UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIAS

INGENIERO/A AGROINDUSTRIAL

TÍTULO

"ANÁLISIS DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES UTILIZADOS EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS"

AUTOR

LINDA ALEJANDRA SAMANIEGO RIVADENEIRA

CAROLINA LISSETH VALLEJO BARROSO

DIRECTOR DE TRABAJO

MSc. JOSSELYN PAULINA PICO POMA

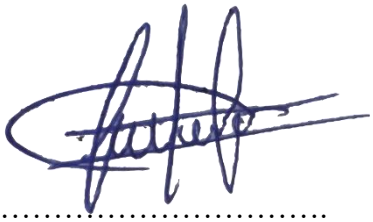
Puyo – Ecuador

2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Quienes suscriben Linda Alejandra Samaniego Rivadeneira con C.I 140094902-8; Carolina Lisseth Vallejo Barroso con C.I 180536399-9, hacen constar que son autores del Trabajo de Integración Curricular titulado: ANÁLISIS DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES UTILIZADOS EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, MSc. Josselyn Paulina Pico Poma. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

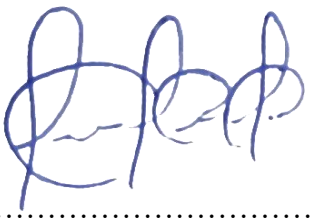
En el cantón Pastaza, a los 7 días del mes de julio del 2021.



…….

Linda Alejandra Samaniego Rivadeneira

C.I: 140094902-8



…….

Carolina Lisseth Vallejo Barroso

C.I: 180536399-9

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del trabajo de Integración Curricular aprueba el trabajo de Integración Curricular titulado: “ANÁLISIS DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES UTILIZADOS EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS”.

Firmado electrónicamente por:
HERNAN PATRICIO RUIZ MARMOL

Hernán Patricio Ruiz Mármol, Ph. D

Presidente del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
MIRYAM JANETH CARDENAS BONIFA

MSc. Miryam Janeth Cárdenas Bonifa

Miembro del tribunal

Firmado electrónicamente por:
CRISTIAN AUGUSTO ABAD BASANTES

MSc. Cristhian Augusto Abad Basantes

Miembro del tribunal

Certificado No. 185-SAU-UEA-2021

Puyo, 20 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a las estudiantes: Linda Alejandra Samaniego Rivadeneira, con C.I. 140094902-8 y Carolina Lisseth Vallejo Barroso, con C.I. 180536399-9, con el Tema: **"ANÁLISIS DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES UTILIZADOS EN LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS.",** de la carrera, Ingeniería Agroindustrial. Directora de la investigación, Ing. Josselyn Paulina Pico Poma MSc., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 2%, Informe generado con fecha 20 de julio de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ITALO
MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

DERECHOS DE AUTOR

©2021, Nombre del o los autores: Linda Alejandra Samaniego Rivadeneira; Carolina Lisseth Vallejo Barroso

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Linda Alejandra Samaniego Rivadeneira, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.



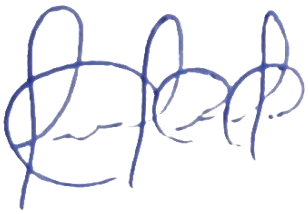
LINDA ALEJANDRA SAMANIEGO RIVADENEIRA

No. Cédula: 140094902-8

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Carolina Lisseth Vallejo Barroso, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.



CAROLINA LISSETH VALLEJO BARROSO

No. Cédula: 180536399-9

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios por darme la vida y brindarme la salud y la sabiduría necesaria para poder culminar con éxito mi carrera.

Agradezco de todo corazón a mis padres, quienes son el pilar fundamental de mi vida, por todo el esfuerzo brindado para que yo pueda llegar hasta donde estoy, gracias por guiarme siempre por un buen camino, apoyarme en cada una de mis decisiones y hacer de este trabajo menos dificultoso.

A mis queridas hermanas que con sus palabras me han hecho sentir orgullosa de todo lo que hago, a mis tíos Carlos, Richard, Carla y a mi abuelita María por brindarme su apoyo, cariño y creer en mí en todo momento.

A mi novio Bryan por haberme brindado todo el amor, cariño, comprensión y apoyo durante todo este tiempo, has logrado que la realización de este trabajo sea más fácil.

A mis mejores amigos David Sarmiento y Gissela Redrován, por cada consejo brindado que me ayudaron a crecer como persona, han hecho de mi vida más alegre.

Un agradecimiento sincero la Universidad Estatal Amazónica por abrirme las puertas para formarme profesionalmente, a todos mis profesores de la facultad de Ciencias de la Tierra, por sus conocimientos brindados durante toda la carrera, en especial a nuestra tutora del proyecto la MSc. Josselyn Pico, por brindarnos su apoyo, guía y conocimientos durante el desarrollo de nuestro trabajo.

A mi compañera de trabajo Carolina Vallejo, por haberme acompañado en el desarrollo de este trabajo de culminación de estudios, y a todos mis compañeros por hacer de esta etapa de vida muy divertida, en especial a Julissa, Gaby, Susana y Patricia.

Agradezco de corazón a todas las personas que creyeron en mí y me ayudaron de alguna u otra forma a la realización de este proyecto.

Linda Samaniego

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecerle a Dios por darme vida, salud y sabiduría necesaria para lograr adquirir nuevos conocimientos día a día, quien con su bendición me permite culminar una de mis metas.

Mi profundo agradecimiento a mi madre a quien amo con mi vida, por ser mi guía, por siempre estar pendiente de mí y de mi formación académica, quien con su paciencia, cariño y apoyo incondicional llenan mi vida, no tendré palabras ni actos para gratificarle el gran esfuerzo que realizó por ayudarme a llegar a la meta.

A mis hermanos, quienes siempre estuvieron ahí con sus palabras de aliento y consejos para poder seguir con mis estudios y que sin duda fueron mi ejemplo de superación, enseñándome que todo se puede lograr con esfuerzo y dedicación.

A mis amigas Gabriela, Julissa, Susana, Thalía a quienes considero como mi segunda familia por abrirme la puerta de sus casas, por estar en las buenas y malas siempre con un consejo y por todos los momentos de risas, estudios que pasamos juntas y especialmente a Linda por ser mi amiga y compañera de este proyecto.

A mi tutora MSc. Josselyn Pico quien con su valioso conocimiento, dirección, enseñanza y tiempo estuvo durante el desarrollo de nuestro trabajo de investigación y a todos los ingenieros quienes en el transcurso de esta etapa universitaria supieron compartir sus conocimientos para que podamos crecer como profesionales.

Finalmente, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Estatal Amazónica por abrirme las puertas al conocimiento y permitirme ser una profesional.

Carolina Vallejo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de culminación de estudios, a mis padres Aida y Edison, por haber sido las personas que siempre me han inculcado buenos ejemplos de perseverancia y constancia para alcanzar lo que uno quiere, por su dedicación y entrega en cada cosa brindada a mis hermanas y a mí, los amo con todo mi corazón y espero que Dios me brinde salud y vida para poder recompensarles tanto amor y sacrificio.

A mis hermanas, Karol, Tiffany y Suri, por ser mis compañeras de vida y brindarme su apoyo incondicional en cada cosa que hago, espero ser uno de los mejores ejemplos a seguir para cada una de ustedes, las amo con mi vida y nunca olviden que siempre estaré ahí, apoyándolas en cada sueño que tengan.

A mis tíos Carlos, Richard y mi tía Carla, quienes han sido las personas que siempre me han apoyado en cada una de mis metas, por sus consejos, cariño y amor, espero seguir celebrando junto a ustedes todos mis logros.

