo e incluso pungencia a un alimento que en combinación con el sentido del olfato y los químicos aromáticos del alimento le darán la característica definitiva de sabor a un alimento (Belitz, 1997).

Los sabores por su fuente de origen se pueden dividir en tres grupos: artificiales, naturales e idénticos al natural. Los sabores artificiales, son mezclas complejas de químicos aromáticos generalmente reconocidos como seguros para consumo humano (GRAS por sus siglas en inglés) que poseen alto poder saborizante y presentan una vida de anaquel mayor que la de los saborizantes naturales. Los saborizantes naturales por su parte son aquellos que han sido directamente extraídos u obtenidos de una fuente natural por métodos físicos y cuya intensidad normalmente es menor que la obtenida con saborizantes artificiales, siendo común que su vida de anaquel sea menor. Finalmente los sabores idénticos al natural, son aquellos cuyo perfil de aromáticos es químicamente idéntico al del sabor natural, pero a diferencia de éste, se elabora a partir de químicos aromáticos sintetizados a nivel laboratorio e industrial y que normalmente tienen un mayor poder saborizante que los naturales pero menor que el de los artificiales; como por

ejemplo la vainillina, chocolate, menta, plátano, fresa, frambuesa, entre otros (Branen, *et al.*, 2002).

2.1.1. Situación del mercado de saborizantes

La industria alimentaria está siempre en pos de satisfacer las necesidades de los consumidores incluyendo sus expectativas sensoriales, para lo cual se desarrollan nuevas tecnologías que permiten crear nuevos productos que aporten al consumidor toda la gama de sensaciones que éste requiere.

Los grandes retos en la actualidad de la industria de saborizantes van más allá del simple reconocimiento de las frutas, vegetales, hierbas o especias, buscan la posibilidad de evocar una respuesta emocional positiva hacia el alimento por parte del consumidor (Schatzman, 2008).

La demanda de saborizantes de la industria alimentaria es tan grande y diversa como sus productos. Los consumidores hoy en día buscan sabores que despierten sensaciones agradables al ser percibidos, que tengan mayor durabilidad y que sean de excelente calidad; ya que éstos pueden aportar una cualidad diferente al producto o bien redondear el sabor del alimento que se está degustando. Es por ello que el segmento de los saborizantes tiene día con día una más importante participación en el mercado global de los alimentos (Mc. Gregor, 2004)

En los años recientes en México se ha intensificado el uso de saborizantes con el objeto de proporcionar a los diferentes productos alimenticios un sabor

homogéneo, además de aportar grandes ventajas económicas. La de alimentos en polvo es una de las categorías de más rápido crecimiento en México y en el mundo; dicho incremento se debe a la constante innovación por parte de las marcas líderes en el mercado, con mejoras notables en la calidad y la estabilidad de los productos en venta; así como en inversiones cada vez mayores tanto en publicidad como en investigación, desarrollo y producción (Mc. Gregor, 2004).

La incorporación de saborizantes en polvo en esta categoría de alimentos ofrece nuevas alternativas al consumidor ya que éstos presentan una excelente calidad, uniformidad en su intensidad, mayor estabilidad durante su almacenamiento y además permite poder ofrecer productos que estén fuera de temporada (Schatzman, 2008).

2.1.2 Usos y aplicaciones de saborizantes en polvo

Los sabores en polvo son principalmente hidrosolubles, pero pueden también ser aplicados en emulsiones (aceite/agua), garantizando la uniformidad en cuanto la apariencia y atributos de aroma y sabor en el producto final (Jobari, 2010).

Los sabores en polvo son usados principalmente en productos que llegarán físicamente en polvo al consumidor final con objeto de ser reconstituidos para su consumo, aunque también pueden ser aplicados en cualquier tipo de producto ya que su utilización es más práctica (Jobari, 2010).

Principales usos y aplicaciones de los saborizantes en polvo (Deiman, 2005; Novarom, 2003):

- Gelatinas en polvo.
- Alimentos congelados.
- Alimentos deshidratados.
- Botanas.
- Polvos para preparar bebidas.
- Bebidas isotónicas.
- Bebidas alcohólicas.
- Refrescos.
- Harinas preparadas para pastel, donas, pizza.
- Sopas instantáneas, condimentadas, condensadas.
- Pastas.
- Salsas.
- Quesos.
- Bebidas lácteas en polvo.
- Chocolates en polvo.
- Consomés.
- Cereales.
- Goma de Mascar.
- Helados.
- Té en polvo.
- Pan.

- Atole.
- Galletas dulces o saladas.
- Cárnicos.
- Fórmulas alimenticias

Los niveles de aplicación de los saborizantes son muy variables. Algunos se encuentran entre 0.05 y 0.1 % del peso total del aliento, pero hay casos en que el nivel va desde el 0.01 hasta el 2%. Debido a la composición de los diferentes productos, un mismo saborizante puede tener diferentes grados de aplicación (Novarom, 2003).

Las aplicaciones de los saborizantes son muy diversas como (Novarom, 2003):

- Otorgar una característica propia de sabor.
- Suplir, reemplazar o realzar un sabor existente, eventualmente disminuido debido a procesos empleados en su elaboración o la utilización se sucedáneos.
- Eliminar o enmascarar características indeseables (notas amargas o sabores residuales metálicos de algunos compuestos o edulcorantes).
- Existen varios tipos de alimentos industrializados en los cuales el sabor es un atributo esencial, la razón de ser, como golosinas, bebidas, postres, etc.

2.1.3. Sabores secados por aspersión

La estabilidad de los sabores en los diferentes alimentos es de gran interés en la Industria Alimentaria por la enorme relación que mantiene con la calidad y aceptabilidad de los alimentos (Múrua *et al.*, 2007). Es por esto que los sabores pueden ser considerados como los ingredientes más importantes en las formulaciones, además son delicados o volátiles por lo que es de suma importancia preservarlos (Schatzman, 2008).

La mayoría de los sabores en polvo que se pueden encontrar en la industria son producidos mediante la técnica de secado por aspersión, debido a que es el proceso más utilizado y mejor conocido en la Industria para encapsular el sabor, además de ser el principal método utilizado para realizar la transformación de aditivos y alimentos líquidos en sólidos (Murúa *et al.*, 2009).

La fabricación de sabores secados por aspersión se remonta al año de 1927, la tecnología para este proceso se desarrolló rápidamente con el paso de los años; pero manteniendo el principio básico y siendo la goma arábiga el material preferido para este proceso. (García, n.d.).

El Secado por Aspersión es un proceso simple, apropiado para materiales sensibles al calor ya que el tiempo de exposición a altas temperaturas es muy corto, se tiene una buena retención de volátiles y es efectivo en la protección de éstos, proporciona una buena estabilidad del producto final. Además, produce partículas de buena calidad, es económico, flexible (Parra, 2010), y la mayor eficiencia de encapsulación se alcanza con este proceso de secado y se

encuentra entre el 96 y 100%, valores mayores en comparación con otros métodos (López *et al.*, 2008).

