

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



**Uso de Recubrimientos Comestibles en Frutas y Hortalizas,
Historia y Tendencia**

Por:

RUY MORENO JIJÓN

Monografía

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Uso de Recubrimientos Comestibles en Frutas y Hortalizas,

Historia y Tendencia

Presentado por:

RUY MORENO JIJÓN

Monografía

Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito

Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Aprobado por el siguiente comité:

Asesor principal



Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó



Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez
Sinodal



Lic. Laura O. Fuentes Lara
Sinodal Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



Ing. José Rodolfo Peña Oranday
Coordinador de la División de Ciencia Animal



BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO

MARZO 2010

DIVISIÓN DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Agradecimientos

*Con mucho cariño, a mi Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro “**alma terra mater**” por haberme brindado la oportunidad de formar parte de esta casa de estudios la cual me dio la oportunidad de formarme como persona y como profesionista brindándome las herramientas necesarias para contribuir a la sociedad.*

*Al **Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó** gracias por haberme apoyado en la elaboración de esta monografía y por brindarme su confianza, sin su colaboración no hubiera sido posible la realización de este trabajo.*

*A la **Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez** gracias por su colaboración de ser participe de esta monografía, además de sus enseñanzas durante mi formación académica.*

*A la **Lic. Laura O. Fuentes Lara** gracias por su disponibilidad en todo momento, de atendernos con amabilidad y apoyarnos en lo que se pudiera.*

A mis compañeros de cuarto por haberme aguantado y comprendido durante toda mi estancia en la universidad y por haberme brindado su apoyo cuando lo necesitaba.

*A mis compañeros de la carrera en especial a **Ismael, Raciél, Félix, Pascual, Benito, Tomas y Edgar Bolaños**. Con quienes compartimos momentos de alegría y de tristezas y más que nada por brindarme su confianza y su amistad.*

Dedicatorias

*Primeramente a **Dios** por ser quien me dio las fuerzas para seguir a delante y bendecirme de salud brindándome así la oportunidad de lograr un sueño y un triunfo en mi vida a pesar de todos los obstáculos que se presentaron durante mi proceso de formación como profesionista.*

*Este trabajo realizado se los dedico con todo el cariño y amor a **mi madre Estela Jijón Escobar y mi abuelita Bernardina Escobar Morales**. Ellas dos son las personas más importante en mi vida quienes contribuyeron a que en un momento vi como un sueño, hoy se hiciera realidad gracias por haberme apoyado en cada momento de mi vida a pesar de la distancia que nos separaba es por eso que siempre las llevaré en mi corazón.*

*A mis hermanos (as). **Janeth, José Clemente, Jesús, Francisco y Carmelo** me faltan palabras para decirles lo muy agradecido que estoy con ustedes ya que ustedes formaron parte de mi formación académica, gracias por su comprensión y por estar conmigo en los momentos felices así como los tristes.*

*A mi tío **Mario Jijón Escobar** por haber estado apoyándome desde pequeño y por brindarme un poco de su cariño, a pesar de las dificultades que hemos vivido con mucho cariño le dedico este trabajo.*

*A mi maestra **Lucia** con mucho cariño por brindarme esa confianza y motivarme a seguir adelante durante mi estancia en la primaria, dándome una enseñanza valiosa que cuando se quiere se puede.*

3.2.2.3.1. Almidón.....	16
3.2.2.3.2. Quitosano.....	17
3.2.2.3.3. Pectinas.....	17
3.2.2.3.4. Alginato.....	18
3.3. Otros componentes.....	18
3.3.1. Empleo de aditivos.....	18
3.3.1.1. Plastificantes.....	19
3.3.1.1.1. Glicerol.....	19
3.3.1.2. Emulsificantes y surfactantes.....	20
3.3.1.3. Antimicrobianos y/o conservadores.....	20
3.3.1.3.1. Factores a considerar en el uso de conservadores...	21
3.3.1.3.2. Clasificación de los conservadores.....	21
3.4. Tipos de recubrimientos.....	22
3.4.1. Recubrimiento en bicapa.....	22
3.4.2. Recubrimiento emulsificado.....	22
3.5. Emulsiones.....	23
3.5.1. Clasificación de las emulsiones	23
3.5.2. Partes que conforman una emulsión.....	24
3.5.3. Agentes emulsionantes presentes en los recubrimientos comestibles	25
3.5.3.1. Emulsionantes de bajo peso molecular.....	26
3.5.3.2. Emulsionantes de alto peso molecular.....	26
3.5.4. Agentes estabilizantes.....	27
3.5.5. Estabilidad de una emulsión.....	27
3.5.6. Mecanismos de inestabilidad en emulsiones.....	28
3.6. Variables a considerar en al formulación de recubrimientos comestibles.....	30
3.6.1. Estructurales.....	30
3.6.2. Fracción volumétrica de la fase dispersa.....	30
3.6.3. Distribución del tamaño de la partícula.....	31
3.6.4. Concentración y tipo de emulsificante.....	32
3.6.5. Energía aplicada	32
3.7. Mecanismos de formación de recubrimientos comestibles.....	33
3.8. Propiedades de los recubrimientos.....	34

3.8.1. Propiedades físicas.....	34
3.8.2. Propiedades ópticas.....	34
3.8.3. Propiedades de solubilidad.....	34
3.8.4. Propiedades de espesor.....	35
3.8.5. Permeabilidad.....	35
3.8.6. Propiedades mecánicas.....	36
3.9. Métodos de aplicación de los recubrimientos.....	37
3.9.1. Aplicación por inmersión.....	37
3.9.2. Aplicación por aspersion.....	37
3.9.3. Aplicación por frotación.....	37
3.10. Función de los recubrimientos comestibles.....	38
4. LEGISLACIÓN EUROPEA.....	40
4.1. Nuevas tendencias.....	40
4.1.1. Alimentos minimamente procesados.....	40
4.1.2. Características de la calidad en productos vegetales cortados en fresco.....	41
4.1.3. Envasado activo.....	42
5. CONCLUSIONES.....	44
6. BIBLIOGRAFÍA.....	45

Índice de cuadros

	Pág.
1. Composición química aproximada de la cera de abeja.....	7
2. Composición química de la cera de carnauba.....	8
3. Composición típica de la cera de candelilla.....	9
4. Principales hidrocoloides en alimentos.....	13
5. Usos de los recubrimientos comestibles.....	39
6. Real decreto 142/2002 y la revisión legislativa a la directiva 98/73/CE del departamento europeo (26/09/2005).....	40

Índice de Figuras

	Pág.
1. Recubrimiento en bicapa.....	22
2. Recubrimiento emulsificado.....	23
3. Tipos de emulsión.....	24
4. Partes de una emulsión sencilla.....	25
5. Mecanismos de desestabilización de una emulsión.....	29
6. Tamaños de partículas en un recubrimiento emulsificado.....	32
7. principales funciones de los recubrimientos comestibles.....	39

RESUMEN

En este trabajo monográfico se encontrará información referente al uso y propiedades de los recubrimientos comestibles que se aplican sobre frutas y hortalizas para prolongar su vida de anaquel, además de los avances científicos en este campo, así como las nuevas tendencias a la conservación de las frutas y hortalizas y con estos procesos reducir la pérdida de los productos perecederos de origen vegetal, además se hace la revisión de los principales componentes que conforman las cubiertas debe ser inocua, es decir elaborada de compuestos naturales que garanticen la salud del consumidor. Los compuestos que conforman las cubiertas comestibles de frutas y hortalizas aportan propiedades antifúngicas, proporcionan estabilidad a los productos, dan buena apariencia de color y textura, en algunas ocasiones estas cubiertas esta formulada con compuestos que proporciona nutrientes a los alimentos. En la actualidad existe una gran variedad de compuestos para el estudio y formulación de las cubiertas con el único objetivo prolongar la vida de anaquel de los productos, hoy en día los consumidores exigen productos libres de contaminantes, nutritivos y listos para el consumo es por eso que la industria alimentaría esta enfocada a la conservación de alimentos mínimamente procesados en el caso de frutas y hortalizas proporcionan nutrientes para la dieta del ser humano, además el uso de aditivos están regulados por normas que indican la cantidad requerida para cada alimento.

Palabras claves: cubierta comestible, hortalizas, frutas, conservación de alimentos.

1. INTRODUCCIÓN

Las pérdidas en cantidad y calidad, a la que los productos hortofrutícolas están expuestos entre el período de recolección y su consumo son muy importantes. Se estima que las pérdidas en poscosecha de frutas frescas y verduras representan entre un 5 y 25% en los países desarrollados, y entre un 20 y un 50% en países en vías de desarrollo, dependiendo del tipo de producto.

Para reducir estas pérdidas, se deben analizar y comprender:

1. Los factores biológicos y medioambientales relacionados con su deterioro.
2. El uso de tecnologías de poscosecha que retrasen la senescencia y que mantengan la calidad del producto lo mejor posible.

El deterioro se debe a que los productos hortofrutícolas son tejidos vivos que están sujetos a continuos cambios después de ser cosechados. Durante el almacenamiento, siguen su proceso de respiración, es decir consumiendo oxígeno (O_2) y desprendiendo dióxido de carbono (CO_2). La velocidad de deterioro es generalmente proporcional a la velocidad a la que transcurre la respiración del producto. Por consiguiente las frutas y hortalizas también transpiran, por lo que tienden a perder agua, lo cual provocan pérdidas importantes por la deshidratación (Pérez y col. 2008).

Actualmente, el consumidor demanda productos de alta calidad y de consumo inmediato que contengan solo ingredientes naturales. En los últimos años se han investigado intensamente, en el campo de los recubrimientos comestibles y los esfuerzos continúan debido a la creciente demanda por parte de los consumidores.

Una cubierta comestible es definida generalmente como una capa delgada formada sobre el alimento y aplicada en forma líquida sobre el mismo esto se

lleva acabo por inmersión, aspersión, frotación ya que este recubrimiento es una parte integral del producto alimenticio y que pueden ser consumido por los seres vivos (Roblejo, 2009).

En muchos casos, estos recubrimientos comestibles se elaboran a partir de materiales abundantes en la naturaleza, ya que las mayorías de estas cubiertas están compuestas de ceras naturales entre las principales ceras se pueden mencionar la cera de abeja, de carnauba, candelilla entre otras, así como polisacáridos (gomas, almidones, celulosa, etc.) y proteínas (colágeno, caseína, gluten de trigo, soya, etc.) actualmente la tendencia es emplearlos en las formulaciones de manera combinada e incorporando aditivos para mejorar las propiedades funcionales y estructurales de estos recubrimientos es por ello que la formación de recubrimientos emulsificados representan un campo de estudio de gran interés debido al potencial de aplicación que ofrecen estos sistemas como vehículos protectores de los nutrientes en el alimento (Bertuzzi y col. 2002).

El éxito de estos productos tratados con cubierta comestible se debe a sus buenas características sensoriales y nutritivas, entre las principales ventajas que estas cubiertas proporcionan se pueden mencionar: que su costo es relativamente bajo, el uso reduce los desechos y la contaminación ambiental, puede mejorar las propiedades organolépticas, mecánicas y nutricionales de los alimentos, proporcionan protección individual a pequeñas porciones de alimentos, pueden ser usadas en alimentos heterogéneos como barrera entre los componentes. Actualmente las cubiertas comestibles encuentran una amplia variedad de aplicaciones: cubiertas de chocolate para nueces y frutas, cubiertas de cera para frutas y hortalizas, etc. Los retos técnicos involucrados en producir alimentos y conservarlos con calidad estable, indican que el uso de este tipo de recubrimientos será mayor de lo que actualmente es. Sin embargo, a pesar de que la información técnica disponible para la elaboración de cubiertas comestibles es amplia, no es universal para todos los productos, lo que implica un reto para el desarrollo de recubrimientos específico para cada alimento (Bósquez, 2003).