A mi abuelita María, quien ha sido como mi segunda madre, el amor que tienes a cada una de tus nietas es maravilloso, sin su apoyo, no hubiera sido posible este título, gracias por cada granito de arena que has dado por vernos felices.

A mi querido novio Bryan, porque ha sabido estar en todo momento, dándome ánimos para salir adelante en los momentos más duros que me ha tocado afrontar, gracias por el amor infinito que me tienes y no abandonarme en los malos momentos.

A mi bello ángel Víctor, que desde el cielo me brinda su amor incondicional, su protección, quien siempre que iba a verlo me sacaba una sonrisa y me preguntaba por mis estudios, cuanto diera por que hoy estuviera aquí y pudiera celebrar este logro conmigo, te amo mucho mi viejito, espero que desde el cielo te sientas muy orgulloso de mi.

A mis mejores amigos David y Gissela, quienes han formado parte de mi vida por muchos años, por la confianza que pusieron en mí de que yo lograría cada objetivo que me proponga, por todo el amor y cariño brindado.

Linda Samaniego

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, quien ha sido mi guía espiritual y me acompañado toda mi vida llenándome de paz y amor.

A mi madre Elva por ser el motor principal de mi vida, por su amor, dedicación, la que me motiva a diario a ser mejor ser humano, sin duda es una mujer que me llena de orgullo, te amo y siempre estaré agradecida por tu apoyo.

A mis hermanos Santiago, Daniela y Andrea por ser los hermanos mayores ejemplares quienes son mis compañeros de mi vida, sin duda han sido mi mejor espejo inculcándome el valor de la responsabilidad, constancia y perseverancia para alcanzar mis metas.

A mi abuelita, a mis sobrinos y toda mi familia por el cariño siempre brindado.

Carolina Vallejo

RESUMEN

A nivel nacional existen grandes pérdidas de alimentos por el desconocimiento de los diferentes métodos de conservación, el manejo postcosecha, la sobreproducción y el empaque inadecuado para el producto, generando pérdidas económicas al agricultor. La aplicación de recubrimientos comestibles es una de las técnicas más recomendada para la conservación de frutas frescas, ya que permite reducir la producción de etileno, el descoloramiento, la transmisión de gases y vapor de agua, etc. El presente trabajo tiene como objetivo analizar los diferentes tipos de recubrimientos comestibles utilizados en la conservación de frutas, para ello se realizó una revisión bibliográfica de varias fuentes documentales como libros, artículos científicos, tesis, entre otros. La información recopilada permitió realizar matrices comparativas sobre las características y técnicas de aplicación de los tipos de recubrimientos comestibles para frutas climatéricas y no climatéricas, obteniendo como resultados que el recubrimiento compuesto (mezcla de hidrocoloides y lípidos) es el más empleado en su elaboración, ya que este brinda mejores propiedades mecánicas, mejora sus características organolépticas y nutricionales, permitiendo alargar la vida útil del producto tratado. Dentro de las técnicas de aplicación la más utilizada es la inmersión, pues permite cubrir toda la superficie de la fruta, además este método ayuda a reducir los costos de producción. En las diversas investigaciones encontradas se evidenció que los recubrimientos comestibles son métodos viables para la conservación de frutas, también considerados como envases biodegradables que pueden ser consumidos directamente sin causar daño alguno.

Palabras claves: recubrimientos comestibles, frutas, conservación, inmersión, biopolímeros

ABSTRACT

At the national level there are great food losses due to ignorance of the different conservation methods, post-harvest handling, overproduction and inadequate packaging for the product, generating economic losses to the farmer. The application of edible coatings is one of the most recommended techniques for the preservation of fresh fruits, since it reduces the production of ethylene, discoloration, the transmission of gases and water vapor. The objective of this work is to analyze the different types of edible coatings used in the preservation of fruits, for this a bibliographic review of several documentary sources such as books, scientific articles, theses, among others was carried out. The information collected allowed to make comparative matrices on the characteristics and application techniques of the types of edible coatings for climacteric and non-climacteric fruits, obtaining as results that the composite coating (mixture of hydrocolloids and lipids) is the most used in its preparation, since it provides better mechanical properties, improves its organoleptic and nutritional characteristics, allowing to extend the useful life of the treated product. Within the application techniques the most used is immersion, since it allows to cover the entire surface of the fruit, in addition this method allows lowering production costs. In the various investigations found, it was evidenced that edible coatings are viable methods for conservation fruits, also considered as biodegradable containers that can be consumed directly without causing any damage.

Keywords: edible coatings, fruits, conservation, immersion, biopolymers

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN 1
1.1 Planteamiento del problema 1
1.2.1 Objetivo general: 2
1.2 Objetivos 2
1.2.2 Objetivos específicos: 2
1.3 Justificación 3
CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 4
2.1 Recubrimientos comestibles 4
2.1.1 Historia 4
2.1.2 Generalidades 4
2.1.3 Características 5
2.2 Tipos de recubrimientos comestibles 5
2.2.1 Hidrocoloides 5
2.2.2 Lípidos 6
2.2.3 Compuestos 6
2.3 Aditivos usados en la elaboración de recubrimientos comestibles 8
2.3.1 Plastificantes 8
2.3.2 Emulsificantes 8
2.3.3 Compuesto activos 9
2.4 Factores que afectan a las propiedades funcionales de las películas comestibles 9
2.4.1 Efecto del hidrocoloide 9
2.4.2 Efecto del plastificante 10
2.4.3 Efecto del lípido 10

2.4.4 Efecto de la temperatura y humedad relativa (secado y almacenamiento).... 11
2.5 Mecanismos de formación de recubrimientos comestibles 11
2.6 Técnicas de aplicación de recubrimientos 12
2.6.1 Inmersión 12
2.6.2 Aspersión 13
2.6.3 Casting 13
2.6.4 Brushing..... 14
2.7 Condiciones en la aplicación de recubrimientos comestibles..... 14
2.8 Recubrimientos comestibles aplicados en frutas 15
CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 16
3.1 Tipo de Investigación: 16
3.2 Métodos de Investigación:..... 16
CAPITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS 19
4.1 Tipos de recubrimientos comestibles utilizados en la industria alimentaria..... 19
4.2 Características de los diferentes tipos de recubrimientos comestibles usados en la conservación de frutas. 20
4.3 Procesos de aplicación de recubrimientos comestibles como alternativa en la conservación de frutas. 22
4.3.1 Descripción del proceso..... 33
Conclusiones..... 35
Recomendaciones 35
REFERENCIAS..... 36
ANEXOS 42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. *Recubrimientos comestibles aplicados a frutas* 15
Tabla 3-1. *Metodología de investigación* 16
Tabla 4-1. *Características de los tipos de recubrimientos* 21
Tabla 4-2. *Recubrimientos comestibles aplicados a frutas climatéricas*..... 24
Tabla 4-3. *Recubrimientos comestibles aplicados a frutas no climatéricas*..... 29

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 2-1. Recubrimiento o película en bicapa (a) y emulsificada (b)..... 7
Figura 3-1. Diagrama del proceso de la investigación..... 18
Figura 4-1. Diagrama del proceso de aplicación de recubrimientos en frutas..... 32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Tecnologías aplicadas a la conservación de alimentos 42
Anexo 2 Principales funciones de los recubrimientos aplicados a frutas mínimamente procesadas 42
Anexo 3 Clasificación de los recubrimientos comestibles 42
Anexo 4 Formación de recubrimientos comestibles (RC) por inmersión del producto . 43

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una gran demanda por el consumo de productos naturales mínimamente procesados que mantengan sus propiedades nutricionales especialmente en las frutas, es por ello que se ha visto la necesidad de emplear métodos de conservación, en donde no se vean afectadas las características organolépticas y nutritivas del alimento, como es el uso de recubrimientos comestibles (Osorio Chuquitarco & Yánez Ponce, 2018).