El principio de Secado por Aspersión de sabores consiste básicamente en la producción de un polvo seco partiendo de la mezcla o emulsión de sabor y una solución de goma arábica en agua, que es atomizada en finas gotas en una corriente de aire caliente en movimiento en una cámara de secado de forma tal que la interacción aire-gota sea mínima evaporando el agua y permitiendo así que el material activo (sabor) de la emulsión quede retenido y sellado en la película del material encapsulante, protegiéndolo de cambios posteriores (Parize *et al.*, 2008).

Todas las condiciones del proceso deben ser controladas pero principalmente la temperatura, sin embargo ésta solo produce daños muy ligeros cuando los sabores son muy delicados o sensibles, pero en general se producen sabores de alta calidad y gran estabilidad (Gracia *et al.*, 2004).

La base principal para elaborar un sabor en polvo consiste en preparar una emulsión de aceite en agua con la goma arábica para que cuando el agua sea evaporada encapsule la gota del saborizante evitando que éste se evapore, oxide y que absorba humedad del aire (García, n.d.).

La emulsión se realiza con una concentración del 20 al 30 % del sabor a encapsular y de un 80 a un 70% de la goma arábica, aunque también se puede reducir la concentración del sabor entre un 12 y 10%. De esta manera la vida de anaquel del sabor se puede prolongar. La preparación de la emulsión es de suma

importancia, ya que cuanto mejor sea la emulsión mejor será la protección del sabor (Sink *et al.*, 2001).

En la actualidad la producción de sabores en polvo sigue el siguiente proceso (CNI, 2010; McNamee, 2001):

1. El sabor, aproximadamente un 8% (fase liposoluble), la goma arábica en un 32% y el agua un 60% (fase hidrosoluble) se mezclan para realizar una preemulsión, cortando la tensión del sistema.
2. La preemulsión es homogeneizada en un homogenizador a una baja presión de 150 a 300 kg/cm²; para que se distribuya el sabor uniformemente en todo el cuerpo de la solución.
3. Una vez realizada la homogeneización se realiza la emulsión, mientras más pequeñas sean las moléculas de grasa, mejor será el producto y la estabilidad de este.
4. La emulsión es introducida en el secador, en donde la temperatura de entrada oscila entre los 160 y 200°C. A pesar de ser una temperatura relativamente alta las gotas del líquido atomizado se calientan menos debido a la corta duración del secado (segundos), lo que evita la degradación del producto, ya que a pesar del aporte de aire caliente este sustrae calor por la vaporización del disolvente. Al final del proceso la temperatura de salida del producto va de los 85 los 95°C.

La goma arábica permite llevar a cabo el secado por aspersion a temperaturas más altas, no se requieren condiciones especiales de aire ya que el polvo se enfría y se transporta fuera del secador (Favaro *et al.*, 2010).

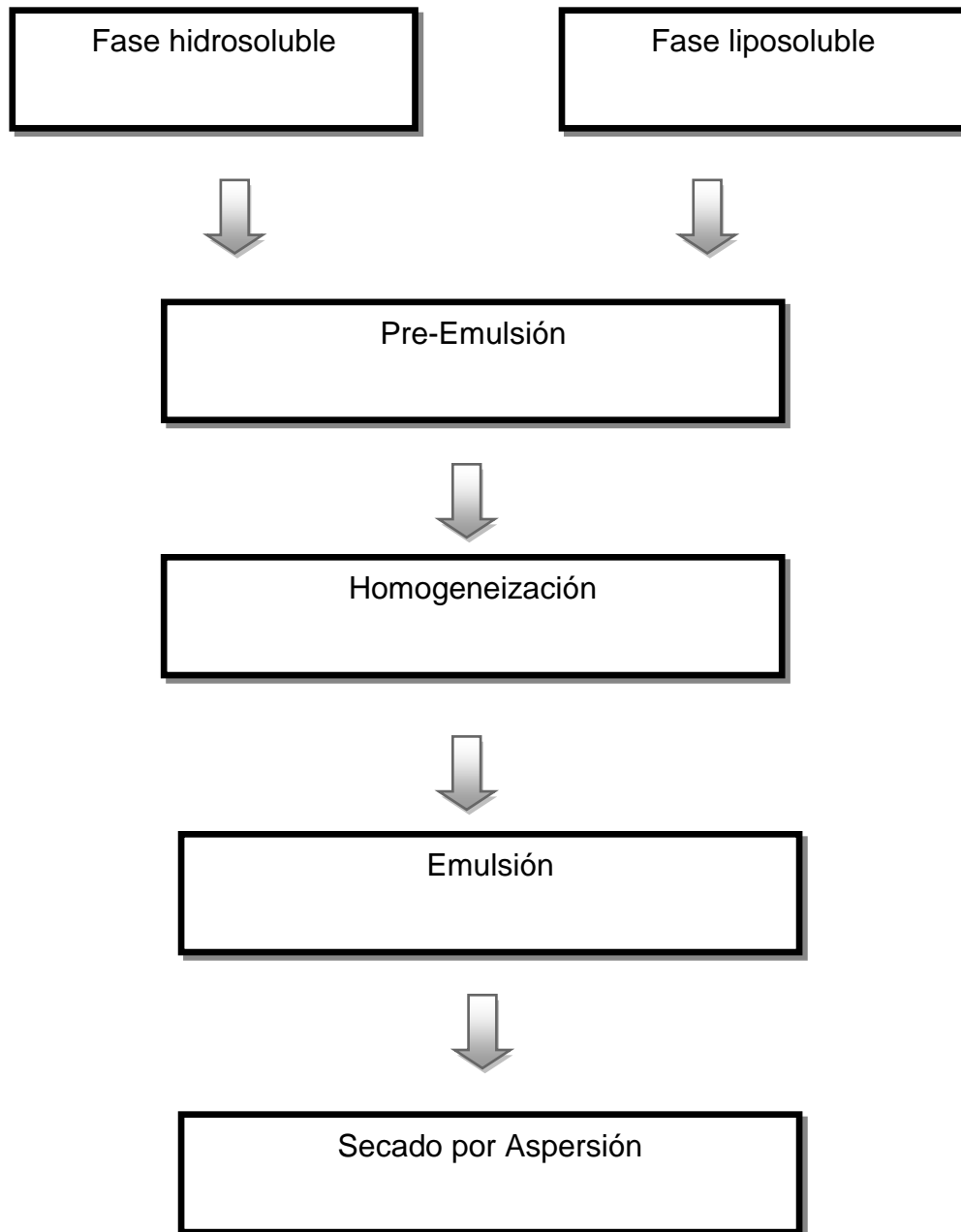


Diagrama 1. Proceso de elaboración de sabores encapsulados (CNI, 2010).

El producto final es de excelente calidad tanto por el proceso empleado como por la goma que no imparte sabor ni aroma a éste, y proporciona al producto una buena liberación del sabor.

La liberación del sabor puede ser definida como un proceso por el cual el ingrediente (sabor) está disponible en distintos tiempos deseados a una velocidad específica (Madene *et al.*, 2006). El compuesto encapsulado se libera gradualmente del compuesto que lo ha englobado o atrapado a velocidad controlada bajo la influencia de condiciones específicas (Anal *et al.*, 2007).