El consumo de frutas y hortalizas en la dieta diaria tiene un efecto benéfico para la salud, ya que son una excelente fuente de vitaminas, minerales y fibra, además de poseer bajo contenido calórico.

2. OBJETIVO GENERAL

Recopilar la información referente al uso y composición de los recubrimientos comestibles aplicados en la conservación de frutas y hortalizas, de esta manera tener una información más completa sobre las innovaciones en el área de recubrimiento de alimentos.

3. ANTECEDENTES

Según Hardenburg (1967), la aplicación de las cubiertas comestibles, para la protección de los alimentos con el fin de prolongar la vida de anaquel no es nada nuevo, se dice que desde los siglos XII y XIII en China ya se utilizaban ceras para cubrir cítricos de esta manera retardaba su desecación. En el siglo XVI el cubrimiento en las frutas se llevaba a cabo con parafinas para prevenir la pérdida de humedad en el alimento (Labuza y Contreras-Medellin, 1981). También en Inglaterra se practicaba el “enmantecado” recubriendo con grasa a los productos alimentarios para prevenirlos de la pérdida de humedad de estos. Desde hace más de 50 años se ha estudiado y reportado en la literatura el uso de las cubiertas comestibles, para lograr extender la vida de anaquel de los alimentos, incrementado su calidad en base a su frescura de los productos congelados y procesados que estos proporcionen (Villada y col. 2003).

Se ha reportado que las ceras fueron las primeras cubiertas comestibles empleadas en frutas y en la década de los 30's del siglo pasado se disponía comercialmente de ceras de parafina derretidas en caliente para su aplicación como recubrimiento de manzanas y peras (Bósquez, 2003).

En 1930, en Estados Unidos, utilizaban cera caliente para cubrir principalmente a frutas cítricas y emulsiones aceite-agua para cubrir frutas

frescas y vegetales. A partir de 1950 se reporta en la literatura la elaboración de cubiertas comestible elaboradas a base de polisacáridos, proteínas, lípidos y mezclas. Según Kester y Fennema (1988), entre las mas exitosas fueron las elaboradas a base de lípidos (monoglicéridos, acetilados, ceras y surfactantes) por lo que su función era de bloquear la transferencia de la humedad, reduciendo la abrasión superficial durante el manipuleo y controlando el escaldado en manzanas (Guzmán, 2003).

3.1 Características físico-químicas de los recubrimientos comestibles

De acuerdo con (Baldwin y col., 1995) las propiedades funcionales, organolépticas, nutricionales y mecánicas, de las cubiertas comestibles, pueden ser alteradas por el uso de aditivos, como lo son: plastificantes, emulsificantes, conservadores y surfactantes.

Los plastificantes sirven para favorecer la flexibilidad y resistencia; además de que, según su estructura, pueden proporcionar propiedades hidrofóbicas y así actuar como una barrera más eficaz contra la humedad (Guzmán, 2003).

3.2 Principales componentes de los recubrimientos

Los recubrimientos comestibles son biopolímeros naturales de alto peso molecular que proporcionan una matriz macromolecular con resistencia cohesiva alta. Los tipos de macromoléculas que se emplean para la elaboración de estas cubiertas son hidrocoloides (proteínas, polisacáridos), los cuales debido a su naturaleza hidrofílica, son muy sensibles al agua. Los otros componentes mayoritarios en la formulación lo constituyen los lípidos y resinas; pero las formulaciones pueden incluir plastificantes, emulsificantes, agentes de superficie activa (surfactantes), agentes de liberación específica de compuestos, lubricantes, etc., por lo que una cubierta esta formulada de un gran número de componentes.

3.2.1 Lípidos y ceras

Los lípidos son los recubrimientos que mejores resultados han dado en el recubrimiento de frutos. Mediante su utilización se reducen la respiración, deshidratación y mejora el brillo de estos productos, además aportan la barrera al vapor del agua. Los recubrimientos formados por solo lípidos son muy frágiles y friables, por lo que se han de aplicar en combinación con una matriz de soporte no lipídica como lo es la cera de Carnauba, cera de abeja, cera de candelilla entre otros (Pérez y col. 2008).

3.2.1.1 Clasificación de las ceras

Las ceras se pueden clasificar de acuerdo a la fuente de obtención, por lo cual se divide en dos clases.

Las ceras al agua: Son derivados de resinas naturales y de plantas como la cera de abeja, de aceites orgánicos, la carnauba, la candelilla, resinas de madera, ésteres de sacarosa, ceras a base de proteínas, del suero de la leche, de polisacáridos, entre otros, son más eficientes, producen menor brillo y son menos contaminantes.

Las ceras solventes: La composición de este tipo de cera es básicamente de hidrocarburos, se han dejado de utilizar por contener derivados del petróleo, son más contaminantes aunque ofrecen la misma protección de brillo (web # 3).

3.2.1.2 Tipos de ceras

Existen muchas ceras en el mercado que tienen diferentes características pero en general todas reducen la caducidad, evitan la pérdida de peso y la oxidación", los frutos con mayor aplicación de encerado son los cítricos. Esta técnica ayuda a prolongar hasta en 50% la vida útil del fruto. Algunas de las ceras existentes en el mercado son la carnauba, cera de abeja

cera de candelilla, Citrus Lustre, Decco, Cera Comestible, así como algunas a base de polímeros.

3.2.1.2.1 Cera de abeja

La Cera de Abeja es llamada Cera Blanca (*Cera Alba*) o Cera Amarilla (*Cera Flava*), dependiendo del grado de refinación del producto. La materia prima básica es secretada por las abejas durante el proceso de construcción de sus panales. La Cera de Abeja cruda se obtiene fundiendo y filtrando los panales para obtener una cera limpia. Esta cera cruda tiene un color que varía entre café y amarillo, dependiendo del tipo de flores que existen en la región donde habitan las abejas. La cera de abeja contiene ácidos libres, ésteres y otros componentes naturales que le dan características especiales, tales como propiedades emulsificantes, plasticidad, compatibilidad con otros productos naturales y olor agradable.

La cera es un cuerpo químicamente muy estable y sus propiedades no se alteran apenas con el tiempo. Resiste perfectamente a la hidrólisis o la oxidación natural y es totalmente insoluble en agua (cuadro1). Los ácidos o los jugos digestivos de los animales no pueden destruirla, con excepción de las larvas de algunas polillas parásitas presente en las colmenas o de algunos pájaros como el *Indicator Major* (pájaro africano).

La cera de abeja es de naturaleza lipóide y esta constituida químicamente por:

- Hidrocarburos saturados, siendo el más frecuente el heptacosano. Son hidrocarburos que contienen un número impar de átomos de carbono.
- Ácidos o hidroxiaácidos igualmente saturados, en la mayoría de los casos, pero cuyo número de átomos de carbono es par, como el ácido palmítico o el ácido tetracosanoico.
- Alcoholes, monoles y dioles

La cera se presenta como un cuerpo sólido a temperatura normal, frágil cuando la temperatura es baja, pero cuando esta es de unos 35 a 40° C se

vuelve rápidamente plástica. Su punto de fusión se sitúa alrededor de los 64° C (± 1). Su densidad es de 0.95 (± 2) para una cera amarilla del comercio a 15° C (Web. # 2).

Cuadro 1. Composición química aproximada de la cera de abeja

	
Componentes	%
Hidrocarburos	10.5 – 14.5
Monoésteres de ácidos céreos, hidroxísteres y triésteres	71
Esteres de colesterilos	1
Alcoholes libres	1 – 1.25
Ácidos céreos libres	13.5 – 14.5
Lactosas	0.6
Materias colorantes	0.3
Humedad e impurezas minerales	1 – 2

Fuente: Bósquez, 2003


3.2.1.2.2 Cera de Carnauba

La Cera de Carnauba se obtiene de las hojas de una especie de palma que se conoce como *Copernicia cerífera*, nombrada así en honor del astrónomo polaco Nicolás Copérnico. La planta crece normalmente en las regiones secas de Ceará, al noreste de Brasil, aunque se da también en menores cantidades en el sur de Brasil y en el norte de Paraguay y Argentina (Multiceras, 2010).

La *Copernicia cerífera* es una palma de tronco recto y de lento crecimiento, con altura promedio de 7 a 11 metros, pero que llega en casos excepcionales hasta los 15 metros de altura. Su corteza es dura, gruesa y en forma de escamas. Las hojas crecen de pecíolos largos, por cuyos poros exuda la cera durante los meses más secos del año. La naturaleza provee esta cera para prevenir la excesiva evaporación del agua que contiene la planta. El árbol se reproduce prolíficamente.

Es reconocida por sus propiedades de brillo. Combina dureza con resistencia al desgaste y es compatible con muchos otros tipos de cera (cuadro 2). Dependiendo de la sección de la hoja de donde se extrae la cera y de la edad de la planta (Multiceras, 2010).

Cuadro 2. Composición Química de la cera de carnauba

 Carnauba	
Componente	% Peso
Hidrocarburos	1.5-3.0
Ésteres	84-85
Alcoholes y resinas	6-9
Ácidos libres	3.3-5.0
Humedad	0.5-1.5
Residuos inorgánicos	1.0

Fuente: Multiceras, 2010

3.2.1.2.3 Cera de Candelilla

La Cera de Candelilla es una sustancia compleja de origen vegetal. Es dura, quebradiza y fácil de pulverizar. Sin refinar es de apariencia opaca. Su color puede variar desde café claro hasta amarillo, dependiendo del grado de refinación y blanqueo. Su superficie puede alcanzar altos niveles de brillo al ser refinada, siendo ésta una de las propiedades más apreciadas en la cera de Candelilla para diversas aplicaciones de especialidad. Disuelve bien los colorantes básicos. Es insoluble en agua, pero altamente soluble en acetona, cloroformo, benceno y otros solventes orgánicos (Instituto de la Candelilla, 2010).

La mayoría de los constituyentes de la cera de candelilla son componentes naturales que se encuentran en los vegetales y en las frutas. Su composición química se caracteriza por un alto contenido de hidrocarburos (alrededor del 50%) y una cantidad relativamente baja de ésteres volátiles (cuadro 3). Su contenido de resina puede llegar hasta 40% en peso, lo cual contribuye a su consistencia pegajosa. La cera de candelilla presenta una contracción muy baja, por lo cual es utilizada en fundición de precisión (Instituto de la Candelilla, 2010).

Cuadro 3. Composición Típica de la Cera de Candelilla.

 candelilla		
(% Peso)	Cruda	Refinada
Hidrocarburos	46	57
Alcoholes libres	13	14
Ácidos libres	7	7
Ésteres simples	2	21
Ésteres hidroxilados	8	8
Ésteres ácidos	10	0
Diésteres	9	0

Fuente: Instituto de la Candelilla, 2010

3.2.1.3 Usos de la cera

Los productos tratados con cera cumplen con la función de retardar la maduración y el envejecimiento de frutas y hortalizas, manteniendo una atmósfera controlada en la superficie exterior, que permita la protección del producto ante las condiciones ambientales de transporte y almacenamiento. Las emulsiones de cera permiten asegurar una impregnación y un depósito uniformes de la cera en la superficie de las frutas y hortalizas, retardando de

manera muy eficiente su deshidratación, la transferencia de gases (oxígeno, dióxido de carbono), la migración de aceites y el transporte de solutos. Así mismo, estas acciones de protección permiten mejorar la retención de componentes esenciales volátiles, controlar la transferencia de aditivos, así como el mantener un acabado brillante en la superficie del producto (Multiceras 2010).