Los recubrimientos comestibles son una tecnología de fácil obtención y aplicación, estos son elaborados a base de productos biodegradables, las cuales se colocan en la superficie del alimento con la finalidad de reducir la migración de gases, vapor de agua, la senescencia, entre otros (Andrade, Acosta, Bucheli & Osorio, 2014). Sin embargo, cada tipo de recubrimiento tiene una función diferente debido a su composición y empleo necesario para la fruta.

El desarrollo de recubrimientos comestibles aplicados en la cadena frutícola, ayudaría a reducir el alto índice de pérdida postcosecha que se da por diversos factores como: el inadecuado manejo de las frutas, la falta de tecnologías promisorias para su conservación, factores biológicos, entre otros, haciendo que estas pierdan sus características físico-químicas, generando productos de baja aceptación por el consumidor (Fernández Valdés et al., 2015).

En tal virtud el presente tuvo como propósito presentar un análisis de la información que se tiene en los últimos años respecto al uso de recubrimientos comestibles como una alternativa de conservación de frutas, así como biopolímeros utilizados en su formulación.

1.1 Planteamiento del problema

Alrededor del mundo se considera que existen grandes pérdidas postcosecha de la cadena hortofrutícola que varían entre un 15 y hasta un 50% de la producción, esto debido a diversos factores, tal es el caso, como una sobreproducción, mala recolección, mal manejo, empaque inadecuado y sobre todo las altas tasas de respiración que poseen las frutas lo que hacen que su vida de anaquel sea más corta (FAO, 2009).

Debido a estos problemas que presentan las frutas se ha visto la necesidad de implementar nuevas tecnologías como es el almacenamiento a bajas temperaturas, la aplicación de atmosferas controladas, el uso de películas y recubrimientos comestibles, entre otros, todos ellos con el mismo objetivo que es la conservación de frutas frescas o mínimamente procesadas (Fernández Valdés et al., 2015).

La pérdida de alimentos en nuestro país constituye una problemática nacional ya que en la actualidad los productores agrícolas especialmente los fruticultores atraviesan pérdidas económicas por el desconocimiento de los diferentes tipos, características y procesos de aplicación de recubrimientos comestibles que incidan en la conservación de frutas. La aplicación de recubrimientos comestibles en frutas tiene como finalidad prolongar la vida de anaquel conservando todas sus características organolépticas y mejorando su calidad, haciéndolos deseosos para el consumidor (Morales Reyes, 2011).

1.2.1 Objetivo general:

- Analizar los diferentes tipos de recubrimientos comestibles, utilizados en la conservación de frutas.

1.2 Objetivos

1.2.2 Objetivos específicos:

- Documentar bibliográficamente los diferentes tipos de recubrimientos comestibles utilizados en alimentos.
- Identificar las características de los diferentes tipos de recubrimientos comestibles usados en la conservación de frutas.
- Describir los procesos de aplicación de recubrimientos comestibles como alternativa en la conservación de frutas.

1.3 Justificación

En la actualidad la pérdida de alimentos ocasiona grandes desventajas económicas a los agricultores lo que desmotiva al sector agrícola, por tal motivo es de vital importancia conocer los diferentes tipos, las características y los procesos de aplicación de recubrimientos comestibles para la conservación de las frutas (Fernández, Echeverria, Mosquera & Paz, 2017).

Un recubrimiento comestible es una capa fina, transparente formada a partir de componentes naturales (biopolímeros) empleadas sobre un alimento para actuar como barrera ante gases como el dióxido de carbono, oxígeno y vapor de agua, permitiendo así alargar la vida útil del producto (Trejo Márquez, Ramos López & Pérez, 2007). Existen estudios que denotan la importancia de esta tecnología para la industria alimentaria, lo que hace posible la identificación del mecanismo de acción, características de cada recubrimiento, viabilidad de acuerdo al producto a tratar, etc.

Con esta consideración, el presente trabajo de integración curricular se justifica por varias razones, entre ellas, que esta información servirá de base para futuras investigaciones donde se plantee trabajar con recubrimientos comestibles en la conservación de frutas de la zona, que permitan mantener sus propiedades lo más cercanas al producto recién cosechado, así como también tener acceso a nuevas tendencias que minimicen costos de producción.

CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Recubrimientos comestibles

2.1.1 Historia

Los recubrimientos comestibles ya han sido empleados por muchos años. El primer método fue realizado en China en los siglos XII y XIII en donde sumergían a frutas cítricas en cera con el fin de retrasar la perdida de agua (Morales Reyes, 2011). Dentro del siglo XVI en Inglaterra empleaban un nuevo método en donde utilizaban manteca para cubrir los alimentos con el fin de evitar la pérdida de humedad de dichos alimentos (Kroachta, Baldwin & Nisperos-Carriedo, 1994, como se citó en Vázquez Briones M. C. & Guerrero Beltrán J. A., 2013).

Durante la década de los 40 empezaron a utilizar recubrimientos comestibles mezclado con otros componentes como el colágeno para recubrir salchichas o como una capa azucarada en caramelos; a partir de la década de los 70 se ha venido estudiando los biopolímeros como un envase que pretenda remplazar los polímeros sintéticos con la finalidad de no causar daños al medio ambiente ayudando en la sostenibilidad del mismo (Ruíz Medina, 2015).

2.1.2 Generalidades

El recubrimiento comestible es una capa fina, transparente formadas a partir de componentes naturales (biopolímeros) que son empleadas sobre un alimento el cual actúan como barrera ante gases (CO_2 y O_2) y vapor de agua, permitiendo así alargar la vida útil del producto (Trejo Márquez et al., 2007).

Según Fernández Valdés et al. (2015) el recubrimiento comestible se puede definir como una matriz fina, trasparente y comestible la cual se emplea alrededor de un alimento mediante la aplicación por inmersión, con el fin de conservar la calidad del mismo y a la vez servir como empaque.

El recubrimiento comestible es una tecnología que ayuda a conservar todas las propiedades organolépticas del producto mejorando la calidad del mismo. Falconí Novillo (2019) considera que los recubrimientos comestibles son el envase ideal para la sostenibilidad ambiental ya que estos son biodegradables y pueden ser consumidos con el producto.

2.1.3 Características

Los recubrimientos comestibles deben poseer ciertas características para ser utilizados en la industria alimentaria (Osorio Chuquitarco & Yánez Ponce, 2018):

- Tecnología simple de fabricación y aplicación
- No contaminante
- Ser libre de tóxicos y seguros para la salud
- Eficiencia mecánica y gran capacidad de barrera ante gases (CO_2 y O_2) y vapor
- Presentar alta calidad sensorial
- Estabilidad bioquímica, física y microbiológica
- Bajo costo como materia prima y proceso

2.2 Tipos de recubrimientos comestibles

Los recubrimientos comestibles son biopolímeros que se dividen en tres categorías debido al tipo de componente que utilizan (Ancos, González Peña, Colina Coca & Sánchez Moreno, 2015).