Los métodos de liberación del sabor de las cápsulas se pueden llevar a cabo por una disolución normal en agua, por esfuerzos de cizalla, por temperatura, por reacciones químicas o enzimáticas y por cambios de presión osmótica; esta liberación puede ser controlada por difusión de la pared de la cápsula o por una membrana que cubre la pared. La permeabilidad a través de la matriz y la solubilidad del componente de la pared de la cápsula influyen en la velocidad de liberación. El compuesto que va a difundir debe ser soluble en la matriz (Yañez *et al.*, 2002).

La eficacia de la liberación va a depender de la composición y estructura de la pared, pero también de las condiciones de operación de la producción y uso de estas partículas: temperatura, pH, presión, humedad (Funchs *et al.*, 2006).

La naturaleza química, morfológica y temperatura de transición, el grado de hinchamiento y de entrecruzamiento también influyen en la difusión de la

membrana aunque puede disminuir la velocidad de liberación (Fernández *et al.*, 2001).

2.2 Hidrocoloides

Los hidrocoloides son polisacáridos de alto peso molecular, que presentan una alta afinidad por el agua donde pueden ser disueltos en mayor o menor proporción y que al interactuar con otras moléculas son capaces de modificar las propiedades reológicas aumentando la viscosidad de un líquido y llegando incluso a gelificar, así mismo modifican la textura, actúan como estabilizantes o espesantes (Cubero *et al.*, 2002)

Estos compuestos son considerados por la FDA (Food & Drug Administration) como ingredientes y como aditivos alimentarios, mientras que la Comunidad Económica Europea (CEE) y la Legislación Mexicana únicamente los consideran como aditivos alimentarios, pero todos son considerados como GRAS, teniendo como límites de aplicación las buenas prácticas de fabricación (BPF). Pueden ser identificados en la CEE con la letra E y un número de cuatro cifras que comienza por 4.

Los hidrocoloides pueden ser clasificados en gomas o hidrocoloides naturales, gomas o hidrocoloides semisintéticos y gomas o hidrocoloides sintéticos. Dentro de los naturales se puede encontrar a los exudados de árboles: goma arábica, tragacanto, karaya, ghatti; semillas y raíces: goma guar, algarrobo, tara, konjac, tamarindo, *Psylum Plantagum*; extractos de algas: agar agar, carrageninas,

alginatos; así como pectinas, gelatina y almidón. Los hidrocoloides semisintéticos son: los obtenidos por fermentación microbiana: goma xantana, gellana, dextrano; derivados de celulosa: carboximetilcelulosa, metilcelulosa, o la celulosa microcristalina; derivados de almidones: carboximetilalmidón, hidroxietilalmidón, hidroxipropilalmidón y otras como la pectina de bajo metoxilo, carboximetilguar, alginato de propilenglicol. Dentro de la clasificación de las gomas sintéticas están los polímeros vinílicos y los acrílicos (Branen *et al.*, 2002).

Los hidrocoloides son empleados para minimizar los defectos de los productos naturales, como elemento principal en la elaboración de algún producto, para ayudar a mantener la estabilidad de los productos, aportar viscosidad o gelificar, incrementando la satisfacción sensorial y produciendo nuevos sistemas y productos alimenticios.

Las propiedades funcionales de los hidrocoloides son características de cada uno, pero en general se puede decir que poseen propiedades primarias como la viscosidad y la gelificación y las secundarias como la adhesividad, atrapar aire, clarificar, dispersar partículas, emulsificar, enturbiar, inhibir la cristalización y encapsular (Cubero *et al.*, 2002).

2.2.1. Algunos agentes encapsulantes para sabores

Existe una gran variedad de materiales encapsulantes, sin embargo, es importante considerar las características de éstos en cuanto a flexibilidad, fuerza o resistencia, permeabilidad, facilidad de aplicación, naturaleza hidrofóbica o

hidrofílica, ya que todas ellas influirán en las características del producto final (Arancibia, 1981).

Entre los materiales de recubrimiento disponibles están (Yañez *et al.*, 2002):

- Polisacáridos (gomas, hidratos de carbono, celulosas, almidones, maltodextrinas).
- Lípidos (ceras y grasas).
- Materiales inorgánicos (sulfato de calcio, silicatos).
- Proteínas (gluten, gelatina, proteína de soya, caseinatos, zeína).

Estos encapsulantes deben de tener la capacidad de proporcionar una emulsión que sea estable y tener excelentes propiedades de formación de películas para proporcionar una capa protectora del agente activo durante la encapsulación (Yañez *et al.*, 2002).

2.2.2. Goma Arábica

La más antigua y mejor conocida de todas las gomias, también conocida como (goma acacia, goma de Turquía, goma Senegal o E414 en la lista de aditivos de la Unión Europea); exudado gomoso natural, obtenido por la incisión en troncos y ramas de árboles pertenecientes a las familia de las Acacias. *Acacia senegal* (L. Willdenow) y *Acacia seyal* (*fam. leguminosae*) (JEFCA 1998).

Es una sal neutra o ligeramente ácida (pH 4.0-5.5) de un polisacárido complejo que contiene iones calcio, magnesio y potasio en su molécula (Pasquel, 2001).

La goma arábica es un heteropolisacárido natural, perteneciente a la familia de los arabinogalactanos. Su molécula está formada por una mezcla variable y compleja de oligosacáridos, arabinogalactanos, polisacáridos y glicoproteínas (Phillips et al., 2005). Es un polisacárido muy ramificado cuya cadena principal es de β -galactopiranososa a la cual se le unen residuos de ramnopiranosas, arabinopiranosas, arabinofuranosas, ácido glucurónico, ácido 4-O-metilglucurónico y glicoproteínas (Prakash, 1990).

La estructura consiste en dos fracciones (Fig. 1): una que representa el 70% y que se compone de polisacáridos con poco o ningún material nitrogenado, y la fracción restante contienen moléculas de elevado peso molecular y proteínas como parte de su estructura integral (Be Miller *et al.*, 1996). El material nitrogenado es de carácter proteínico, corresponde hasta el 10% del peso total, por esta razón la goma arábica es denominada como un complejo proteico-arabinogalactano. La fracción proteínica está constituida por 400 residuos aminoacídicos con 18 aminoácidos diferentes de los cuales el 50% corresponde a hidroxiprolina, serina y prolina y se considera muy probablemente que la unión al polisacárido se presenta por la vía hidroxiprolina unida a residuos de arabinosa (Phillips *et al.*, 2005).