3.2.1.3.1 Encerado en frutas y hortalizas

Las ceras funcionan como agentes de recubrimiento, se emplean principalmente por cuestiones estéticas y para evitar la degradación del alimento; actualmente se está investigando en ceras comestibles, biodegradables, o bien, que aporten alguna proteína adicional a los frutos.

La mayoría de las ceras contienen antioxidantes naturales, y las ceras vegetales son en general más ricas en estas sustancias. Su utilización ayuda a retardar la alteración oxidativa del fruto, pero no la evitan de una forma definitiva. Las ceras en combinación con otros manejos de poscosecha pueden dar mejores resultados en la conservación de frutos (la imagen agropecuaria 2007).

El Colegio de Posgraduados de la Universidad de Chapingo ha realizado pruebas para evaluar la actividad de las ceras como coberturas comestibles en frutas y hortalizas de alto potencial de deterioro, entre las que se encuentran cítricos, plátano, papaya y aguacate.

Las ceras se utilizan con el propósito de dar mayor brillo y mejor apariencia para el consumidor. En general todas reducen la caducidad, evitan la pérdida de peso y la oxidación, esto representa que el fruto se conserve por más tiempo y con mayor calidad.

Esta tecnología aplicada, da un valor agregado a las frutas en los restaurantes, hoteles y supermercados, con la ventaja que el producto puede ser consumido en un lapso de 15 días a temperatura ambiente y una o dos semanas más en refrigeración, dependiendo del fruto; todo esto, sin índices de mal manejo ya que conserva intactos su tamaño, peso, tono y sabor (la imagen agropecuaria 2007).

3.2.1.3.2 Principales productos a los que se aplica el encerado en México

Los frutos con mayor aplicación de encerado son los cítricos como:

- | | |
|-------------|------------|
| ❖ Naranja | ❖ Manzana |
| ❖ Toronja | ❖ Aguacate |
| ❖ Limón | ❖ Plátano |
| ❖ Durazno | ❖ Lima |
| ❖ Ciruela | ❖ Papaya |
| ❖ mandarina | ❖ piña |
| ❖ pera | |

Fuente: la imagen agropecuaria, 2007

3.2.1.3.3 Ventajas del uso de las ceras

- Prolongan la vida de anaquel.
- Dan mejor apariencia
- Mejoran el precio
- Menores pérdidas postcosecha
- Reducen el riesgo de fisuras en los frutos
- Disminuyen la oxidación

3.2.1.3.4 Costo de encerado

El costo de estas ceras no es muy elevado y se calcula que por cada litro utilizado se puede obtener entre 50 centavos y un peso por cada fruto, aunque se requeriría maquinaria para aplicarlas a escala industrial y comercializarlas en mercados muy competitivos. Es una inversión rentable que aún no se realiza en México. Se puede definir el tipo de cera para cada producto, dependiendo de la cantidad de sustancias y reacciones químicas que requieran los frutos, así como la permeabilidad y su resistencia. Aunque ofrecen la misma protección (la imagen agropecuaria 2007).

3.2.2 Hidrocoloides

Los hidrocoloides son moléculas muy grandes (macromoléculas) que tienen una gran afinidad por el agua donde se disuelven en mayor o menor medida y modifican su reología, aumentando la viscosidad del líquido y llegando, en ocasiones, incluso a gelificar dando un aspecto sólido a ese líquido.

Entre las estructuras de hidrocolides bien conocidas como las proteínas (clara de huevo, gelatina...) y los almidones, pero se suele guardar este nombre para aquellas fibras con mucha capacidad para atrapar agua y que han sido clasificadas como aditivos (agar, alginato, goma arábiga, pectina...) a los que se identifica generalmente con la letra E y un número de 3 cifras que comienza por 4. Existen también los que empiezan con este mismo número algunos emulsificantes y algunos estabilizantes como los fosfatos (web # 1).

3.2.2.1 Clasificación de los Hidrocoloides

Los hidrocoloides clasificados como aditivos son cadenas más o menos largas de diferentes azúcares y sus derivados. Estas cadenas pueden ser lineales o estar ramificadas.

Según las características de las cadenas, su longitud, sus ramificaciones, la forma en que se agrupan las ramificaciones y si tienen cargas eléctricas o no, los hidrocoloides pueden ser solubles en frío o pueden necesitar un tratamiento térmico previo para poder solubilizarse y ejercer su función (Web # 1)

3.2.2.1.1 Hidrocoloides solubles en frío

No necesitan tratamiento térmico para dar viscosidad o gelificar ejemplo: Alginato, Goma Guar, Goma Arábiga, Goma Xantana, Konjac etc (Web # 1).

3.2.2.1.2 Hidrocoloides solubles en caliente

Necesitan tratamiento térmico para dar viscosidad o gelificar. Normalmente el efecto se aprecia más cuando se enfría la solución. Algunos ejemplos de los mas comunes (cuadro 4) son: Agar, Carragenato, Goma Garrofín, Pectinas etc (Web. # 1).

Cuadro 4. Principales hidrocoloides en alimentos

HIDROCOLOIDES ALIMENTARIOS		
ORIGEN	NATURALES	MODIFICADOS
EXUDADOS	Goma Arábica (E-414) Goma Tragacanto (E-413) Goma Karaya (E-416)	
SEMILLAS	Goma Garrofín(E-410) Goma Guar (E-412) Goma Tara (E-417)	
ALGAS	Alginatos (del E-400 al E-404) Agarr (E-406) CarragenatoS (E-407)	Alginato de Propilenglicol (E-405)
FRUTOS	Pectinas HM (E-440)	Pectinas LM (E-440) Pectinas Amidadas (E-440ii)
CEREALES	Almidón nativo de maíz, trigo y arroz	Almidones Modificados (E-1410 a1450)
TUBÉRCULOS	Almidón nativo de patata y tapioca Konjac (E-425)	Almidones Modificados (E-1410 a 1450)
CELULOSA	Celulosa Microcristalina (E-460)	Carboximetilcelulosa (E-466) Metilcelulosa (E-461) Etilmetilcelulosa (E-465) Hidroxipropilcelulosa (E-463) Hidroxipropilmetilcelulosa (E-464)
FERMENTACIÓN MICROBIANA	Goma Xantana (E-415) Goma Gellan (E-418) Pullulan (E-1204)	
PROTEÍNAS	Gelatinas, Albúminas de huevo, o leche etc...	

Fuente: Web # 1

Los hidrocoloides de origen animal y vegetal son usados en algunas formulaciones específicas en el cubrimiento de algunos alimentos. Estos proveen una buena barrera al O₂ y CO₂, pero no al agua; sin embargo, tales películas se convierten en suplementos nutricionales en el cubrimiento del alimento. Pueden clasificarse de acuerdo con su composición, carga molecular o solubilidad en agua. En los hidrocoloides se engloban los polisacáridos (derivados de celulosa, derivados de almidón, pectinas, alginatos, chitosan); Proteínas de maíz, soja y suero de leche (Pérez y col. 2008).

3.2.2.2 Proteínas

Las proteínas como la caseína, gelatina, proteína de soya, zeína, albúmina de huevo, entre otras, son buenas formadoras de recubrimientos y se adhieren a las superficies hidrofílicas pero en la mayoría de los casos no resisten la difusión al vapor de agua. Los recubrimientos a base de proteínas para productos vegetales, no han tenido mucho éxito. Sin embargo, el desarrollo de cubiertas compuestas en las que se combinan proteínas con materiales hidrofóbicos, ofrecen muchas oportunidades para este propósito. Se ha reportado que la pegajosidad que comúnmente se observa en frutos como los dátiles, higos, pasitas, ciruelas pasas y chabacanos deshidratados, se reduce notablemente con recubrimientos formulados con cera de carnauba, un aceite vegetal, zeína de maíz y un agente humectante (Bósquez, 2003).

3.2.2.2.1 Caseína

La caseína, una proteína de la leche bastante soluble en agua, puede dar lugar a recubrimientos con buenas propiedades mecánicas, además de no conferir ningún tipo de color u olor diferente del alimento donde se aplica. Debido a su alta permeabilidad al vapor de agua, necesita de otras sustancias que mejoren sus propiedades de barrera. Por ejemplo, la incorporación de lípidos en recubrimientos de caseína provee una buena protección para frutas y vegetales contra la pérdida de agua y el pardeamiento oxidativo (Rojas, 2006).

LeTien *y col.* (2001) recubrieron trozos de manzanas con coberturas basadas en proteínas de la leche (caseínas) y proteínas provenientes del suero de la leche, estudiando su efectividad en la prevención del oscurecimiento enzimático. Los resultados confirmaron que dichas formulaciones fueron efectivas en retardar las reacciones de oscurecimiento gracias a su actuación como barrera al oxígeno; siendo la película basada en proteína de suero más efectiva que la producida a partir de caseína (Rojas, 2006).

3.2.2.2 Zeína

La zeína es una proteína natural del maíz, insoluble en agua, pero soluble en soluciones acuosas de alcohol, glicerol y ésteres de glicerol (Martín-Polo *et al.*, 1992). Posee buenas propiedades para formar coberturas, además de excelentes propiedades de adhesividad y buena barrera al oxígeno, aunque por su elevada hidrofiliadad y fragilidad requieren la adición de agentes plastificantes como el glicerol (Gennadios y Weller, 1991). Park *et al.* (1994) utilizaron zeína de maíz para elaborar coberturas comestibles y las utilizaron para recubrir tomates, obteniendo una reducción de cambios de color, pérdida de peso y firmeza de los frutos (Rojas, 2006).

3.2.2.3 Suero de leche

Los recubrimientos comestibles obtenidos a partir de aislado proteico de suero poseen excelentes barreras para el transporte de gas y barreras moderadas para el transporte de la humedad. Algunas de las cubiertas son quebradizas es por eso que requieren de la aplicación de un plastificante. Se piensa que el plastificante rompe el enlace de hidrógeno entre las proteínas reduciendo las fuerzas de atracción y aumentando la movilidad de las cadenas (Regalado y col, 2005).

3.2.2.3 Polisacáridos

Entre los carbohidratos formadores de cubiertas están incluidos la celulosa, pectinas, almidón, almidones químicamente modificados, alginatos, quitosano, carragenina y gomas vegetales. Los recubrimientos formulados con polisacáridos ofrecen una buena barrera a los gases y se adhieren bien a las superficies de frutas y hortalizas. Sin embargo, su funcionalidad como barrera contra la pérdida de humedad es pobre debido a su naturaleza hidrofílica. Hay gran disponibilidad, generalmente son de bajo costo y no son tóxicos. Entre las ventajas potenciales de los recubrimientos a base de polisacáridos se pueden mencionar que no son grasos, son recubrimientos de bajas calorías y pueden emplearse para extender la vida de anaquel de frutas y hortalizas sin alto riesgo de desarrollar condiciones de anaerobiosis, por lo que su aplicación en la agricultura se ha vuelto popular debido a sus propiedades para modificar la atmósfera interna de una manera similar a las atmósferas controladas (Bósquez, 2003).