2.2.1 Hidrocoloides

Los hidrocoloides son polímeros de origen animal y vegetal muchos de estos contienen polisacáridos que son utilizados en la industria alimentaria como estabilizantes, gelatinizantes, inhibidores de cristalización y además como agentes encapsulantes como la goma arábica, quitosano, entre otros, los mismos que son impermeables al oxígeno (Shit & Shah, 2014). La mayor parte de estos recubrimientos tienen propiedades que son fáciles de incorporar a cualquier producto frágil, una ventaja esencial es que no aportan sabor (Bourtoom, 2008).

Están compuestos en su gran mayoría por proteínas y polisacáridos, estos desarrollan recubrimientos con buenas propiedades mecánicas, además son una excelente barrera para los gases (CO_2 y O_2) y lípidos, sin embargo, una de las desventajas que estos presentan es que no son tan resistente al vapor de agua (Pastor Navarro, 2010).

Entre los compuestos hidrocoloides que se utilizan para la elaboración de recubrimientos comestibles son: el alginato, el quitosano, la dextrina, pectinas de alto y bajo metoxilo, la celulosa y sus derivados, entre otros (Fernández Valdés et al., 2015).

2.2.2 Lípidos

Según Han & Gennadios (2005) los lípidos y las ceras son utilizadas para la elaboración de películas o recubrimientos comestibles, de material biodegradable, comestible resistente a la humedad sin embargo al contener sustancias hidrófobas hace que se forme recubrimientos frágiles por ello es importante combinarlos con proteínas o polisacáridos.

Los lípidos cera de abejas, cera de parafina y monoglicéridos tienen característica hidrófoba forman películas gruesas y frágiles por lo cual es necesario combinar con proteínas o derivados de celulosas para que permitan formar un recubrimiento que actúe como una barrera protectora la cual permite bloquear el transporte de humedad debido a su baja polaridad (Bourtoom, 2008).

Los lípidos son compuestos de naturaleza hidrofóbica el cual lo hacen una excelente barrera ante la humedad. Dentro de sus compuestos más aplicados están las ceras, resinas, acilgliceroles y ácidos grasos, brindan un brillo a los productos mejorando su apariencia. Una desventaja que presenta este tipo de compuesto es la deficiencia en su integridad estructural lo que hace que se tenga que implementar otros componentes para mejorar su estructura (Chacha Curillo, 2016).

El desarrollo para la realización de recubrimientos comestibles se basa en la utilización de sustancias hidrófobas que contienen los lípidos, en donde su principal función es limitar el paso de humedad en frutas y vegetales frescas evitando la pérdida del peso, las sustancias más utilizadas son las ceras (Embuscado & Huber, 2009).

2.2.3 Compuestos

Estos recubrimientos comestibles son elaborados mediante la combinación de compuestos lípidos con hidrocoloides con el fin de aprovechar las propiedades que poseen cada uno.

Los recubrimientos mixtos es la mezcla de dos plastificantes los mismos que son unidos para aumentar la flexibilidad y por ende reducir la pérdida de peso de las frutas de esa manera conservando las propiedades organolépticas, permitiendo perfeccionar las fallas que se presentan al colocar un solo recubrimiento (Fernández et al., 2017).

Las mezclas se realizan con el fin de mejorar las características físicas del recubrimiento comestible el cual está compuesto por biopolímeros, sustancias hidrófobas sirviendo de barrera protectora al transporte de gases y vapor de agua que permiten la conservación del fruto (Vásconez, Flores, Campos, Alvarado & Gerschenson, 2009).

Falconí Novillo (2019) afirma que, según la ubicación en el espacio de los lípidos respecto a los hidrocoloides, los recubrimientos y películas compuestas pueden ser de dos tipos:

- **Laminados:** son formados por dos capas en donde una capa lipídica esta sobre una de hidrocoloides, logrando una distribución homogénea de los lípidos controlando la trasferencia de vapor.
- **Emulsiones:** es la obtención de una matriz de hidrocoloides por emulsión o microemulsión en la cual dentro de ella se encuentra mezclas heterogéneas de lípidos haciéndoles menos eficientes con respecto a la transferencia de vapor ya que no permiten una distribución uniforme del mismo.

En la figura 2-1 demuestra la formación de recubrimientos compuestos laminados y emulsiones.

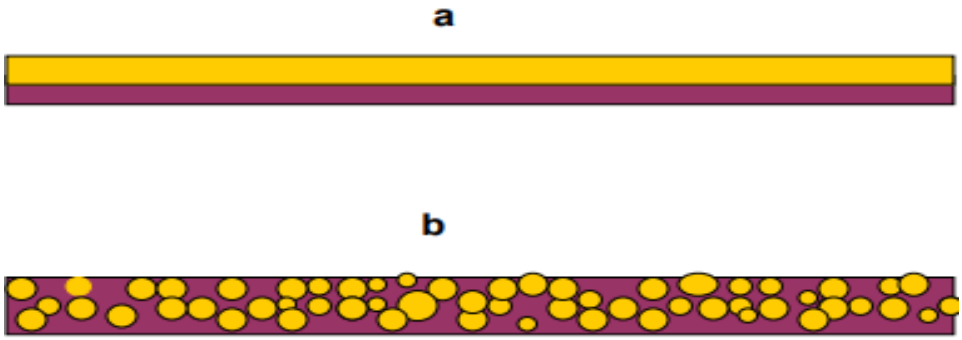


Figura 2-1. Recubrimiento o película en bicapa (a) y emulsificada (b)

Fuente: Bósquez Molina, 2003

2.3 Aditivos usados en la elaboración de recubrimientos comestibles

Los recubrimientos comestibles pueden ser usados como vehículos de aditivos, con la finalidad de proporcionarle al producto propiedades mecánicas, propiedades funcionales más específicas como el reducir el crecimiento de microorganismos permitiendo así alargar la vida útil del mismo (Ramos García et al., 2010).

A continuación, se menciona los aditivos más utilizados para la elaboración del recubrimiento.

2.3.1 Plastificantes

Los plastificantes son sustancias no volátiles que, al ser incorporadas a otro material estos cambian las propiedades tanto físicas como mecánicas de dicho material (Aguilar Méndez, 2005). Son utilizados en la elaboración de recubrimientos con la finalidad de proporcionarle flexibilidad, reducir la fragilidad y rigidez de los mismos (Castro Parra, 2013).

La incorporación de los plastificantes permite reducir las interacciones intermoleculares, aumentado así la movilidad de la cadena del biopolímero (Treviño Garza, 2016). Guzmán (2003, como se citó en Morales Reyes, 2011) señala que el recubrimiento requiere de una concentración de plastificante entre el 10 y 60% en base seca dependiendo de la rigidez del recubrimiento. Según Morey Rodríguez & Quinde Bravo (2012) los plastificantes más utilizados son: los mono, di y oligosacáridos (miel, glucosa, jarabe), polioles (sorbitol glicerol y derivados) y derivados de lípidos (ácidos grasos, monoglicéridos).

2.3.2 Emulsificantes

Los emulsificantes reducen la tensión interfacial sólido-líquido permitiendo al recubrimiento adherirse de mejor manera al alimento en la fase de aplicación del mismo (Navarro Tarazaga, 2007). Su función principal es la de estabilizar y promover una emulsión, sin embargo, un emulsificante no necesariamente confiere estabilidad duradera, sino simplemente se absorbe rápidamente en la interfase recién creada durante la emulsificación; las proteínas y polisacáridos confieren la estabilidad a largo plazo. (Bósquez Molina, 2003). Los emulsificantes ayudan a reducir la actividad del agua y la velocidad de pérdida de humedad de los alimentos (Rojas Grau, 2006).