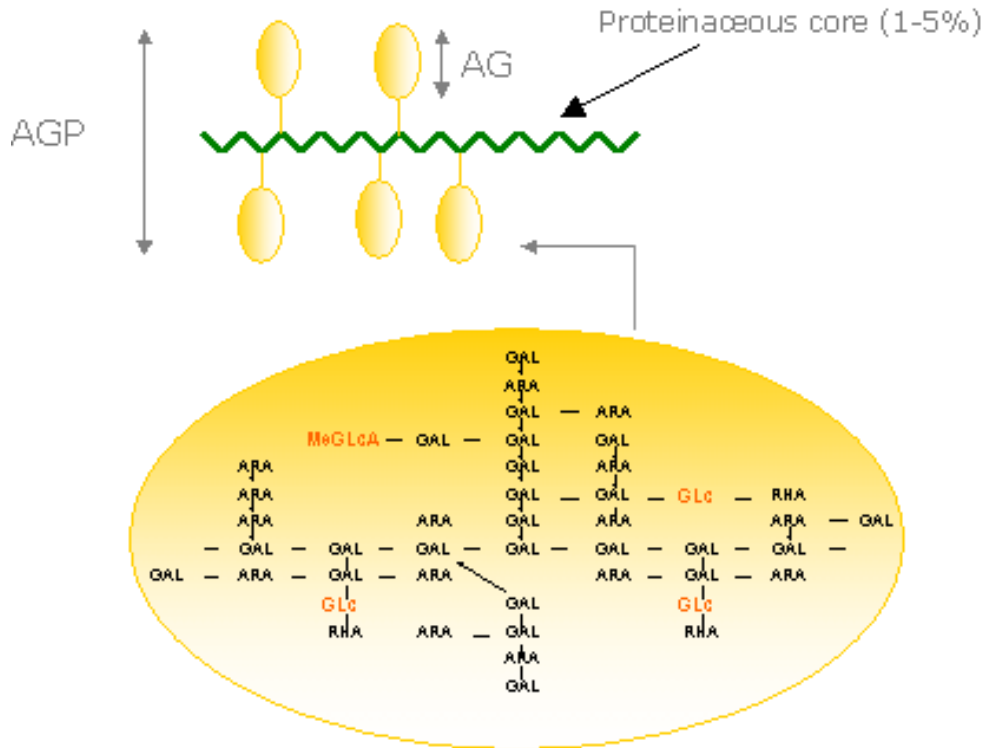


Figura 1. Molécula de la Goma Arábica (CNI, 2010)

2.2.2.1. Propiedades

El uso de la goma arábica es común debido a diversas propiedades que posee. Tiene una alta solubilidad ya sea en agua fría o caliente, lo que la hace única entre los hidrocoloides naturales, pudiéndose preparar soluciones hasta del 50% de concentración. El ser un polisacárido muy ramificado le proporciona la habilidad de tener una alta solubilidad y una baja viscosidad (CNI, 2010); una alta viscosidad solamente se consigue hasta que la concentración es de aproximadamente 40 al 50%, así como con el aumento de pH, decayendo lentamente cuando está entre 10 y 14 (Carnelli, 2007). Estas características hacen que la goma tenga grandes

propiedades tanto emulsionantes como estabilizantes; sin embargo es insoluble en aceites, alcohol y solventes orgánicos (Prakash, 1990).

La goma arábica al tener presente en su molécula grupos ácidos hace que la viscosidad de sus solución se puedan ver fuertemente afectadas por la presencia de ácidos o bases y por la presencia de electrolitos; a contar con la presencia de electrolitos en la solución y reducir la viscosidad también se está reduciendo la tensión interfacial produciendo condiciones ideales para favorecer la emulsificación (García, n.d.).

Dentro de las propiedades más importantes de la goma arábica esta su poder emulsificante que lo obtiene al tener una glicoproteínas asociadas a su estructura, otorgándole también un poder hidrófilo muy elevado que le proporciona una gran estabilidad en soluciones acuosas y un poder surfactante de cara a las emulsiones y sustancias coloidales hidrófobas (Carnelli, 2007).

Algunas de las propiedades reológicas con las que cuenta la goma arábica son (CNI, 2010):

- modificador de textura
- formación de películas hidrofílicas
- plastificación
- control de cristalización
- emulsificante
- encapsulante
- control de la actividad acuosa

- agente de adhesión
- estabilizante
- agente de cohesión
- coloide protector
- estabilizante de turbidez

2.2.2.2 Ventajas en su uso

Debido a las características de viscosidad, solubilidad y emulsificación que presenta la goma arábica, además de que no imparte sabor u olor alguno, se puede agregar en grandes cantidades en los alimentos sin que ésta modifique las propiedades sensoriales (Pasquel, 2001).

Las gomas naturales, como la goma arábica, forman parte de la fibra cruda, ya que el organismo humano está incapacitado para metabolizarlas ya que carece del sistema enzimático necesario (Badui, 2006).

Con todas las características que cuenta esta goma, la hace acreedora de varias ventajas para ser utilizada en el proceso de encapsulación de sabores. Es un agente encapsulante para bases liposolubles, ya que es el mejor hidrocoloide protector que tiene una excelente capacidad para retener el agua, buena estabilidad contra la oxidación, no imparte ni bloquea la liberación del sabor. Es versátil y se puede adaptar a diferentes técnicas de encapsulación (CNI, 2010).

Es un producto natural de origen vegetal, que no es modificado químicamente y de bajo valor calórico. Posee grandes propiedades reológicas y filmogénicas logrando una protección coloidal máxima. Confiere a los polvos atomizados grandes ventajas por actuar como agente “doble” estabilizando la emulsión mientras encapsula las gotas de sabor (Bénech, 2010).

2.3 Proceso de Encapsulación

La técnica de encapsulación fue desarrollada entre los años 1930 a 1940 por la National Cash Register (NCR), Ohio USA, en donde se pretendía aplicar un tinte a partir de gelatina como agente encapsulante. La aplicación de este proceso en el área de alimentos es mucho más reciente (Yáñez, 2002).

En la encapsulación el material que es revestido o recubierto recibe el nombre de sustancia encapsulada, núcleo, material activo, material cubierto, fase interna o porción activa; mientras que el material de recubrimiento también recibe el nombre de cáscara, matriz de soporte, película de agente encapsulante o material de pared. La forma de las cápsulas es por lo general esférica (Fig. 2), pero está influenciada por la estructura del material original no encapsulado (Pedroza, 2002).

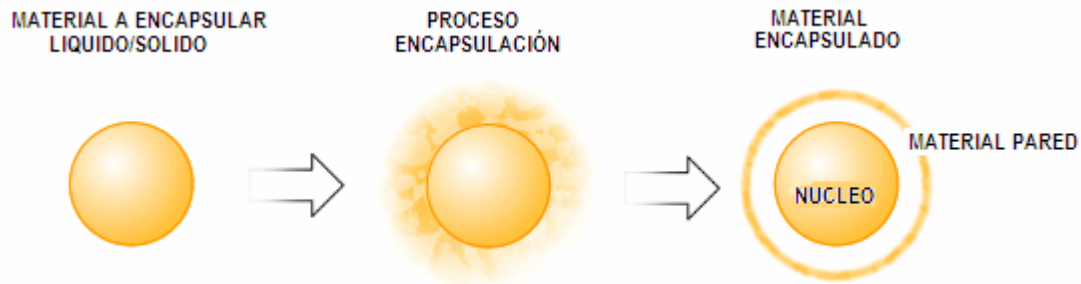


Figura 2.Mecanismo de encapsulación (Pedroza 2002)

Existen diversos métodos propuestos para llevar a cabo la encapsulación, los cuales están divididos en procesos físicos, fisicoquímicos y químicos. Los procesos físicos son el secado por aspersión, secado por congelamiento-enfriamiento, extrusión y el recubrimiento por aspersión. Dentro de los procesos fisicoquímicos se encuentran la coacervación simple o compleja y el atrapamiento en liposomas. Por último los procesos químicos son la polimerización interfacial e inclusión molecular (Yáñez et.al., 2002).