Los beneficios de los recubrimientos a base de polisacáridos son:

- a) Retención de sabor, ácidos, azúcares, textura y color.
- b) Mayor estabilidad durante el embarque y almacenamiento
- c) Mejor apariencia
- d) Reducción de pudriciones ya que reduce la posibilidad de que las condiciones anaeróbicas se presenten.

3.2.2.3.1 Almidón

El almidón es uno de los materiales crudos más comúnmente empleados en la agricultura ya que es económico, fácilmente disponible y relativamente fácil de manipular. La amilosa es el compuesto responsable de la formación de recubrimientos en el almidón y su uso para tal fin se ha extendido en los últimos años. Los recubrimientos elaborados con este material presentan baja permeabilidad al oxígeno. García y col. (1998) trabajaron con recubrimientos de almidón con alto contenido en amilosa para el recubrimiento

de fresas (*Fragaria ananassa*) logrando extender la vida útil de las frutas con disminución del proceso de senescencia, mantenimiento de la firmeza y reducción de la pérdida de peso durante el almacenamiento.

3.2.2.3.2 Quitosano

Es un polisacárido de alto peso molecular, normalmente obtenido por deacetilación alcalina de la quitina proveniente de crustáceos, es ampliamente utilizado como recubrimiento comestible. Está formado por unidades de glucosamina con uniones β (1-4). Este tipo de recubrimiento es efectivo en prolongar la vida útil y mejorar la calidad de frutas ya que presenta una alta permeabilidad selectiva frente a los gases, una ligera resistencia al vapor de agua, además se ha demostrado que el quitosano reduce el crecimiento de un amplio rango de hongos y bacterias, además, induce mecanismos de defensa, tales como la producción de fitoalexinas y aumento en la actividad de quitinasas. Sin embargo, la funcionabilidad y actividad del quitosano depende de sus características físicas como el peso molecular y el grado de acetilación. Su uso podría ser una alternativa viable a los métodos de conservación, debido a sus características de biocompatibilidad y biofuncionalidad, aunado a sus propiedades de viscosidad. Además de ser completamente biodegradable y no tóxico (González, 2005).

3.2.2.3.3 Pectinas

Las pectinas son un importante constituyente de la pared celular de muchas plantas. Comercialmente las pectinas son extraídas del bagazo de manzanas o de la piel de frutos cítricos (Thakur *et al.*, 1999). Las pectinas de bajo grado de metoxilación se emplean normalmente en la elaboración de recubrimientos comestibles ya que son capaces de formar geles firmes en presencia de iones de calcio, los cuales establecen puentes estables con los grupos carboxilos de la pectina.

3.2.2.3.4 Alginato

Es un polisacárido derivado de algas marrones de origen marino (*Phaeophyceae*), se encuentra formando parte de la pared celular de las algas, de forma análoga a la celulosa y pectina en la pared celular de las plantas terrestres. El ácido algínico es un co-polímero insoluble y de bajo peso molecular de los ácidos gulurónico (G) y manurónico (M), pero sus sales de metales alcalinos son solubles en agua y forman geles rápidamente en presencia de calcio, los cuales presentan buenas características para ser empleados como recubrimientos comestibles. Las propiedades gelificantes del alginato se deben a su capacidad de formar enlaces con iones divalentes como el calcio (Rojas, 2006).

3.3 Otros componentes

La influencia de otros componentes llamados aditivos dependerá de su concentración, estructura química, grado de dispersión en el recubrimiento y grado de interacción con el polímero. Si se obtiene una adecuada homogeneización del sistema es posible garantizar la uniformidad en el tamaño y distribución de las partículas de la fase dispersa, lo que repercutirá en la funcionalidad de barrera contra la transferencia de masa de la cubierta formada (Bósquez, 2008).

3.3.1 Empleo de aditivos

Los aditivos sirven para impartir propiedades mecánicas, nutricionales y organolépticas a los recubrimientos, se utilizan diversos aditivos, como agentes antimicrobianos, ácidos orgánicos, antioxidantes, colorantes, saborizantes y otros componentes nutritivos.

Los aditivos pueden ser:

- a) Plastificantes. Como alcoholes polhídricos, ceras aceites, ácidos.

- b) Surfactantes y emulsificantes. Como grasas, aceites, emulsificantes y polietilenglicol
- c) Conservadores químicos. Como ácido benzoico benzoato de sodio, ácido ascórbico, sorbato de potasio y ácido propiónico.

3.3.1.1 Plastificantes

Son moléculas pequeñas de bajo peso molecular, de baja volatilidad y con una naturaleza química similar a la del polímero formador de recubrimiento. Se usan para mejorar la flexibilidad y la funcionalidad de los recubrimientos. El plastificante debe ser miscible con el polímero y de ser posible, soluble en el solvente. Los recubrimientos requieren de una concentración de plastificante entre el 10 y 60% (base seca) (Guzmán, 2003).

Según Guilbert (1986), los plastificantes comúnmente utilizados en alimentos son:

- a) Mono-, di- y oligosacáridos (glucosa, jarabes, miel).
- b) Polioles (sorbitol, glicerol, polietilenglicoles y sus derivados).
- c) Lípidos y derivados (ácidos grasos, monoacilgliceroles, derivados éster y surfactantes).

Dentro de los plastificantes mas utilizados podemos mencionar al glicerol.

3.3.1.1.1 Glicerol

Generalmente se requieren plastificantes como el glicerol en las formulaciones a base de polisacáridos y de proteínas, para aumentar la flexibilidad de los recubrimientos, al aumentar el volumen libre o la movilidad molecular de los polímeros, reduciendo los enlaces de hidrógeno internos entre las cadenas de polímeros y aumentando el espacio intermolecular. Los plastificantes afectan la capacidad de atracción de agua del sistema y generalmente suelen aumentar la permeabilidad al oxígeno de los recubrimientos comestibles (Rojas, 2006).

3.3.1.2 Emulsificantes y surfactantes

La naturaleza física de la región interfacial es crucial para obtener una emulsión de alta calidad y para conseguirla frecuentemente se adicionan emulsificantes; la función principal los emulsificantes es la de promover y/o estabilizar una emulsión. En la industria alimentaría, el término “emulsificante” hace referencia a los surfactantes de moléculas pequeñas, pero las proteínas y algunos polisacáridos pueden actuar como agentes emulsificantes poliméricos y estas macromoléculas pueden actuar también como estabilizantes. En concreto un emulsificante no necesariamente confiere estabilidad duradera, sino simplemente tiene la capacidad de adsorberse rápidamente en la interfase recién creada durante la emulsificación mientras que la estabilidad a largo plazo usualmente es conferida por las proteínas y polisacáridos (Bósquez, 2003).

3.3.1.3 Antimicrobianos y/o conservadores

Los conservadores se utilizan para controlar el crecimiento de mohos, levaduras y bacterias, como el benzoato de sodio, ácido benzoico, ácido ascórbico, ácido propiónico y sorbato de potasio. Debido a que los conservadores se difunden hacia el alimento la efectividad de los conservadores respecto al tiempo es limitada, por lo que la acción de los conservadores en base a la concentración inicial es reducida. Además son importantes otros factores como la permeabilidad del ácido sórbico, que es dependiente del tipo de recubrimiento y del contenido de ácidos grasos que reduce su permeabilidad (Guzmán, 2003).

Los antimicrobianos o conservadores pueden tener al menos tres tipos de acción sobre el microorganismo.

- Inhibición de la biosíntesis de los ácidos nucleicos o de la pared celular.
- Daño a la integridad de las membranas.
- Interferencia con la gran variedad de procesos metabólicos esenciales.

Los conservadores son compuestos usados para retardar o prevenir el deterioro fisicoquímico o microbiológico de los alimentos, los cuales pueden deteriorarse a través de cambios adversos causados por la presencia de enzimas, oxígeno, luz; pérdida de humedad; o, más importante, la acción de microorganismos. Los conservadores usados para prevenir los cambios causados por oxígeno, luz, y enzimas incluyen los agentes para prevenir la rancidez, los compuestos antioxidantes y los compuestos antioscurecimiento (García, 2004).

3.3.1.3.1 Factores considerados en el uso de conservadores

El uso y selección de un antimicrobiano depende de una serie de factores que deben ser considerados y evaluados como:

1. El antimicrobiano y las propiedades químicas del compuesto tales como solubilidad y contraste de disociación.
2. La seguridad del compuesto en los niveles sugeridos.
3. Las propiedades y composición del alimento como el pH, contenido de grasa, proteína y actividad de agua.
4. El tipo y los niveles iniciales de los microorganismos en el producto.
5. El costo del antimicrobiano.
6. La seguridad de que el antimicrobiano no afecte la calidad del producto.

(García, 2004).

3.3.1.3.2 Clasificación de los conservadores

Actualmente los conservadores se clasifican en tradicionales y naturales.

Se consideran como “**conservadores tradicionales**” aquellas sustancias químicas incluidas dentro de la normatividad vigente.

Se consideran “**conservadores naturales**” aquellas sustancias que se obtienen o se derivan de materiales o procesos biológicos y cuya inocuidad se atribuye a que cuando se ingieren son degradados por el organismo. Esta

clasificación de los conservadores se atribuye a la percepción de los consumidores de lo natural como “bueno/beneficioso” y de lo químico como “malo/riesgoso” (García, 2004).

3.4 Tipos de recubrimientos

Existen dos tipos de recubrimiento para frutas y hortalizas en la que cada uno de estos tiene sus propias ventajas y desventajas, en seguida se describe cada uno de ellos.

3.4.1 Recubrimiento en bicapa

Se ha reportado en la literatura que los recubrimientos en bicapa son mas eficaces que sirven de barrera contra la transferencia de agua, mas sin embargo una de sus principales desventajas de estos recubrimientos en bicapa (figura 1) es que su elaboración requiere de 4 pasos, siendo 2 aplicaciones y 2 etapas de secado (Bósquez, 2003).



Figura 1. Recubrimiento en bicapa

Fuente: Bósquez, 2003

3.4.2 Recubrimiento emulsificado

Los sistemas emulsificados representan una herramienta importante en la elaboración de recubrimiento adecuándose a las necesidades del alimento por recubrir; al favorecer la formación de estructuras constituidas por diversos tipos de sustancias en diferentes proporciones; estos recubrimientos permiten mejorar las propiedades de intercambio gaseoso, flexibilidad, adherencia y permeabilidad al vapor de agua. Este es el recubrimiento mas utilizado por la industria alimentaría ya que esta inclinada por el uso de formulaciones emulsificadas en las que los lípidos (aceites o ceras) y las sustancias

formadoras de matrices estructurales están asociadas a una emulsión. En este caso el recubrimiento se aplica sobre la superficie del alimento y sólo se requiere una etapa de secado (figura 2). Cabe señalar que la técnica utilizada en la preparación de la formulación impacta en la estructura final del recubrimiento (Bósquez, 2003).

Un factor crítico para la obtención de recubrimientos comestibles a través de emulsiones es su estabilidad de la misma, esto se debe a que factores fisicoquímicos afectan la estabilidad de la emulsión es por ello que se requiere del uso de mezclas de biopolímeros para contrarrestar esos efectos. (Rojas, 2009).