Los emulsificantes más utilizados en la formación de recubrimientos son: ácidos grasos, monoacílgliceroles, lecitina y derivados, esteres de ácidos grasos y sacarosa, etilenglicol (Baldwin et al., 1999). El primer requisito de un alimento emulgente es que no sea tóxico, carcinógeno y alérgico (Falconí Novillo, 2019).

2.3.3 Compuesto activos

Para la elaboración de un recubrimiento comestible también se utilizan otros compuestos con la finalidad de proporcionarle al alimento que se va a cubrir propiedades nutricionales, organolépticas, antimicrobianas, entre otros (Castro Parra, 2013)**.**

Treviño Garza (2016) señala en su investigación que dentro de los compuestos activos tenemos los agentes antimicrobianos, antioxidantes, controladores de humedad, antiespumantes, aditivos nutricionales, etc. Los compuestos más utilizados en frutas frescas y mínimamente procesadas (cortadas) son los antimicrobianos (polipéptidos, ácido acético, bezoico, láctico, ésteres de ácidos grasos, extractos de plantas) y agentes antioxidantes (el ascorbato, calcio, ácido cítrico, compuestos fenólicos, resinoles).

2.4 Factores que afectan a las propiedades funcionales de las películas comestibles

Las propiedades de las películas comestibles varían dependiendo las características de los ingredientes pues estas pueden actuar de forma inadecuada al momento de su aplicación como el espesor, condiciones empleadas en el secado y almacenamiento.

2.4.1 Efecto del hidrocoloide

Las películas y recubrimientos comestibles formados con hidrocoloides principalmente tienen buenas barreras de propiedades contra el oxígeno, particularmente en condiciones de baja humedad. Es decir, las propiedades dependen de la interacción de las moléculas mientras el grado de interacción sea más alto le confiere una rigidez y reduce la permeabilidad a la película resultante. Además, el peso y forma molecular del hidrocoloide, la presencia de microrganismos de una contaminación cruzada y los plastificantes utilizados afectan directamente en la interacción de las moléculas del hidrocoloide de esta manera afectando las propiedades del recubrimiento (Guilbert, Gontard & Cuq, 1995).

Según Sothornvit & Krochta (2005) los hidrocoloides reducen su peso molecular, disminuyendo la interacción entre sus moléculas, mientras que el polímero pierde densidad aumentando el volumen, de esta manera aumentando la flexibilidad del recubrimiento.

2.4.2 Efecto del plastificante

Los plastificantes que más se utilizan son los monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos, polioles y lípidos generalmente utilizados en una base seca. La formación de las películas comestibles depende de la cohesión y adhesión por lo tanto la fuerza de cohesión de un polímero puede dar como resultado la fragilidad de los mismos. Sin embargo, los problemas que puede ocasionar el plastificante en el recubrimiento comestible es aumentar la permeabilidad al gas y vapor de agua dando como resultado la disminución de cohesión (atracción de fuerzas entre película y sustrato) del recubrimiento (Solano Doblado, Alamilla Beltrán & Jiménez Martíneze, 2018).

Los plastificantes son de gran utilidad es por ello que su composición química, forma y tamaño son importantes pues influyen su capacidad para atraer agua a un sistema de proteínas plastificantes, siendo el agua una excelente plastificantes para la formación de películas de proteínas (Sothornvit & Krochta, 2005).

2.4.3 Efecto del lípido

Los lípidos tienen una excelente barrera frente a la humedad sin embargo las características químicas determinan la permeabilidad al vapor de agua en las películas y recubrimientos comestibles, además el grado de saturación, polaridad, estado físico son algunas características de los lípidos que también afectan de una otra manera en la permeabilidad del vapor de agua formando películas quebradizas (Sothornvit & Krochta, 2005).

Uno de los factores que también afectan en las propiedades de barrera de los lípidos es el estado físico en el que se encuentran, además la falta de cohesión de sus estructuras hace que se muestren malas propiedades mecánicas las mismas que son el resultado de películas comestibles quebradizas sin embargo reducen la transpiración y la deshidratación mejorando la apariencia física de las frutas (Embuscado & Huber, 2009).

2.4.4 Efecto de la temperatura y humedad relativa (secado y almacenamiento)

A menudo los alimentos son expuestos a variaciones de temperatura en diferente etapa de su proceso y almacenamiento afectando en la estructura física y química de las películas comestibles especialmente en disminuye la permeabilidad con temperatura alta y aumentan la permeabilidad para temperaturas bajas (Skoryakov, 1958). Sin embargo, es preciso conocer que las propiedades de barrera de las películas son directamente afectadas por la temperatura y el estado físico de las mismas depende de los cambios que produzcan los componentes con los cuales estén integrados (Landmann, Lovegren & Feuge, 1960).

Al actuar el agua como plastificante de polímeros es necesario mantener a una humedad relativa alta durante la etapa de almacenamiento para mantener e incrementar la flexibilidad y permeabilidad, por ello es necesario que una vez aplicadas las películas comestibles en las frutas estas se mantengan en una humedad relativa alta de esta manera evita el ingreso de O_2 y la salida CO_2 del fruto impidiendo la respiración del mismo y conservando todas sus características organolépticas (Baldwin, 1994).

2.5 Mecanismos de formación de recubrimientos comestibles

Para que los recubrimientos comestibles sean de calidad, han visto la necesidad de combinar varios componentes con el fin de aprovechar las propiedades funcionales de cada uno, es por eso que al menos uno de ellos debe ser capaz de formar una matriz estructural suficientemente adhesiva (Morales Reyes, 2011).

La formación de un recubrimiento involucra uno de los siguientes procesos (Morey Rodríguez & Quinde Bravo, 2012):

- **La coacervación simple:** en este proceso se consigue la formación de la película a partir de cambios de fase o precipitación de un hidrocoloide en disolución acuosa mediante modificación de algunas propiedades del solvente (pH y cargas eléctricas).
- **La coacervación compleja:** consiste en la combinación de dos soluciones de hidrocoloides con cargas opuestas, produciendo la interacción y la precipitación de la mezcla de polímeros.

- **La gelificación o coagulación térmica:** consiste en el calentamiento de la solución del recubrimiento llevándolo a su desnaturalización seguida de gelificación o precipitación; o mediante el enfriamiento de una dispersión de hidrocoloides que ocasiona una transición gel-sol, por ejemplo, la gelatina o el agar.
- **La eliminación del disolvente:** se lleva a cabo gracias a la evaporación del solvente en el que se aplica.
- **La fusión y solidificación:** consiste en el calentamiento de la sustancia empleada por encima de su punto de fusión y su posterior enfriamiento.

2.6 Técnicas de aplicación de recubrimientos

Existen varias técnicas para la aplicación de recubrimientos comestibles, dichas técnicas se aplican dependiendo al tipo de alimento que se quiere cubrir, entre las más empleadas tenemos las siguientes:

2.6.1 Inmersión

Esta técnica se basa en sumergir el producto en la solución que forma el recubrimiento, para ello el producto debe estar previamente lavado y secado; posterior a ello se deja verter el exceso de la solución para conseguir un recubrimiento uniforme. Este proceso es usado en productos que son desigual en su forma, especialmente en frutas y hortalizas (Parzanese, 2010, como se citó en Ruíz Medina, 2015).

Por otro lado, Fernández et al. (2017) menciona que esta técnica es muy aplicada en recubrimientos comestibles con cera en frutas frescas enteras ya que garantiza una impregnación completa sobre la superficie del fruto. Al igual que el anterior autor recomienda que la fruta antes de ser sumergida sobre la solución del recubrimiento debe ser lavada y secada.