La encapsulación en la industria de alimentos permite proteger a los diferentes ingredientes de que se pierdan o volatilicen, de reacciones con otros compuestos, frenar reacciones de oxidación a causa de la luz o del oxígeno, la degradación producida por el medio ambiente (humedad, calor, aire), controlar la liberación de material. Además de tener varias ventajas ya que al tener la matriz encapsulada se disminuye la velocidad de transferencia de evaporación, le brinda resistencia a condiciones de proceso y empaque, incorporar mecanismos de liberación inusuales de tiempo dentro de la formulación (Dziezak, 1988), mejora el sabor,

aroma, valor nutritivo, apariencia, estabilidad y la viabilidad, proporcionando mejores características nutricionales y sensoriales.

La selección del método dependerá del tamaño de partícula que se desea, de los costos, las propiedades del material a encapsular y del agente encapsulante, la aplicación del material encapsulado y el mecanismo de liberación deseado.

2.4 Secado por aspersión. Tecnología.

El proceso de Secado por Aspersión se realiza en un Secador Spray que se compone básicamente de un sistema de alimentación del líquido, un dispositivo de atomización (disco que gira a alta velocidad), una cámara de secado, un sistema de calefacción y circulación de aire y un sistema colector del producto seco (Brennan *et al.*, 1980) (Fig. 3).

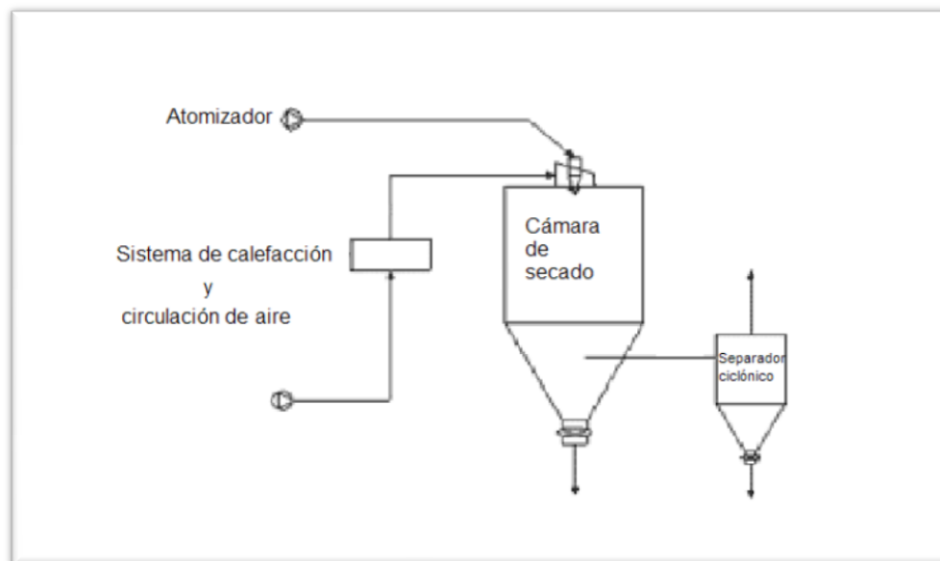


Figura 3. Esquema de un secador por aspersión (Mendoza *et al.*, 2003)

El material a secar (encapsular) es previamente preparado en una dispersión o emulsión junto con el acarreador y posteriormente ésta es homogeneizada. Una vez preparada la dispersión o emulsión se va a introducir al Secado Spray y ahí dentro se va a llevar a cabo la transformación de la alimentación en estado líquido a un producto sólido y seco al poner en contacto esta alimentación de gotas finas con una corriente de aire caliente (Masters, 1991) (Fig. 4).

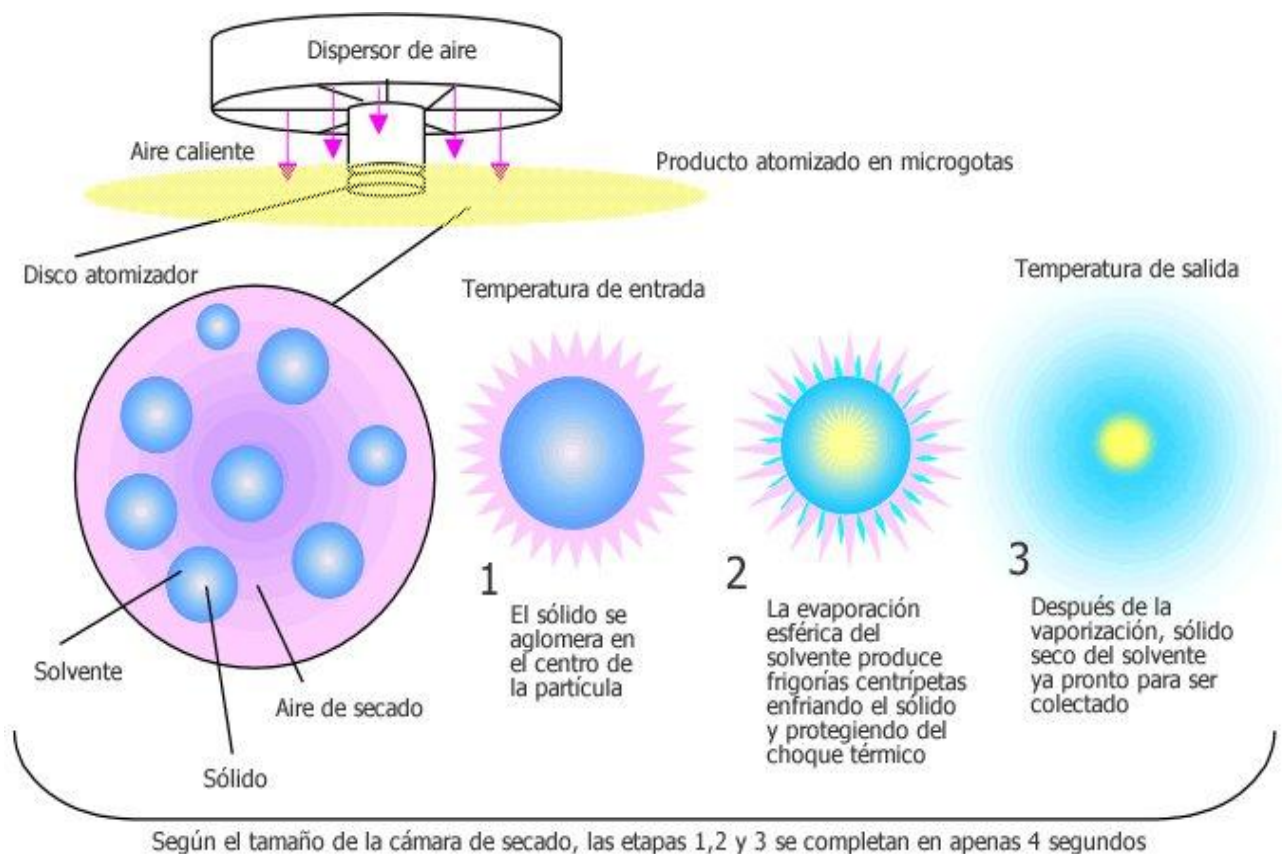


Figura 4. Esquema del proceso de secado por aspersión (Spray Process, 2006).