Figura 2. Esquema del recubrimiento emulsificado

Fuente: Bósquez, 2003

3.5 Emulsiones

Una emulsión es un sistema que contiene dos fases líquidas inmiscibles, una de las cuales está dispersada en la otra, y cuya estructura es estabilizada por un agente surfactante llamado emulsionante. En la mayoría de los alimentos, los diámetros de los glóbulos generalmente varían entre 0.1 a 100 μm . Las gotas de la emulsión se refieren a la **fase dispersa o fase interna** y el líquido circundante se denomina **fase continua o fase externa** (Salager, 1993).

3.5.1 Clasificación de las emulsiones

Cuando se hace una emulsión con dos líquidos inmiscibles, uno de los líquidos es una fase acuosa y el otro una fase aceite u orgánica para este caso se usaran las abreviaturas W (water) y O (oil) para dichas fase.) En la figura 3 se muestra los diferentes tipos de emulsion, donde se observa que si la

emulsión contiene gotas de aceite (O) dispersadas en agua (W), se le llamará emulsión O/W, mientras que un sistema que consiste en gotas de agua dispersadas en una fase oleosa es denominada emulsión agua en aceite (W/O).

De acuerdo con la concentración de fase dispersa, las emulsiones se pueden clasificar en tres clases:

- | | |
|---|---------------|
| a) Emulsiones con menos del 30% de fase dispersa | 1a. Categoría |
| b) Emulsiones entre 30-70% de fase dispersa | 2a. Categoría |
| c) Emulsiones con más del 74% de fase dispersa | 3a. Categoría |

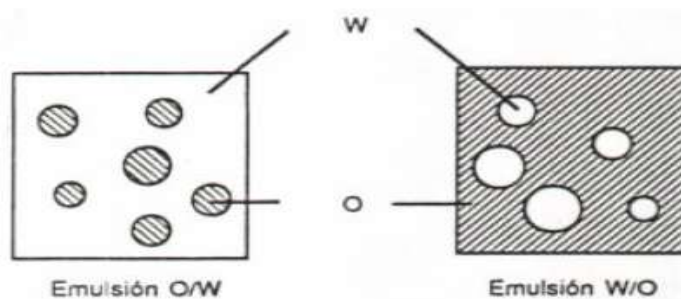


Figura 3. Tipos de emulsión

Fuente: Salager, 1993

3.5.2 Partes que conforman una emulsión

Una emulsión está constituida por tres partes, las cuales presentan propiedades fisicoquímicas diferentes: la fase dispersa, la fase continua y la interfase. Todas las moléculas o ingredientes de una emulsión se distribuyen según su concentración y polaridad que estas tengan en las diferentes partes que conforman la emulsión (figura 4). Las moléculas no polares tienden a localizarse principalmente en la fase oleosa, las moléculas polares en la fase acuosa y las moléculas anfifílicas en la interfase (Bósquez, 2008).

- Fase acuosa: azúcares, sales, ácidos, bases, surfactantes, proteínas y carbohidratos.

- Fase oleosa: mezclas complejas de compuestos solubles en lípidos como triglicéridos, diglicéridos, ácidos grasos libres, ceras, esteroides, y vitaminas.
- Región interfacial: puede contener una mezcla de varios compuestos de superficie activa, incluyendo proteínas, fosfolípidos, surfactantes, alcoholes y partículas sólidas.

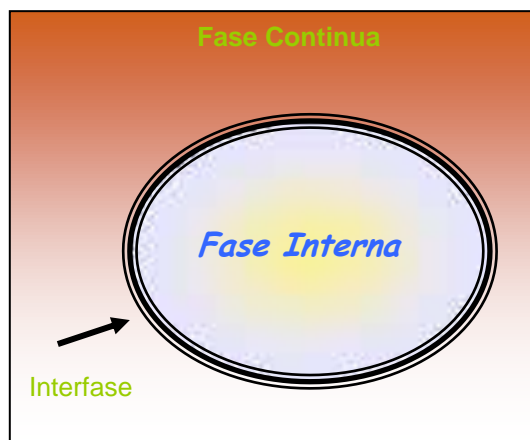


Figura 4. Partes de una emulsión sencilla

Fuente: Rojas 2009

3.5.3 Agentes emulsionantes presente en los recubrimientos comestibles

Como antes ya mencionado un emulsificante es una molécula anfifílica, que tiende a emigrar y adsorberse rápidamente en la interfase de una emulsión agua – aceite lo cual favorece la formación de gotas con un menor consumo de energía. En ocasiones el concepto de emulsificante tiende a confundirse con un estabilizante, mas sin embargo no son iguales aunque en ocasiones lo que se cree como un emulgente o emulsificante no es tal sino viene siendo un estabilizante ya que en cuestiones prácticas este no presenta actividad interfacial significativa (Muños col. 2007). Los emulsificantes se dividen en dos grupos los cuales pueden ser de alto y bajo peso molecular y se describen a continuación.

3.5.3.1 Emulsionantes de bajo peso molecular

Entre los emulsificantes de bajo peso molecular obtenidos a partir de materias primas se pueden mencionar a los fosfolípidos (lecitinas de soya y de huevo), mono glicéridos obtenidos a partir de grasas y aceites mediante interesterificación con glicerol, ésteres de sacarosa, ésteres de sorbitano, polisorbatos, etc.

Estos emulsificantes forman diferentes estructuras de asociación en la fase acuosa por lo que pueden ser de naturaleza micelar e incluso liquido-cristalina (Muños y Alfaro, 2000). En la interfase se forman capas monomoleculares, aunque en ciertas ocasiones pueden formar multicapas de naturaleza liquido-cristalina, que aumenta la viscoelasticidad de la interfase, de esta manera se facilita el procesado y estabilidad de las emulsiones. Para la elección de un emulsionante o bien una mezcla de estos en el caso de emulsionantes de bajo peso molecular es el balance hidrófilo lipófilo, HLB. Ya que los emulsionantes son de naturaleza anfifílica, pero pueden tener una mayor o menor tendencia a solubilizarse ya sea en un medio oleoso o acuoso, dependiendo de la importancia relativa de sus grupos hidrófilos (cabezas polares o grupos etoxilados) e hidrófobos (cadenas largas hidrocarbonadas, $C \geq 12$). Si el emulsionante tiende a ser soluble en agua será útil para formar emulsiones O/W por lo contrario, si su parte polar es dominante se disolverá preferente mente en un medio oleoso y como consecuencia, será útil para formación de emulsiones W/O desde un punto de vista cuantitativo.

3.5.3.2 Emulsionantes de alto peso molecular

El uso de emulsionantes en la industria alimentaría de alto peso molecular se pueden mencionar a las proteínas como emulsionantes macromoleculares esto se debe a que están presente en cantidades significativas en materias primas naturales comestibles entre las proteínas conocidas de origen animal se pueden mencionar las del huevo y de la leche, de origen vegetal se destacan la de la soya, guisantes, gluten de trigo.

Las proteínas para ejercer su función emulsionante siguen un mecanismo en tres etapas. La primera consiste en su transporte convectivo

desde la fase continua a la interfase, la segunda en su adsorción en la interfase y la tercera en una reorganización de su estructura en la interfase, que recibe el nombre de desnaturalización superficial (Muñoz y col. 2007).

3.5.4 Agentes estabilizantes

Un agente estabilizante es un compuesto químico (o mezcla) que da estabilidad a la emulsión por largo plazo, posiblemente por un mecanismo de adsorción, pero no necesariamente. Entre los estabilizantes que generalmente se utilizan son los biopolímeros (proteínas y polisacáridos).

Los polisacáridos se estabilizan por medio de la modificación de sus propiedades reológicas en el medio de dispersión (viscosidad o gelación de la fase acuosa continua). Mientras que las proteínas, su estabilización se debe a que tienen una fuerte tendencia a adsorberse en las interfases aceite-agua y forman capas estabilizadoras alrededor de las gotas de aceite, de tal manera que actúan como emulsificantes y estabilizantes (Ruiz, 2004)

3.5.5 Estabilidad de la emulsión

La estabilidad de una emulsión no es más que la capacidad que tiene para resistir a los cambios de sus propiedades durante un periodo de tiempo, por que entre más estable sea una emulsión menos será su deterioro a lo largo del tiempo. Para que una emulsión sea cinéticamente estable esta debe tener una energía de activación mayor a la energía térmica del sistema (KT) (Bengoechea, 2006).

Un ejemplo de ello es la combinación de agua y aceite donde estos son agitados conjuntamente para formar una emulsión, su estabilidad sería temporalmente ya que durante un corto periodo de tiempo se separarían. Esto se debe a que la energía de activación entre el estado emulsionado y el estado no emulsionado es muy pequeña. Para crear una emulsión cinéticamente estable durante un periodo de tiempo relativamente largo se requiere la presencia de un emulsionante o un agente espesante lo cual serviría para originar una energía de activación suficientemente grande para prevenir la

desestabilización. Por lo tanto, el papel que juega los emulsionantes y los espesantes en la estabilidad de los emulsiones es de suma importancia (Bengoechea, 2006).

3.5.6 Mecanismos de inestabilidad en emulsiones

Una emulsión puede desestabilizarse a través de diferentes tipos de procesos físico-químicos. La desestabilización física resulta en una alteración en la distribución espacial o en la organización estructural de las moléculas como el cremado, la floculación, la coalescencia, la inversión de fases o la maduración de Ostwald (figura 5), mientras que la oxidación o la hidrólisis son un ejemplo comunes de desestabilización química (Bengoechea,2006).

- Cremado. Es un proceso causado por la acción de la gravedad en cual se produce un gradiente vertical de la concentración de las gotas sin variar su distribución del tamaño de las mismas. Para las emulsiones o/w, las gotas de aceite son menos densas que la fase continua y acuosa y por lo tanto ocurre el cremado.

- Sedimentación. Es el proceso mediante el cual las gotas emigran hacia la parte inferior del sistema debido a la diferencia de densidades en al fase.

- La floculación. Consiste en la unión de las gotas sin fusionarse entre ambas en el cual no existe variación en al distribución del tamaño de las gotas. El proceso de floculación esta controlada por un equilibrio global entre las fuerzas de atracción electrostáticas de van der Waals, y repulsivas de tipo estéricas y de hidratación.

- Coalescencia. Consiste en la unió de dos gotas para crear una sola gota mas grande con la eliminación de parte de la interfase liquido/liquido. Este es un cambio irreversible ya que requiere el aporte de de energía extra para restablecer la distribución del tamaño de la partícula original.