Según Morey Rodríguez & Quinde Bravo (2012) la inmersión es una técnica muy aplicada en frutas, hortalizas y productos cárnicos. Generalmente en el caso de las frutas este proceso se lo realiza en tanques que están llenos de la solución formadora del recubrimiento, en la cual consiste en sumergir el fruto en dicha solución para luego proceder a secar, dejando como resultado un recubrimiento delgado en la superficie del alimento.

2.6.2 Aspersión

Esta técnica es muy aplicada en alimentos de superficie lisa, permite obtener recubrimientos más uniformes y finos que los obtenidos por inmersión. Se aplica una solución filmogénica presurizada, mediante la regulación de la presión (Vázquez Briones M. C & Guerrero Beltrán J. A, 2013).

Morey Rodríguez & Quinde Bravo (2012) manifiesta que la aspersión es un método convencional del cual se obtiene un recubrimiento comestible uniforme que se aplica a alta presión (entre 60-80 psi) y es usado para disminuir el gasto de la solución formadora del recubrimiento.

Para la aplicación del recubrimiento utilizan aspersores de alta presión que permiten emplear menor cantidad del recubrimiento (Vázquez Briones M. C & Guerrero Beltrán J. A, 2013). Esta técnica es más utilizada cuando se requiere proteger el alimento o cuando se quiere colocar más de una capa a la superficie de dicho alimento (Solis Rivera, 2016).

2.6.3 Casting

Según Falconí Novillo (2019) esta técnica consiste en la obtención de una dispersión uniforme compuesta por biomoléculas, plastificante y agua, para luego ser vertida sobre una placa de acero inoxidable en donde al dejar secar se forma una película preformada.

Para un buen resultado en la calidad (transparencia, consistencia, propiedades mecanicas) de la película se debe controlar parámetros de gran importancia, la temperatura, humedad y la velocidad del secado (Parzanese, 2006).

Según Escobar, Sala, Silvera, Harispe & Márquez (2009) la técnica de casting consiste en la dispersión de los biopolímeros en una solución para la formación de la película, seguida de una evaporación del solvente en donde se debe controlar la temperatura y la humedad.

2.6.4 Brushing

También conocido como el método de cepillado o pincelado, consiste en aplicar el recubrimiento comestible sobre la superficie de la fruta utilizando un cepillo convencional o industrial (Ulusoy, Hecer & Kaya Yildirim, 2018).

Ayranci & Tunç (1997) consideran que el método de brushing para la aplicación de la solución del recubrimiento comestible a fresas y frijoles frescos era mejor que los métodos de casting e inmersión con respecto a la reducción de pérdida de humedad.

2.7 Condiciones en la aplicación de recubrimientos comestibles

Para la aplicación de recubrimientos directa hacia el producto, existen dos condiciones relevantes: la cohesión entre las moléculas del material de la cubierta y la adhesión entre la cubierta y la estructura de soporte; el grado de cohesión influye en las propiedades de barrera y mecánicas del recubrimiento, de modo que una cohesión estructural alta da como resultado una reducción en la flexibilidad, porosidad, permeabilidad a los gases y a los solutos, además de la fragilidad del recubrimiento (García, 2009, como se citó en Morales Reyes, 2011).

La cohesión del recubrimiento va a depender mucho del proceso de elaboración, de los factores y sustancias empleadas, como la temperatura, tipo de solvente, la técnica de aplicación, plastificantes, agentes ligantes, etc., mientras que la adhesividad del recubrimiento en los alimentos va a depender mucho de su naturaleza, es por ello que el uso de sustancias tensoactivas hacen posible la adherencia de una película hidrofóbica sobre un alimento muy hidrofílico (Aguilar Méndez, 2005).

2.8 Recubrimientos comestibles aplicados en frutas

La aplicación de recubrimientos en las frutas permite alargar su vida útil, estos crean una atmósfera modificada dentro de ellas, reduciendo la velocidad de respiración y retardando el envejecimiento de estas, les aportan un brillo a las frutas sin afectar sus propiedades organolépticas haciéndolas apetecibles a la vista del consumidor, todo esto gracias a las propiedades que poseen los recubrimientos (Vázquez Briones M. C & Guerrero Beltrán J. A, 2013). En la tabla 2-1 se muestran algunos ejemplos de recubrimientos comestibles aplicados en frutas.

Tabla 2-1

Recubrimientos comestibles aplicados a frutas

Aplicación	**Componente principal del RC**	**Función**	**Bibliografía**
Mango	Quitosano	Reducción de pérdida de agua, mantenimientos del color y sabor original	Chien et al., 2007
Papaya	Caseína y cera	Barrera a los gases, reducción de pérdida de humedad	Guilbert, 1998
Fresones	Quitosano; quitosano y ácido oleico; metilcelulosa y quitosano	Ralentización del metabolismo	Vargas et al., 2004 Vargas et al., 2005; Vargas et al., 2006; Vargas et al., 2007
	Mucilagos de cactus	Mantenimiento de la textura, color y atributos sensoriales	Del-Valle et al., 2005
Manzana	Quitosano	Barrera a los gases, reducción de pérdida de humedad y efecto antifúngico	Assis y Pessoa, 2004
	Alignato, gelano	Reducción de pérdida de humedad	Rojas-Grau et al., 2006
Pera	Metilcelulosa	Reducción del pardeamiento	Olivas et al., 2003

Fuente: Sánchez Gonzáles, Vargas, Gonzáles Marínez, Cháfer & Chiralt, 2008

CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación:

El tipo de investigación del presente trabajo de integración curricular correspondió a una investigación teórica con un enfoque documental la misma que se ajustó a la selección y recopilación de información por medio de la lectura crítica de documentos y materiales bibliográficos respecto al uso de recubrimientos comestibles en la conservación de frutas. La investigación se realizó a partir de fuentes documentales como libros, artículos científicos, proyectos de tesis, revistas entre otros.

3.2 Métodos de Investigación:

Para la revisión bibliográfica de la presente investigación se tomó en consideración la metodología propuesta por (Liberati et al., 2019) como se muestra en la tabla 3-1.

Tabla 3-1

Metodología de investigación

No	Método	Descripción
1	Protocolo y registro	Se tomó en cuenta los siguientes aspectos: acceso al documento, la información referente al tema de estudio, número de archivos por cada subtema.
2	Criterios de elegibilidad	Se llevó a cabo mediante las características del estudio utilizado como criterio de elegibilidad mediante lo cual se elaboró la justificación como: año considerado, estado de publicación, idioma entre otras, se realizó las características del informe.
3	Fuentes de información	Se describió todas las fuentes de investigación en las cuales se obtuvo fechas de datos, contacto de los autores para la identificación de los estudios adicionales de la última búsqueda.
4	Buscar	Se presentó una estrategia de búsqueda electrónica completa por lo menos una base de datos, incluidos los límites utilizados, de modo que pueda ser repetido.
5	Selección de estudio	Se indicó el proceso para seleccionar estudios, es decir, detección, elegibilidad, incluidos en la revisión sistemática.
6	Proceso de recogida de datos	Se describió el método de extracción de datos de los informes por medio de, formularios piloto, independientemente, por duplicado y cualquier proceso para obtener y confirmar datos de investigadores.
7	Elementos de datos	Se definió y enumero todas las variables presentadas en la investigación, por ejemplo, fechas, fuentes de financiamiento, entre otros.
8	Riesgo de sesgos en estudios	Se identificó los métodos utilizados para la evaluación el riesgo de sesgo de los estudios individuales incluida la especificación y cómo se utilizó esta información en cualquier síntesis de datos.
9	Resumen de medidas	Se indicó las principales medidas de resumen, razón de riesgo, diferencia de medias.
10	Síntesis de resultados	Se detalló los métodos de manejo de datos y la combinación de los resultados de los estudios, para cada meta-análisis.