Durante este proceso existen 4 etapas básicas (Fig.5):

1. Atomización del fluido
2. Contacto aire-gota
3. Evaporación
4. Recuperación del producto seco

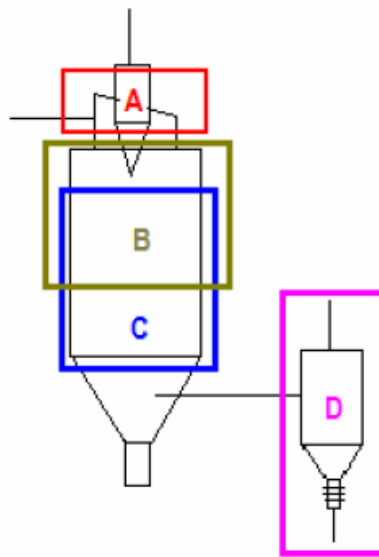


Figura 5. Etapas del proceso de secado por aspersión (Mendoza *et al.*, 2003). A) Atomización, B) Contacto aire-gota, C) Evaporación, D) recuperación del producto seco.

Atomización. Se logra al aplicar energía a la emulsión o dispersión que va a ser procesada. Esta operación produce una nube de líquido constituida por millones de microgotas individuales mediante un disco rotativo o boquilla de pulverización

(Spray Process, 2006), estas gotas tienen una alta relación superficie-masa y la dispersión de tamaño de partícula debe mantenerse al mínimo (Masters, 1991).

El tipo de atomizador determina el tamaño y la distribución de tamaño de las partículas atomizadas, su trayectoria y velocidad siendo estos los factores de los que depende el tamaño final de la partícula seca (Filková *et al.*, 2006). En esta etapa se puede controlar la densidad total mediante el control del tamaño de partícula, el incremento en la temperatura del gas causa la disminución de la densidad total del producto mediante una expansión del contenido de la gota (Moo Puc, 2010).

Contacto aire gota. Las gotas se dispersan en una corriente de aire caliente. Existen tres formas en las que se puede llevar a cabo este contacto (Filková *et al.*, 2006):

1.- Flujo paralelo. El asperjado y el aire caliente se introducen en la zona superior de la cámara y viajan en la misma dirección a través del secador (Fig. 4). El gas de secado se va enfriando al pasar a través de la cámara y las partículas secas se encuentran con el aire más frío a la salida del equipo; este flujo favorece a los productos termolábiles.

2.- Flujo de contracorriente. El aire de secado y el asperjado se mueven en direcciones opuestas en la cámara de secado (Fig. 6). Las partículas secas se ponen en contacto con el gas más caliente y el tiempo de exposición es mayor, el diseño se propone para productos termorresistentes. En estos casos, el producto seco sale a una temperatura tan alta como la del gas del secado.

3.- Flujo mixto. Una boquilla se coloca en el fondo de la cámara dirigida hacia arriba dentro de la corriente descendente del gas, cuya entrada se encuentra en el techo de la cámara (Fig. 4). Este flujo no se recomienda para productos termolábiles ya que las partículas secas están en contacto con el aire más caliente.

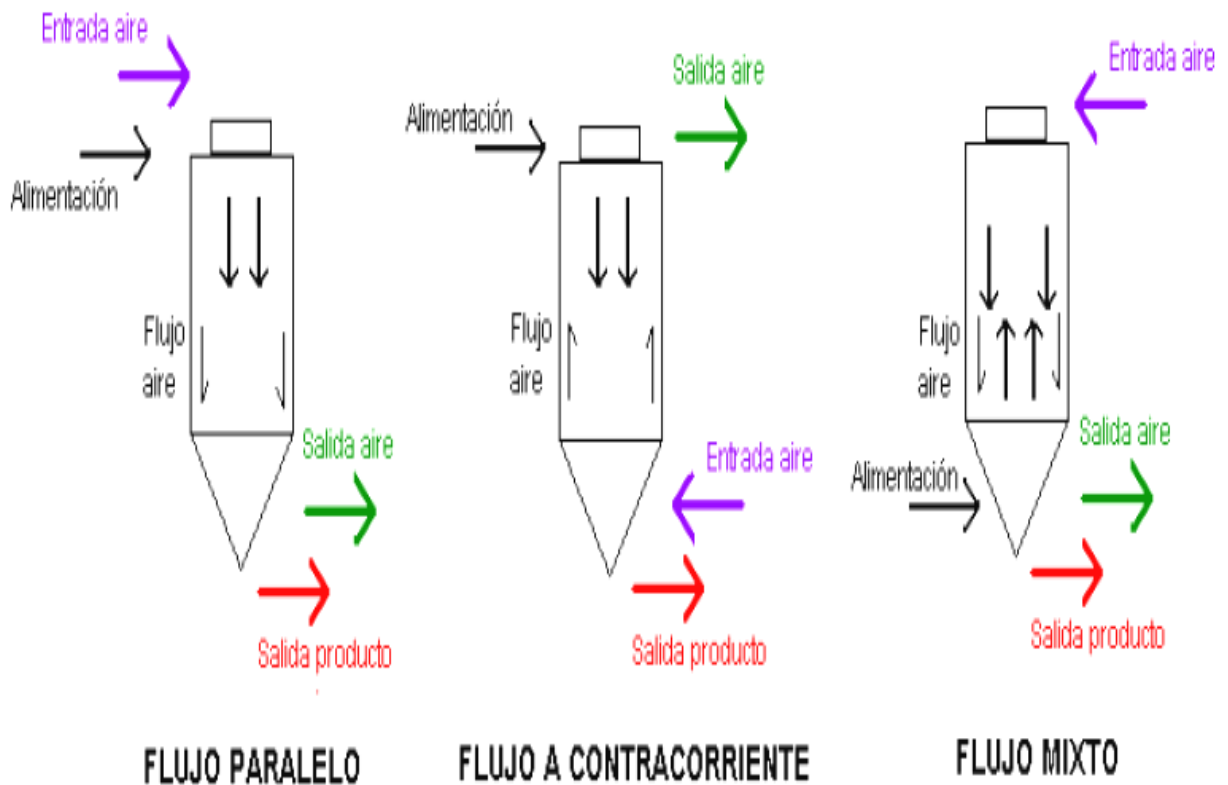


Figura 6. Tipos de contacto aire-gota (Adaptado de Barbosa y Vega, 2000).

Evaporación. La rápida evaporación del solvente (en la mayoría de los casos agua) de recubrimiento, ocurre desde la superficie de las gotas haciendo que se forme una película del material de recubrimiento. Como el calor se transmite a las

partículas desde el gas caliente, la porción atrapada (el núcleo) permanece a menos de 100°C a pesar de las altas temperaturas usadas durante el proceso (Dziezac, 1988).

La evaporación se lleva a cabo en dos periodos (Masters, 1991, Treyball, 1996):

1.- Periodo de velocidad constante: la difusión de humedad desde dentro de las gotas permite tener la superficie saturada de líquido, el tamaño de la gota va disminuyendo y en la superficie la temperatura permanece constante.

2.- Periodo de velocidad decreciente: en este punto el aire secado llega a una temperatura crítica y a una humedad crítica; su temperatura sigue disminuyendo hasta la fijada para el final del proceso y aumenta el contenido de humedad.