- Maduración de Ostwald. Se debe al crecimiento de las gotas más grandes a costa de las más pequeñas hasta desaparecerlas. Este proceso ocurre a una velocidad que es función de la solubilidad de la fase dispersa en la fase continua y esto se debe a que la presión interna de las gotas (presión de Laplace) es mayor en las gotas más pequeñas.
- Inversión de fases. Es el proceso mediante el cual una emulsión agua en aceite se convierte en una emulsión aceite en agua, o viceversa (Aranberri, 2006)

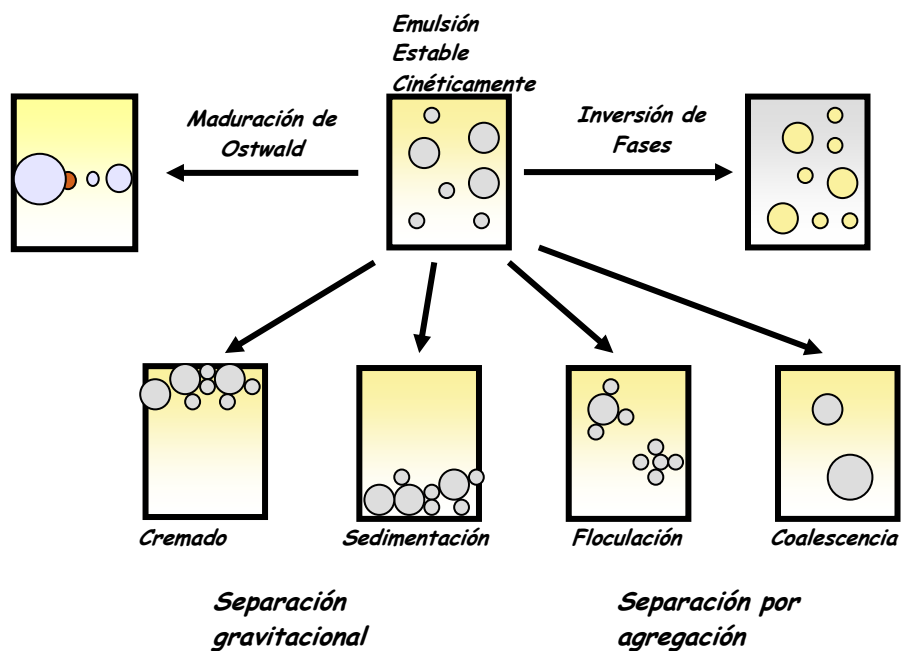


Figura 5. Mecanismos de desestabilización de una emulsión

Fuente: rojas, 2009

3.6 Variables a considerar en la formulación de los recubrimientos emulsificados

3.6.1 Estructurales

Los biopolímeros naturales con alto peso molecular son los responsables de proporcionar una matriz macromolecular con resistencia cohesiva, esto también depende de la estructura química del polímero, masa molecular, geometría y distribución espacial de sus grupos funcionales, para este tipo de propósitos los mas recomendados son los hidrocoloides los cuales debido a su naturaleza hidrofílica, son muy sensibles al agua. Un polímetro de cadena poco compacto forma un recubrimiento de baja funcionalidad, mientras que un polímero con elevado número de ramificaciones incrementa el nivel de cohesividad de los recubrimientos a medida que aumenta su concentración en la dispersión. Este efecto repercute en la funcionalidad de los recubrimientos terminados al inducir la formación de estructuras resistentes (Bósquez 2008)

3.6.2 Fracción volumétrica de la fase dispersa

La concentración de las gotas o partículas en una emulsión esta dada por la fracción volumétrica de la fase dispersa (ϕ), que equivale al consiente del volumen de las gotas de la emulsión (VD) entre el volumen total de la emulsión (VE). El conocimiento del valor de ϕ es muy importante ya que la concentración de las gotas o partículas tienen una influencia determinante en la aparición, textura, estabilidad y costos de los productos elaborados por emulsificación En el caso particular de las partículas de las formulaciones desarrolladas para la obtención de recubrimientos comestibles, la homogeneidad de las partículas hidrofóbicas dispersas se reflejara en las propiedades de barras finales como la permeabilidad al vapor de agua y gases (Bósquez, 2008).

3.6.3 Distribución del tamaño de la partícula

El tamaño de cada partícula esta determinada por el tipo y tiempo de homogenización, concentración y tipo de emulsificantes, relación aceite/agua y otros factores entre los que destacan pH, viscosidad, temperatura.

El tamaño de las partículas (glóbulos) que contiene una emulsión determina muchas de sus propiedades más importantes, por lo cual es importante tener un control confiable que permita medir y predecir el comportamiento de las partículas (Dickinson y Sainsby, 1982). Si todas las gotas o glóbulos en una emulsión son del mismo tamaño, caracterizada por un parámetro (v. gr. radio o diámetro), se le denomina monodispersa, pero si hay una rango de tamaños entonces se le denomina polidispersa.

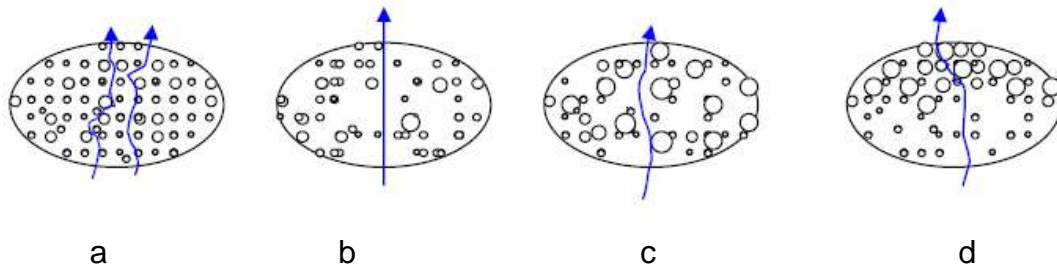
En los recubrimientos comestibles obtenidos por emulsificación la transferencia de masa ocurre a través de la matriz estructural, la cual constituye la fase continua en la emulsión así que el material permeante (gases o vapor de agua) seguirá una trayectoria que estará determinada por el tamaño y la forma en que se encuentren dispersadas las partículas hidrofóbicas en el sistema (Bósquez, 2003).

En la Fig. 6 se muestran los posibles mecanismos de permeación a través de un recubrimiento emulsificado.

Cuando el tamaño de las partículas hidrofóbicas es pequeño y su distribución es homogénea, entonces la tortuosidad del recubrimiento es mayor ofreciendo una mayor resistencia a la permeación, dado que las moléculas tendrán que recorrer un camino más complejo figura a), cuando la distribución no es homogénea y la emulsión presenta inestabilidad de floculación o coalescencia, entonces se forman zonas altamente hidrofílicas en donde la difusión del permeante encuentra poca resistencia, es decir, la permeabilidad es mayor y, debido a la hidratación, aumenta la probabilidad de una pérdida de estabilidad estructural del recubrimiento figura b), lo mismo ocurre en el caso en donde se tienen partículas hidrofóbicas grandes con distribución heterogénea figura c) y Otra forma en la que puede incrementarse la permeabilidad ocurre cuando se presentan fenómenos de cremado y

coalescencia durante el secado o deshidratación de la emulsión, dando lugar a la formación de un recubrimiento con “bi-capa” es decir, con una cara hidrofóbica y una hidrofílica, con altas probabilidades de pérdida estructural de ésta última por ser fácilmente hidratable figura d).

Figura 6. Tamaños de partículas en un recubrimiento emulsificado



Fuente: Bósquez, 2003

3.6.4 Concentración y tipo de emulsificante

La presencia de emulsificantes en el proceso de una emulsificación, favorece la ruptura de las gotas y conduce generalmente, a un descenso de tamaño de las partículas en emulsiones, ya que esta hace descender la intención interfacial y previene la recoalescencia de las gotas. Estos fenómenos están determinados por las características y el tipo de emulsionante empleado.

La acción de un emulsionante es reducir el tamaño de la gota, esta determinada fundamentalmente por dos propiedades; su velocidad de adsorción en la interfase (Schubert y Armbruster, 1992) y la resistencia a la coalescencia de la capa interfacial que forma, que depende de sus propiedades estructurales y fico-químicas (Bengoechea, 2006).

3.6.5 Energía aplicada

El aumento de la energía aplicada al sistema, produce un descenso del tamaño de la partícula. Asociado con un aumento de la viscosidad de la emulsión y de sus propiedades viscoelásticas, lo que se reduce en una mayor estabilidad, sin embargo, existen ocasiones en que un incremento de la energía

aplicada sobre un valor crítico, puede producir el efecto contrario, debido a un excesivo calentamiento o exposición del sistema a elevadas presiones (Bengoechea, 2006).

3.7 Mecanismos de formación de recubrimientos comestibles

Para la conformación de un recubrimiento comestible se necesita el uso de por lo menos un componente capaz de conformar una matriz estructural con suficiente adhesividad. Los recubrimientos comestibles elaborados, combinando varios compuestos, han sido perfeccionados para aprovechar las propiedades funcionales complementarias de cada componente y minimizar así sus desventajas, las sustancias formadoras de las cubiertas crean una estructura continua mediante interacciones entre moléculas bajo la acción de un tratamiento químico o físico. La formación de una cubierta involucra los siguientes pasos:

- La conservación simple. En la que se consigue la formación de una cubierta a partir de cambios de fase o precipitación de un hidocoloide en disolución acuosa mediante modificación de algunas propiedades del solvente (pH y cargas eléctricas).
- La coacervación compleja. En la que dos soluciones de hidocoloides con cargas opuestas se combinan, provocando la interacción y la precipitación de mezclas de de polímeros.
- La gelificación o coagulación térmica. Mediante la cual el calentamiento de la macromolécula implica su desnaturalización seguida de gelificación o precipitación, o incluso el enfriamiento de una dispersión de hidocoloide que provoca una transición gel-sol, por ejemplo la gelatina o el agar.
- La eliminación del disolvente. En el que la formación de la cubierta sólida se lleva a cabo gracias a la evaporación del solvente en el que se aplica. Para obtener una cubierta con propiedades mecánicas

adecuadas es necesario ajustar correctamente la temperatura y velocidad de secado.

- La fusión y solidificación. Empleada en cubiertas de naturaleza de lípidos consiste en el calentamiento de la sustancia empleada por encima de su punto de fusión y su posterior enfriamiento (García, 2009).

3.8 Propiedades de los recubrimientos

3.8.1 Propiedades físicas

Las propiedades físicas más importantes para los recubrimientos comestibles se encuentran: color, opacidad aparente, transparencia, solubilidad, permeabilidad al vapor de agua y a los gases (oxígeno, monóxido de carbono, etileno), y aquellas relacionadas con la resistencia mecánica (Roblejo, 2009).

3.8.2 Propiedades ópticas

En el aspecto sensorial, y en sentido amplio, se pueden considerar como propiedades ópticas todas aquellas que se perciben con el sentido de la vista. A las ya enunciadas pueden añadirse la forma, el tamaño y las características de superficie rugosidad, manchas y defectos (Roblejo, 2009).

3.8.3 Propiedades de solubilidad

La solubilidad es una medida de la integridad de los recubrimientos en un medio acuoso. Generalmente, mayor solubilidad indica menor resistencia al agua. Esta propiedad afecta la futura aplicación de los recubrimientos (Roblejo, 2009).

3.8.4 Propiedades de espesor

La mayoría de los recubrimientos comestibles son de naturaleza hidrofílica y según (*Gennadios et al.1994; Park y Chinnan, 1995*). se ha encontrado una relación dependiente positiva entre la permeabilidad al vapor del agua y el espesor de los recubrimientos. *McHugh et al. (1993)*. Consideran que a medida que el espesor de los recubrimientos aumenta, se incrementa la resistencia a la transferencia de masa a través de ella, en consecuencia, la presión parcial de vapor del agua de equilibrio en la superficie inferior de la cubierta se incrementa. Otros autores atribuyen el efecto del espesor a cambios en la estructura del recubrimiento ocasionados por el hinchamiento que provoca el agua en el polímero (*Bertuzzi, 2002*).