11	Riesgo de sesgo entre los estudios	Se describió cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa, por ejemplo, sesgo de publicación, selectivo informar dentro del estudio.
12	Análisis adicionales	Se mencionó los métodos de análisis adicionales, análisis de subgrupos o de sensibilidad meta regresión, si se han indicado que fueron especificados.

Fuente: Liberati et al., 2019

A partir de la metodología en mención, se consideró la siguiente ruta de trabajo:

- **Búsqueda de información:** se realizó la investigación en diversas fuentes bibliográficas como artículos científicos, libros, tesis; acerca de los recubrimientos comestibles usados en la conservación de frutas, para ello se consideró fuentes confiables como: Scielo, Dialnet, Science Direct, Wiley y buscador de Google Scholar. Además, se establecieron palabras claves referentes al tema de investigación y los objetivos planteados en la investigación.
- **Almacenamiento de documentos**: en esta fase se almacenaron aquellos documentos que contenían información relevante respecto a los objetivos planteados en el proyecto, para su posterior análisis.
- **Análisis:** se realizó un levantamiento de la información mediante la elaboración de matrices comparativas en función de: características de los tipos de recubrimientos y la aplicación de recubrimientos comestibles en frutas climatéricas y no climatéricas. Aquellos documentos en los que no se evidencio datos importantes se descartaron y eliminaron.
- **Almacenamiento:** las referencias bibliográficas utilizadas en el desarrollo de la investigación fueron almacenadas en el gestor bibliográfico Mendeley.
- **Resultados:** mediante las citas bibliográficas se logró identificar los diferentes tipos de recubrimientos comestibles utilizados en la industria para la conservación de frutas, de la misma forma se procedió a describir los procesos de aplicación de recubrimientos comestibles como alternativa en la conservación de frutas.

En la figura 3-1, se establece el diagrama del proceso de la investigación:

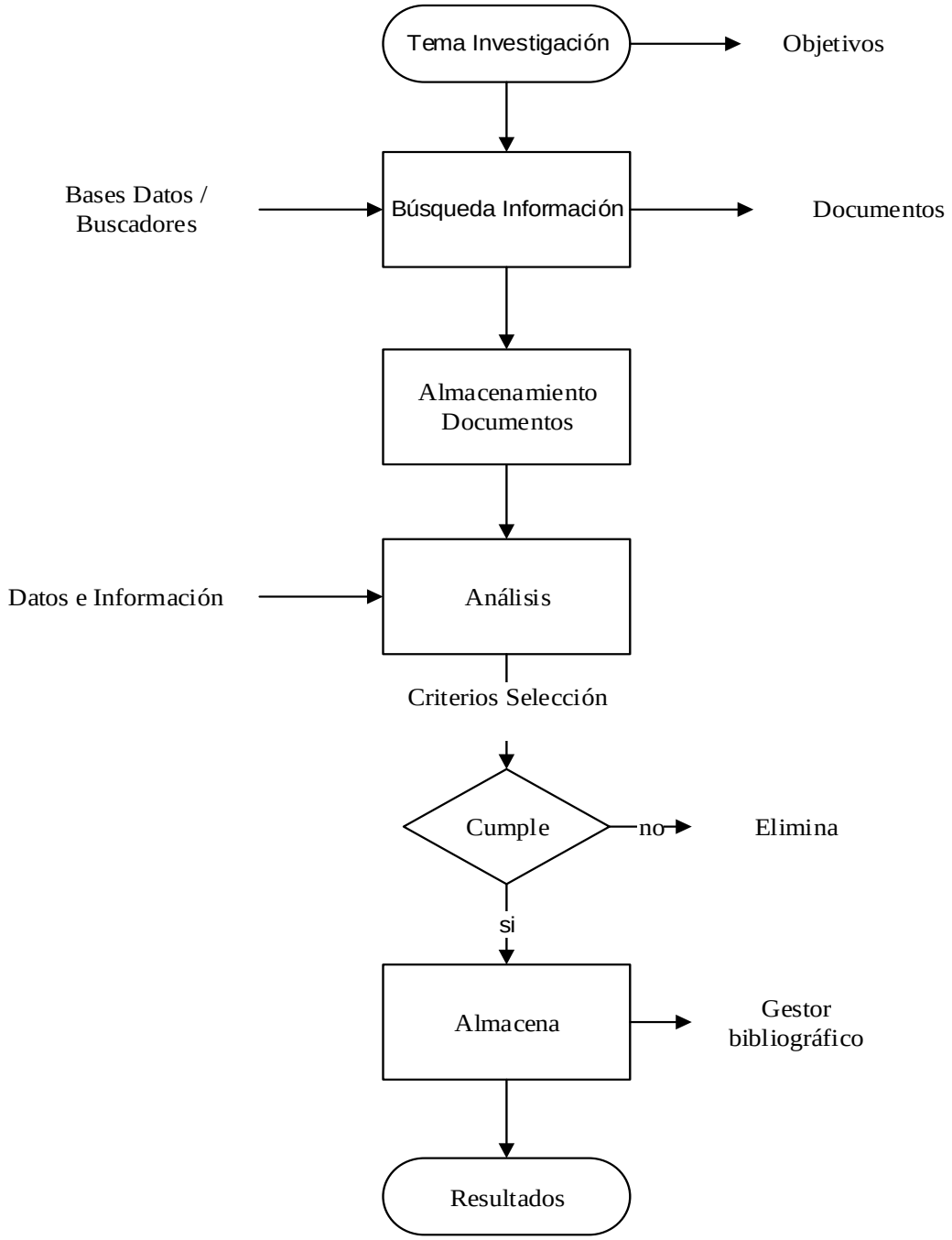


Figura 3-1. Diagrama del proceso de la investigación

CAPITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Tipos de recubrimientos comestibles utilizados en la industria alimentaria.

En la industria alimentaria existe una gran variedad de métodos utilizados en la conservación de productos frescos, tales como el uso de recubrimientos comestibles, este método es muy utilizado especialmente en frutas y hortalizas frescas, con la finalidad de minimizar la tasa alta de respiración, reducir la senescencia temprana de las frutas, y sobretodo alargar la vida útil de estos productos (Falconí Novillo, 2019).

Dentro de los recubrimientos comestibles, los autores Shit & Shah (2014), Bourtoom (2008), Fernández et al. (2017), entre otros, señalan en sus trabajos investigativos, que se pueden utilizar tipos de recubrimientos a base de hidrocoloides, lípidos y compuestos, los cuales servirán para conservar los alimentos sin afectar su composición nutricional y organoléptica.

Shit & Shah (2014) indicaron que los tipos de recubrimientos a base de hidrocoloides son muy aplicados en la industria alimentaria, ya sea como estabilizante, gelatinizantes, entre otros. Este autor al igual que Pastor Navarro (2010) señalan que este tipo de recubrimiento es una excelente barrera frente a gases.

De acuerdo a la investigación citada por Fernández Valdés et al. (2015) y los autores mencionados anteriormente los recubrimientos comestibles elaborados a base de polisacáridos son los más utilizados en productos hortofrutícolas, entre los más empleados tenemos: quitosano, alginato, celulosa, entre otras, debido a que estas poseen mejores propiedades mecánicas.