La velocidad de secado y el tiempo requerido para el secado son dependientes de la temperatura del aire de secado, el coeficiente de transferencia de calor y el diámetro de la gota a secar (Alamilla, 2001) (Fig. 7).

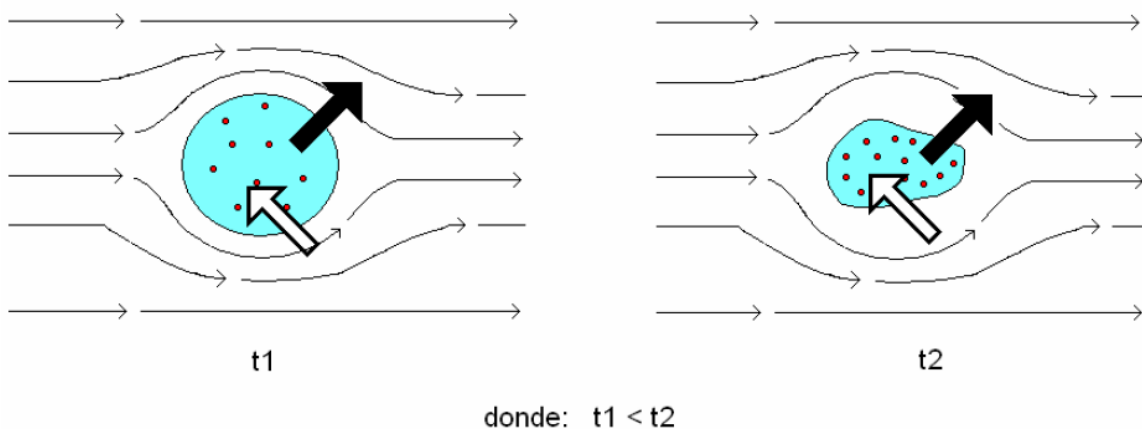


Figura 7. Proceso del secado por aspersión, evaporación. La flecha negra representa la transferencia de agua de las microgotas a la corriente de aire, las

flechas blancas representan la transferencia de calor a la gota al transcurrir un tiempo determinado (t_1 a t_2) observando una reducción del tamaño de la microgota (Ángeles, 2009).

Las microcápsulas usualmente tienen un diámetro que puede estar entre 20 hasta los 200 μm (Masters, 1991).

Recuperación del producto. La separación del producto se puede realizar primero en la base de la cámara (denominada separación primaria) seguida de la recuperación de finos (separación secundaria) que puede estar constituido por ciclones, filtros, bolsa, precipitadores electrostáticos o filtros húmedos (Masters 1991) (Fig. 8)



Figura 6. Recuperación del producto (GEA Process Engineering, 2008). A) Separación primaria, B) Separación secundaria

Existen algunos parámetros que se tienen que controlar durante el proceso de Secado por Aspersión como lo son (García *et al.*, 2004):

- Las temperaturas de entrada y salida del aire de secado.
- El flujo de alimentación del producto a secar.
- El tiempo de residencia.
- El acondicionamiento de la materia prima.

Esta técnica de secado tiene varias ventajas como lo son (Yoshi *et al.*, 2001):

- Secado extremadamente rápido para los productos sensibles.
- Mantiene las propiedades fisicoquímicas de los productos y en algunos casos llega a mejorarlos.
- Tamaño y densidad de la partícula del producto que son controlables dentro de ciertos límites.
- Reducción en peso y volumen.
- Costos relativamente bajos de operación.

DISCUSIÓN

La buena aplicación y desempeño de un saborizante depende directamente de su estabilidad de éste en los diferentes productos, de ahí el gran interés de la industria alimentaria en la calidad y disponibilidad de los saborizantes. Es por esto que la encapsulación se ha convertido en una herramienta de suma importancia en el área de los saborizantes ya que ayuda a preservarlos y protegerlos de su interacción con otros componentes del alimento y con medios externos.

Para obtener un buen sabor encapsulado se debe tener en cuenta por qué método se va a llevar a cabo la encapsulación y el agente encapsulante que se va a utilizar.

El secado por aspersion es uno de los métodos de encapsulación que más se utiliza en la industria alimentaria debido a los buenos rendimientos, es un método simple, no daña al principio activo y el producto final es de muy buena calidad. En cuanto al agente encapsulante, la goma arábica, es la preferida para realizar la encapsulación mediante el proceso de secado por aspersion debido a sus propiedades fisicoquímicas.

El sabor es la carta de presentación de infinidad de productos, es un factor fundamental de su éxito o su fracaso. Por eso, es de suma importancia el conocimiento del mercado y de los acontecimientos que en él se producen, el comportamiento dinámico de los consumidores, que se modifica al compás de las tendencias nutricionales y la incorporación de nuevas tecnologías como son los sabores encapsulados por secado por aspersion.

CONCLUSIONES

- Las ventajas más importantes que se obtienen con la encapsulación son: prevenir la interacción del sabor, extender la vida de anaquel, controlar la liberación del sabor y mejorar el manejo del sabor en polvo.
- La goma arábica es un buen agente encapsulante ya que disminuye la higroscopicidad de los sabores en polvo.
- La no reactividad de la goma arábica con el sabor la hacen un excelente agente encapsulante, así como la facilidad para sellarlo y liberarlo.
- Debido a las limitaciones propias del alimento, de las condiciones de formulación, procesos y almacenaje, resulta necesario usar ingredientes especiales como lo son los saborizantes encapsulados.
- Al contar con sabores encapsulados se puede lograr transformar alimentos de gran valor nutritivo, pero insípidos, en productos agradables para su consumo.
- La no reactividad de la goma arábica con el sabor la hacen un excelente agente encapsulante, así como la facilidad para sellarlo y liberarlo.

Bibliografía

1. Alamilla, L. (2001). Aspectos sobre el uso de secadores por aspersión. Documento Predoctoral. ENCB-IPN. México..
2. Anal, A. and Singh, H. (2007). Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and target delivery: a review. *Trends en Food Science and Technology*. 18(5): 240-251.
3. Ángeles, M.L. (2009). Dimensionamiento y simulación de un secador por aspersión de nivel piloto. Ingeniero Biotecnólogo. Tesis de grado de Maestro en Ciencias en Bioprocesos. UPIBI-IPN.
4. Aracibia, A. (1981). Farmacotecnia Teórica y Práctica. Compañía Editorial Continental, S.A. México Tomo VI, Cap.49: 1793-1801.
5. Badui, S. (2006). Química de los alimentos. 4ª. edición. Pearson Education. México.
6. Barbosa, G. V., Vega, M. (2000). Deshidratación de Alimentos. Acribia. España.
7. Belitz, H.D., Growsch, W. (1997). Química de los alimentos. 2nda.edición. Editorial Acribia. España.
8. BeMiller, J.N. and Whistler, R.L. (1996). Carbohydrates: In Fennema, O.R. Food Chemistry. 3ª edición. Marcel Dekker. New York.
9. Bénech, A. (2010). La goma arábiga como estabilizante funcional para bebidas. *Industria Alimenticia*. [ref. de 28 de abril de 2011]; disponible en: http://www.industriaalimentaria.com/Archives_Davinci?article=1242.