3.8.5 Permeabilidad

En los recubrimientos comestibles durante el transporte de gas pueden ocurrir dos mecanismos: difusión capilar y difusión activa la primera de estas ocurre en materiales que son porosos o que presentan imperfecciones, y la difusión activa incluye la solubilización del gas en la cubierta, difusión a través de la cubierta y finalmente el paso al otro lado de la cubierta. La velocidad de difusión aumenta con el tamaño y el número de cavidades, causadas por la presencia de sustancias como los plastificantes. Por lo tanto, la difusión activa dependerá del tamaño y polaridad del penetrante, de la cristalinidad, de los enlaces y movimiento de las cadenas del polímero (*Guzmán, 2003*).

De acuerdo con *Chao y Rizvi (1988)*, la difusión de un gas también está determinada por el área, gradiente de concentración, temperatura, diferencia de presión a través de la cubierta y humedad relativa.

Los plastificantes y otros aditivos reducen la fuerza de cohesiva entre las cadenas del polímero, causando una movilidad de la cadena y, por lo tanto, un incremento en la permeabilidad debido a la interposición del plastificante con las cadenas del polímero. La presencia de insaturaciones, en el polímero, favorece la rotación de las cadenas y aumenta la difusividad, sin embargo, la

introducción de grupos metil reduce la flexibilidad de la cadena, reduciendo la difusión (Guzmán, 2003).

La fuerza y permeabilidad de las cubiertas puede ser alterada por:

- La concentración del catión polivalente
- Velocidad de adición y tiempo de exposición
- pH
- Temperatura
- La presencia de otros constituyentes

3.8.6 Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de los Recubrimientos Comestibles dependen en gran medida del tipo de material empleado en su elaboración y especialmente de su grado de cohesión, es decir, la habilidad del polímero para formar puentes moleculares numerosos y estables entre cadenas poliméricas, los cuales impiden su separación. Las propiedades de las coberturas dependen en gran medida de la composición y estructura de los ingredientes que la conforman. Por lo tanto, la elección de las sustancias a emplear y/o aditivos activos que se van a utilizar estén totalmente relacionados con la función para el cual se desea utilizar la cobertura comestible, la naturaleza del alimento y el método de aplicación (Rojas, 2006).

Según Olivas y Barbosa-Cánovas (2005) cuando el material empleado para recubrir se coloca en la superficie de las frutas, se desarrollan dos fuerzas:

- Cohesión de las moléculas dentro de la cobertura
- Adhesión entre el recubrimiento y la fruta

El grado de cohesión de los recubrimientos comestibles gobierna las propiedades de barrera y mecánicas de las coberturas. Una alta capacidad de adhesión asegura una durabilidad larga del recubrimiento en la superficie de la fruta (Rojas, 2006).

3.9 Métodos de aplicación de los recubrimientos

Existen tres métodos comunes para la aplicación de las cubiertas comestibles, a continuación se describen.

3.9.1 Aplicación por inmersión

Sumergir el alimento o producto por 30 segundos en el contenedor del recubrimiento, esto en el caso de productos que se requiere una capa uniforme en una superficie irregular, la inmersión es la técnica que proporciona mejores resultados, además que es una de las más utilizadas en recubrimiento de frutas, vegetales y productos cárnicos (García, 2009).

3.9.2 Aplicación por aspersión

La aplicación de cubiertas por aspersión es el método convencional usado generalmente en muchos de los casos. Debido a la alta presión, un menor gasto de solución formadora de la cubierta es requerida para obtener recubrimientos uniformes (García, 2009).

3.9.3 Aplicación por frotación

El método de frotación se utiliza aire comprimido (menor de 5 psi o 35 kpa), este es aplicado generalmente en líneas de empaque que poseen rodillos en movimiento para lograr una dispersión uniforme. El exceso de cubierta es removido con cepillos colocados por debajo de los rodillos. La cubierta espumosa contiene un poco de agua para facilitar el proceso de secado (García, 2009).

3.10 Función de los recubrimientos comestibles

Los recubrimientos comestibles pueden ser definidos por dos principios:

- Comestible implica que debe ser segura su ingestión o que el material usado para su elaboración sea una sustancia reconocida como segura GRAS (Generally Recognized as Safe).
- Debe estar compuesta por un material que forme un recubrimiento, típicamente un polímero.

Según Kester y Fennema (1986) los recubrimientos comestibles tienen la función de retardar la migración de humedad, controlar el transporte de gases (O₂, CO₂ y etileno), retener componentes volátiles, servir de vehículo de aditivos, mejorar las propiedades mecánicas y de manejo del alimento (cuadro 5), además de impartir una mayor integridad a la estructura del mismo (Tawil Bouchez, 2003). Las principales funciones de los recubrimientos comestibles se muestran en la (figura 7).

Dentro de las principales características de los recubrimientos comestibles se pueden mencionar las siguientes:

- Buenas cualidades sensoriales
- Alta eficiencia mecánica y de barrera
- Suficiente estabilidad bioquímica, fisicoquímica y microbiana
- No tóxicas
- Tecnología simple
- No contaminantes
- Bajos costos de materiales y procesos

Cuadro 5. Usos de los recubrimientos comestibles

FUNCIÓN / APLICACIÓN	TIPO ADECUADO DE RECUBRIMIENTO
Retardar migración de humedad	Lípido, compuesto
Retardar migración de gas	Hidrocoloide, lípido, o compuesto
Retardar migración de aceite y grasa	Hidrocoloide
Retardar migración de soluto	Hidrocoloide, lípido, o compuesto
Mejorar la integridad estructural o propiedades de manejo.	Hidrocoloide, lípido, o compuesto
Retener compuestos volátiles del sabor	Hidrocoloide, lípido, o compuesto
Vehículo de aditivos alimentarios	Hidrocoloide, lípido, o compuesto

Fuente: Bósquez, 2003.

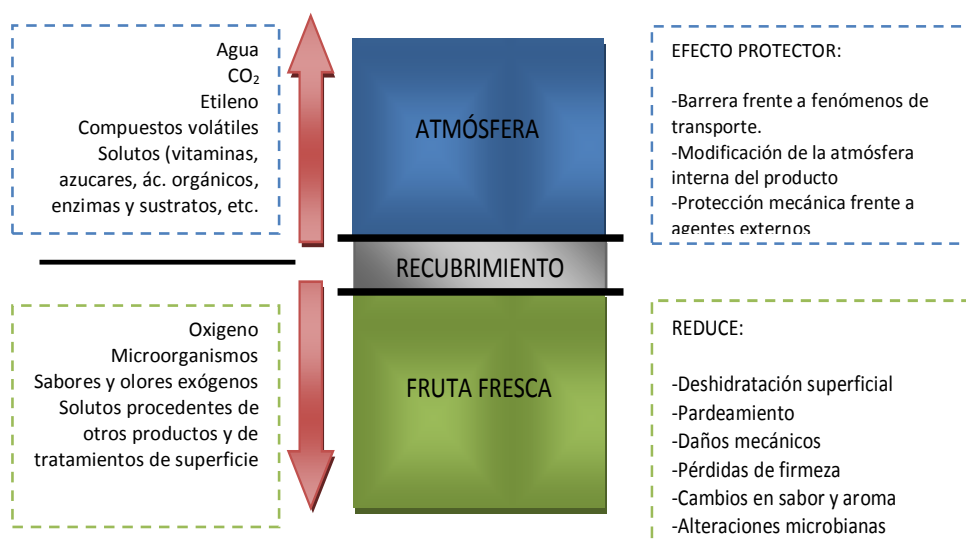


Figura 7. Principales funciones de los recubrimientos comestibles

Fuente: Gil, 2005

4. LEGISLACIÓN EUROPEA

En el cuadro 6 se muestra la legislación actual europea para cítricos la cual contiene los principales componentes de un recubrimiento comestible, así como la dosis permitida a cada tipo de frutas.

Cuadro 6. Real decreto 142/2002 y la revisión legislativa a la directiva 98/73/CE del departamento europeo (26/09/2005).

Nº E	Denominación	Productos alimenticios	Dosis máxima
E 901 E 902 E 903 E 904	Cera de abejas, blanca y amarilla Cera de candelilla Cera de carnauba Goma de laca	Cítricos, melones manzanas y peras, melocotones y piñas (sólo tratamiento superficie)	Quantum satis Quantum satis 200 mg / Kg Quantum satis
E 912 E 914	Ésteres de ácidos montánicos Cera de polietileno oxidado	Cítricos, mango, melón, papaya, aguacate y piña (sólo tratamiento de superficie)	Quantum satis
E 445	Ésteres glicéridos de colofonia	Cítricos (sólo tratamiento de superficie)	50 mg / Kg
E 473 E 474	Sucroésteres de ácidos grasos Sucroglicéridos	Tratamiento de superficie de frutas frescas	Quantum satis

Fuente: Pérez, 2009

4. 1 Nuevas tendencias

4.1. 1 Alimentos mínimamente procesados

Los alimentos mínimamente procesados (AMP) intentan combinar frescura y conveniencia dando lugar a alimentos frescos en apariencia que se empaican y se comercializan como los productos procesados. Para el caso específico de frutas se considera que están mínimamente procesadas cuando se ha usado cualquier proceso que utiliza las técnicas comunes en el procesado de alimentos y se le añade valor agregado a cualquier fruta fresca, además de que se han combinado técnicas en el manejo post-cosecha y almacenamiento, preparación para consumo y empaicado individual. Un grupo más de AMP son aquellos que requieren de la refrigeración como un obstáculo

más en su conservación y se conocen como frutas y verduras refrigeradas mínimamente procesadas y muchos de estos productos se comercializan listos para servir y comer como por ejemplo entradas preparadas, salsas y productos sous-vide (web # 4).

4.1.2 Características de la calidad en productos vegetales cortados en fresco

El consumo de frutas y hortalizas es benéfico para la salud ya que proporcionan vitaminas, minerales y fibra, mas sin embargo el consumo de estos productos es muy bajo en la población.

La introducción en los mercados de productos frescos cortados es una forma de incrementar el consumo de frutas y hortalizas dentro de la población, debido a su atractiva presentación, apariencia y sabor.

Para poder asegurar la estabilidad, calidad nutricional y organoléptica de este tipo de productos se debe conocerse la fisiología del fruto, tanto entero como cortado, además de todos aquellos componentes propios del producto original que puedan verse afectados por la manipulación y el almacenamiento. Controlando todos los factores que pueden influir directa o indirectamente sobre la calidad de los productos vegetales frescos cortados es de suma importancia para la aceptación y el éxito final de estos productos, también denominados productos de la IV Gama. Como “aquellas frutas y hortalizas procesadas para aumentar su funcionalidad sin cambiar de forma apreciable sus propiedades originales”. Existiendo también la I Gama Presentación tradicional, II Gama Conservas, III Gama Productos congelados.

Los productos mínimamente procesados se envasa generalmente en atmósferas modificadas y requieren ser conservado a bajas temperaturas (2 y 4°C), mostrando una vida útil entre 7 y 10 días

La producción y venta de los alimentos denominados “de conveniencia” se encuentra en constante crecimiento, atrayendo el interés de diversas ramas del sector alimentario, incluyendo industria, distribución y restauración; de allí que las actuales investigaciones persigan conseguir un producto fresco muy similar al original, pero que a su vez sea microbiológicamente seguro y de buena calidad, tanto sensorial como nutricionalmente.

Obtener un producto con estas características que exige el consumidor es todo un reto para el mundo científico e industrial, por lo que todos los esfuerzos actuales están dirigidos a controlar aquellos precursores que de una u otra manera puedan desencadenar características que vayan en detrimento de la calidad del producto final (Rojas, 2006).