10. Bosquez, M.E. (2003). Elaboración de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla para reducir la cinética de deterioro en fresco del limón persa (*Citrus latifolia tanaka*). Tesis de Doctorado en ciencias Biológicas. UAM. México.
11. Branen, L.A., Davison, M.P., Salminen, S. and Thorngate, T. (2002). Food Additives. 2nda. edición. CRC Press. EUA
12. Brennan, J.G., Butters, J.R., Cowell, N.D. y Lilly, A.E.V. (1980). Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. 2ª edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
13. Carnelli, J.C. (2007). Goma arábica: un protector natural de los vinos. *Revista Enología*. Nº 5 año IV nov-dic.
14. CNI (Colloides Naturels de México). (2010). Goma Arábica. [ref. de 18 de abril de 2011]; disponible en: http://www.plm-alimentario.com/src/productos/20_goma_arabiga.html.
15. Cubero., N., Montferrer, A. y Villalta, J. (2002). Aditivos alimentarios. Tecnología de alimentos. 1ª. edición. Ediciones Obelisco. España.
16. Deiman Color y sabor en alimentos. (2005). Sabores. [ref. de 4 mayo de 2011]; disponible en: <http://www.deiman.com.mx/index.php?option=comcontent&view>.
17. Dziezak, J. (1988). Microencapsulation and encapsulation ingredients. *Food Technology*. 42:136-151.
18. Favaro, C., Santana, A., Monterrey, E. and Netto, F. (2010). The use of spray drying. Technology to reduce bitter taste of casein hydrolysate. *Food Hydrocolloids*. 24(4):336-340.

19. Fernández, D., Gómez, M., Ramos, D. y González, N. (2001). Métodos de obtención de microesferas degradables. *Revista Cubana de Farmacia*. 35 (2). Mayo-agosto.
20. Filková, I. and Mujumdar, A.S. (1987). Industrial spray drying systems in Hand book of industrial drying. Mujumdar A.S. Editor. Marcel Dekker Inc. New York.
21. Funchs, M. Turchiuli, M.B., Cuveler, M. Ordonnaud, C., Peyrat, M. and Dumoulin, E. (2006). Encapsulation of oil in powder using spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering*. 75(1): 27-35.
22. García, G., González, M. y Mediano, H. (2004). Microencapsulación del jugo de cebada verde mediante secado por aspersion. *Ciencia y tecnología alimentaria*. 4(4): 262-266.
23. García, O. (n.d.) La Goma Arábica: Una maravilla natural que nos beneficia a todos. *Industria Alimentaria*. [ref. de 15 de abril de 2011]; disponible en: http://depa.fquim.unam.mx./amyd/archivero/GomaArabiga_1838.pdf
24. GEA Process Engineering Division. (2006). Equipo Spray Dryer Basic Mobil Minor 2000.
25. JECFA. (1998). Gum Arabic. [ref. de 17 de abril de 2011]; disponible en: <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-219.pdf>
26. Jobari, Colors & Flavors. (2010). Saborizantes. [ref. de 20 de mayo de 2011]; disponible en: <http://www.jobari.com/productos/sabores/polvo.html>

27. López, H. y Gómez, D. (2008). Preparación de microesferas mediante secado por aspersion. Artículos de revisión. [ref. de 11 de mayo de 2011]; disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152008000300010&lng=es.
28. Mac.Gregor,L. (2004). Bebidas en Polvo. *Alfa Editores*. [ref. de 10 mayo de 2010]; disponible en: <http://www.alfa-editores.com/bebidas/dic04-enero05/MERCADOBebidasenpolvo.pdf> .
29. Madene, A., Scher, J. and Desobry, S. (2006). Flavor encapsulation and controlled release: a review. *International Journal of Food Science and Technology*. 4(1): 1-21.
30. Masters, K. Spray Drying Handbook. (1991) 5ª edición. New York: Longman Scientific and Technical.
31. McNamee B., Dolores E., O'Sullivan M. Effect of partial replacement of gum arabic with carbohydrates on its microencapsulation proprieties. *J Agric Food Chem*. 2001; 49: 3385-8.
32. Mendoza, G.N., Romo, L.M.T., Serratos, C.I., Orozco, A.C. y Osorio, R.G.I. (2003). Dimensionamiento y construcción de un secador por aspersion de nivel laboratorio. Tesis de licenciatura Ingeniería en Alimentos. UPIBI-IPN, México.
33. Moo Puc, (2010). Secadores por aspersion. Instituto Tecnológico de Calkin en el estado de Campeche. [ref. 3 de mayo de 2011]; disponible en: www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r2063.DOC

34. Murúa, B., Beristain, C. and Martinez, F. (2009). Preparation of starch derivatives using reactive extrusion and encapsulation of flavoring agents by spray drying. *Journal of Food Engineering*. 91(3): 380-386.
35. Novarom. (2003). El sabor y los aditivos saborizantes. [ref. de 20 abril del 2011]; disponible en: <http://es.scribd.com/doc/11719856/sabor-y-aditivos>.
36. Parize, A., Rozone, t., Costa, I., Fávere, V., Laranjeira, M., Spinelli, A. and Longo, E. (2008). Microencapsulation of the natural urucum pigment whit chitosan by spray drying in different solvents. *African Journal of Biotechnology*. 7(17):3107-3114.
37. Parra, H. R. A. (2010). Revisión: Microencapsulación de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín*. 63(2): 5669-5684.
38. Pasquel, A. (2001). Gomas: una aproximación a la industria de alimentos. *Revista amazónica de investigación alimentaria*. 1(1): 1-8.
39. Pedroza, R. (2002). Alimentos microencapsulados: Particularidades de los procesos para la microencapsulación de alimentos para larvas de especies acuícolas. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. México.
40. Phillips, G., Williams P. Studies on acacia exudates gums. *Food Hydrocolloid*. 2005; 19(4): 661-667.
41. Prakash, A.J.M. and Mangino, M.E. (1990). The effects added proteins on the functionality of gum Arabic in soft drinks emulsion systems. *Food Hydrocolloids*. 4(3):177.
42. Schatzman, D. (2008) Microencapsulación de sabores. *Mundo Alimentario*. Mayo/Junio: 28-30.

43. Spray Process. (2006). Spray Dryer, Spray Dry Conceptos Básicos. [ref. de 30 de abril de 2011]; disponible en:
<http://www.secadospray.blogspot.com/2006/03/spray-dryer-spray-dry-conceptos.html>.
44. Sinki, S.G. and Gordon, J. (2001). Food Additives. 2nda. edición. CRS Press. EUA.
45. The International Organization of the Flavor Industry (IOFI). (2008) p.3. [ref. de 15 de abril de 2011]; disponible en:
<http://www.iofi.org/lofi/English/home/IOFI-Code-of-Practice/Code-of-practice/pages.aspx/97>.
46. Treyball, R.E. (2000). Operaciones Unitarias de transferencia de masa. Mc.Graw Hill. México.
47. Yáñez, J., Salazar, J., Chaires, L., Jiménez, J., Márquez, M. y Ramos, E. (2002). Aplicaciones Biotecnológicas de la Microencapsulación. *Avance y Perspectiva*. 21: 313-319.
48. Yoshi, H., Futura, T. and Sootitawat, A. (2001). Microencapsulation of food flavors by spray drying. *Inno Food Sci Emerg Technol*. 2:55-61.