4.1.3 Envasado activo

Se denomina envasado activo a un sistema coordinado alimento-envase-entorno que actúa mediante interacciones beneficiosas entre el alimento y el envase para mejorar salubridad y calidad del alimento y aumentar su vida útil protegiéndolo contra las alteraciones físicas, químicas, enzimáticas o microbiológicas. El envase pasa de ser un mero contenedor, que actúa como barrera pasiva entre el alimento y medio ambiente a tener un papel activo para preservar e incluso mejorar la calidad final del alimento: corrige deficiencias de la conservación modificando la atmósfera (con sustancias que emiten o retienen gases y vapores) así como las características y/o la composición del alimento (liberando sustancias que favorecen al alimento o que absorbe o incorporan en el envase agentes que retengan reacciones o liberen un componente determinado cuya presencia o ausencia es crítica para mantener la calidad del producto envasado. En el mercado existe una variedad de envases activos que sirven para controlar distintos agentes de alteración en los alimentos.

Los polímeros utilizables para diseñar envases activos deben ser fácilmente procesables y compatibles con otros polímeros usuales, no generar subproductos que modifiquen las características sensoriales del alimento envasado y mantener sus propiedades de envase (mecánicas, ópticas, térmicas, etc.). El elemento activo, o bien se introduce en el envase junto con el producto a envasar, o bien se integra en el material de envase.

En el primer caso, lo cual es utilizar una pequeña bolsa conteniéndolo (como el gel de sílice para reducir la HR). La bolsa se confecciona con un polímero permeable para permitir la liberación y/o actuación del principio activo, pero sin entrar en contacto con el producto.

En el segundo, con más futuro, el principio activo forma parte del polímero o se incorpora con algún componente del mismo y sede sustancias beneficiosas, previamente agregadas, o elimina por absorción componentes indeseables del alimento, resultado mas atractivo para el consumidor, que no encuentra nada extraño en el envase que le haga dudar de la salubridad. El compuesto activo se incorpora como película preformada por extrusión previo al envasado o como dispersión, emulsión o solubilización del compuesto. Como ventaja, toda la superficie del compuesto activo entra en contacto con el producto sin que el consumidor perciba nada adherido al producto. Estas películas y recubrimientos pueden ser sintéticos o biopolímeros comestibles, y han pasado de ser meros recubrimientos ser el medio de transporte de nutrientes, antimicrobianos, etc. Ya que en ellos los procesos de difusión son mas fáciles de controlar que en las películas. Además, mejoran la apariencia del pronto y su conservación frente a la acción microbiana, el O₂, la humedad y perdidas de aroma, peso y nutrientes (Artes, 2006).

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con la revisión bibliografía que se hizo se puede concluir lo siguiente:

En la actualidad las personas buscan alimentos listos para consumir, inocuos es por eso que la industria de los alimentos en la conservación de frutas y hortalizas se ha enfocado a la aplicación de nuevos métodos de conservación principalmente a aquellos alimentos perecederos como el caso de las frutas y hortalizas ya que en México se dispone de una serie de materiales naturales para la formulación de estos recubrimientos, nuestro país es un gran productor de frutas y hortalizas es por eso que el uso de recubrimientos comestibles es una buena alternativa en la conservación de estos alimentos ya que los productores tienden a tener pérdidas económicas en la descomposición de estos productos, además, con la aplicación de este método de conservación les permitiría exportar esos productos hacia países donde existe la escasez colocándolos en un mejor mercado y dando la satisfacción que son naturales, de esta manera también se contribuirá al cuidado del medio ambiente.

6. BIBLIOGRAFÍA

Aranberri I., B.P. Binks, J.H. Clint, P.D.I. Fletcher. 2006. Elaboración y caracterización de emulsiones estabilizadas por polímeros y agentes tensioactivos. *Rev. Iberoamericana de polímeros*. 7(3): 211-223.

Artes Calero Francisco. 2006. El envasado en atmósferas modificadas mejora la calidad de consumo de los productos hortofrutícolas intactos y mínimamente procesados en fresco. *Rev. Iberoamericana de tecnología de postcosecha*. 7 (2): 61-85.

Bertuzzi, M. A; Armada, M.; Gottifredi, J. C.; Aparicio, A. R.; Jimenez, P. 2002. Estudio de la permeabilidad al vapor de agua de films comestibles para recubrir alimentos. Congreso Regional de Ciencia y Tecnología. Sección: Ciencias de la Ingeniería, Agronomía y Tecnología., Universidad Nacional de Catamarca. Buenos Aires, Salta, Argentina. 1-10.

Bengoechea Ruiz C. 2006. Estudio reológico de emulsiones alimentarias estabilizadas con proteínas vegetales. Memoria de doctorado. Facultad de Química Universidad de Sevilla. Sevilla, Andalucía, España. Disponible en: <http://fondosdigitales.us.es/tesis/tesis/895/estudio-reologico-de-emulsiones-alimentarias-estabilizadas-con-proteinas-vegetales/>

Bósquez Molina 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. Universidad Autónoma Metropolitana campus Iztapalapa. México. Disponible en: <http://148.206.53.231/UAMI10845.PDF>

Bósquez Molina E. 2008. Desarrollo de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla para la conservación de frutas. *Rev. Mundo alimentario* edición julio – agosto 2008. Pág. 28-31. Disponible en:

http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MA025_RECUBRIMIEN TOS.pdf

García Ruiz, Martha Ileri. 2004. Inhibición de *Aspergillus parasiticus* y *Penicillium digitatum* con mezclas sinérgicas de antimicrobianos naturales y sintéticos en sistemas modelo de puré de manzana mínimamente procesado. Tesis de licenciatura. Departamento de ingeniería química y alimentos. Universidad de las Américas Puebla. Cholula, Puebla, México. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/ia/garcia_r_mi/portada.html

García Ángel H. 2009 efectos de películas de quitosano sobre la vida de anaquel del queso panela. Tesis de licenciatura. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

González A. Gustavo A., Monroy G. I. N., Goycoolea V. F., Díaz C. M. E. y Ayala Z. J. F. 2005. Cubiertas comestibles de quitosano. Una alternativa para prevenir el deterioro microbiano y conservar la calidad de papaya fresca cortada. Simposium “Nuevas tecnologías de conservación y envasado de frutas y hortalizas. Vegetales frescos cortados” Hermosillo, Sonora, México. Pág. 121-133.

Guzmán, G. 2003. Efecto del tipo de plastificante en películas de quitosano. Tesis de licenciatura. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. Universidad de las Américas Puebla. Cholula, Puebla, México. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/ia/guzman_v_g/

INSTITUTO DE LA CANDELILLA, (2010). Instituto de la candelilla. Consultado el 5 de febrero de 2010. Disponible en: <http://candelilla.org/>

La imagen agropecuaria. 2007. prolongan ceras naturales vida de anaquel hortofrutícola num.1. Consultado el 10 de febrero 2010. Disponible en http://www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_sec=11&id_art=19

MULTICERAS, (2010). Instituto de la Candelilla Consultado el 5 de febrero de 2010 disponible en: <http://www.multiceras.com/acweb/index.php?aid=13>

Muños J., Alfaro M. del C., Zapata I. 2007. Avances en la formulación de emulsiones. *Rev. Grasas y aceites*. 58(1): 64-73.

Pérez-Gago, Maria B. M.A. del Río, C. Rojas-Argudo. 2008. Recubrimientos Comestibles en Frutas y Hortalizas. *Rev. De industria, distribución y socioeconomía hortícola*. N° 207, Pág. 54-57.

Pérez Gago M. B. 2009. Desarrollo de nuevos recubrimientos naturales para cítricos. Consultado el 15 de febrero 2010 disponible en: http://www.ivia.es/nuevaweb/jornadas/Jornada_Tecnologia_postcosecha_citricos_25Junio/Presentaciones_ponentes/Bernar_Perez_Gago.pdf

Regalado Gonzales C. Magaña A.F., Guzmán M.C. 2005. Diseño de la formulación de un material de empaque flexible y comestible a base de aislado proteico de suero. *Rev. Conciencia Tecnológica*. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/944/94403003.pdf>

Roblejo Perea L. A.2009. Evaluación de la aplicación de coberturas de quitosana en la conservación de tomates. Tesis de licenciatura. Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de la Habana, Cuba. Disponible en: <http://revistas.mes.edu.cu/eduniv/tesina/2009/Roblejo-Perea-L.pdf>

Rojas Graü Maria A. 2006. Recubrimiento y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación. Tesis de doctorado. Departamento de Tecnología de Alimentos Universidad de Lleida. Lérida, España. Disponible en: http://www.tesisexarxa.net/TESIS_UdL/AVAILABLE/TDX-0406107-181316/Trgmj1de4.pdf

Rojas Ayala Erika Darnely. 2009. Estudio de la interacción suero de leche-goma de mezquite-quitosano: efecto en la estabilidad de la emulsión o/w y propiedades de transporte de las películas. Presentación. Consultado el 16 de Febrero 2010 disponible en: <http://nafiux.com/itz/LUNESDECONFERENCIAS23DEMARZO/16.0A18.0/SALA DELEDIFICIOU/ErikaDarnely.ppt#256,1,Diapositiva>.

Ruiz Ramos J. O. 2004. Caracterización reológica de emulsiones aceite-en-agua (o/w) estabilizadas con goma de mezquite y quitosano y su efecto en la permeabilidad de películas comestibles. Tesis de maestría. Departamento de ingeniería de procesos e hidráulica. Universidad Autónoma Metropolitana. México D.F. Disponible en: <http://tesiuami.izt.uam.mx/uam/aspuam/presentatesis.php?recno=11052&docs=UAMI11052.PDF>

Salager Jean Louis.1993. Emulsiones propiedades y formulación. Ingeniería Química. Universidad de los Andes. Mérida Venezuela Consultado el 16 de Febrero 2010 disponible en: <http://depa.pquim.unam.mx/fqangeles/fisicoquimica/Articulos/Unidad%202/FIRP231Emulsiones%20propiedades%20y%20formulacion.PDF>

Tawil Bouchez, M. E. 2003. Efecto de cubiertas de quitosano con características hidrofóbicas en la vida de anaquel de zanahorias mínimamente procesadas. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. Universidad de las Américas Puebla. Cholula, Puebla, México.

Villada Héctor S., Acosta A. H y Velasco J Reinado. 2009. Biopolímeros Naturales Usados en Empaques Biodegradables. *Rev. Mundo alimentario* edición septiembre – octubre 2009. Pág. 27-31. Disponible en: http://www.alimentariaonline.com/media/ma032_biopolimero.pdf

Páginas Web. Consultadas

Web. 1 hidrocoloides. Consultado el 4 de febrero de 2010 disponible en:
<http://www.aulachocovic.es/docs/articles/hidrocoloides.pdf>

Web. 2 Cera. Consultado el 5 de febrero de 2010 disponible en:
<http://www.aparioslarinconada.com.uy/cera.htm>

Web. 3 agroindustria. 2010. Consultado el 15 de febrero 2010 disponible en:
<http://agroindustriahco.blogspot.com/search/label/ENCERADO%20EN%20FRUTAS>

Web. 4 Nuevas tendencias en el procesamiento de alimentos. 2010. consultado el 3 de marzo 2010 disponible en:
http://www.techwordsac.com/educapalimentos.org/site/archivos/actualidad_alimentaria/NUEVAS%20TENDENCIAS%20PROC%20ALIMENTOS.pdf