Mediante las investigaciones realizadas por Bourtoom (2008), Chacha Curillo (2016), Han & Gennadios (2005), Embuscado & Huber (2009) se logró encontrar información importante acerca de recubrimientos comestibles a base de lípidos, estos tienen gran resistencia al transporte de humedad, evitando que tanto las frutas como hortalizas frescas pierdan peso, sin embargo, gracias a su naturaleza hidrófoba los lípidos hacen que los recubrimientos no tengan una buena integridad en su estructura, haciendo que se desintegre fácilmente. En este tipo de recubrimiento las ceras son las que más se utilizan.

De la misma manera Fernández et al. (2017), Vásconez et al. (2009), Falconí Novillo (2019) indicaron que los tipos de recubrimientos compuestos o *composites*, son elaborados a partir de mezclas a base de polisacáridos y lípidos, esto con la finalidad de aprovechar las propiedades funcionales y mecánicas que poseen cada una, permitiendo así obtener un recubrimiento con mejores características, logrando aumentar la vida útil del producto a recubrir, sin alterar sus propiedades organolépticas y nutricionales.

Cabe recalcar que todos los autores antes mencionados, concuerdan en sus estudios realizados, que los recubrimientos comestibles para ser incorporados a un producto alimenticio no deberían generar ningún cambio físico y químico al producto, al contrario, estos deberían proporcionar propiedades que ayuden alargar la vida útil del alimento.

4.2 Características de los diferentes tipos de recubrimientos comestibles usados en la conservación de frutas.

Dentro de la recopilación bibliográfica se pudo encontrar información acerca de las características que poseen los diferentes tipos de recubrimientos comestibles. Bósquez Molina (2003), Osorio Chuquitarco & Yánez Ponce (2018), Pastor Navarro (2010), Hernández Cabrera (2016) en sus estudios señalan que los compuestos hidrocoloides son una excelente barrera ante los gases especialmente frente al CO_2 y O_2, sin embargo, todos ellos señalan que este tipo de compuesto presenta una gran desventaja por ser de naturaleza hidrofílica lo que hace que sean débiles ante el vapor de agua afectando las propiedades mecánicas del recubrimiento.

Bósquez Molina (2003) detalla en su investigación que, dentro de los hidrocoloides, lo más utilizados son los polisacáridos ya que estos poseen mejores características a la hora de formar el recubrimiento a comparación de las proteínas, las cuales no han tenido mucho éxito para el recubrimiento de productos vegetales.

En las investigaciones realizadas por Treviño Garza (2016), Castro Parra (2013), Trejo Márquez et al. (2007) acerca de las características de los compuestos lípidos se destacan que estos permiten reducir la transpiración y la deshidratación de los alimentos a recubrir, esto gracias a que es un compuesto de naturaleza hidrofóbica, mientras que Morales Reyes (2011), señala que estos compuestos les brinda un brillo a los alimentos, en especial a las frutas, mejorando la apariencia de estas, haciéndolas más apetecibles para el consumidor.

Mientras que Raghav, Agarwal & Saini (2016), Hernández Cabrera (2016), Castro Parra (2013), Morey Rodríguez & Quinde Bravo (2012) en sus investigaciones señalan, que las características que poseen los recubrimientos compuestos la más importante es la formación de barrera para gases y vapor de agua, dado que en una mezcla entre compuestos lípidos e hidrocoloides, hacen que los recubrimientos tengan mejores propiedades tanto mecánicas como funcionales. A continuación, en la tabla 4-1 se presenta las características más relevantes de los tipos de recubrimientos comestibles usados en la industria alimentaria para la conservación de frutas.

Tabla 4-1

Características de los tipos de recubrimientos

Tipos de Recubrimientos	Características	Autor
Hidrocoloides	– No son grasosos – Recubrimiento de bajas calorías – Extienden la vida útil de frutas y hortalizas sin riesgo de desarrollar condiciones de anaerobiosis – Excelente barrera frente a los gases – Son de bajo costo – Poseen buenas propiedades mecánicas – No son tóxicos – Fácil adhesión a las superficies de frutas cortadas.	(Bósquez Molina, 2003) (Osorio Chuquitarco & Yánez Ponce, 2018) (Pastor Navarro, 2010) (Hernández Cabrera, 2016)
Lípidos	– Excelente barrera al vapor de agua – Proporciona brillo al alimento – Reducen la transpiración, la deshidratación. – Reduce la abrasión en la manipulación posterior	(Treviño Garza, 2016) (Castro Parra, 2013) (Ramos García et al., 2010) (Morales Reyes, 2011) (Fernández Valdés et al., 2015)
Compuestos	– Mejora la apariencia del alimento – Aumenta el valor nutritivo y organoléptico de los alimentos tratados – Excelente barrera frente a gases (CO_2 y O_2) y vapor de agua – Mejora la resistencia mecánica – Posee una buena cohesión estructural	(Raghav et al., 2016) (Morey Rodríguez & Quinde Bravo, 2012) (Hernández Cabrera, 2016) (Castro Parra, 2013)

4.3 Procesos de aplicación de recubrimientos comestibles como alternativa en la conservación de frutas.

Actualmente existe la necesidad de colocar recubrimientos comestibles para la conservación en estado natural de las frutas climatéricas que continúan su etapa de maduración después de haber sido cosechadas, debido al desprendimiento de etileno el cual acelera la maduración generando un corto tiempo de vida útil.

A partir de los diferentes trabajos investigativos encontrados acerca de los recubrimientos comestibles utilizados en frutas climatéricas. Aguilar Méndez (2005), señala que al utilizar compuestos como la Gelatina comercial (tipo a) de 325 ° Bloom y almidón maíz en un recubrimiento comestible para el aguate *(Persea americana)* utilizando el método de inmersión se logra mantener las propiedades mecánicas como barrera a gases y térmicas resistentes a la ruptura y deformación alargando la vida útil, mientras que González Cuello, Pérez Mendoza & Gelvez Ordóñez (2017) manifiestan que la utilización de Goma Gelana y plastificante utilizando el mismo método de inmersión, limita el crecimiento microbiano, disminuyendo la pérdida de firmeza, de humedad y evitan grandes modificaciones de pH extendiendo la vida del aguacate.

Figueroa, Salcedo & Narvaez (2013) utilizaron almidón nativo y oxidado de yuca en la formación de un recubrimiento utilizado en la conservación de Mango *(Tommy Atkins)* colocado por la técnica de frotación teniendo buenos resultados como retrasar la pérdida de peso y características fisicoquímicas relacionadas con la maduración, prolongando su vida útil. Sin embargo, Bello Lara et al. (2016) evaluaron la utilización de almidón y pectina de plátano pera (*Musa* ABB) y quitosano como componente de recubrimiento utilizado en la conservación de la misma fruta, el mismo que fue colocado por inmersión logrando mayor firmeza y sin afectar el color de la cutícula de los frutos de mango.

Dentro de la investigación realizada por Castro Parra (2013), acerca del recubrimiento para el tomate de árbol *(Solanum betaceum Cav.)* señala que la utilización de HPMC (Hidroxipropilmetilcelulosa) y componentes lípidos (cera de abeja y goma laca) son componentes que protegen al fruto de los microorganismos mejorando la calidad y alargando su vida de anaquel. Mientras que, Andrade et al. (2014) estudió la utilización de cera de laurel, almidón de yuca comercial, tenso activos (aceite de oliva, glucosa) y plastificantes (propilenglicol, glicerol) para el tomate de árbol *(Cyphomandra betacea Cav.Sendt)* formando parte de una barrera efectiva contra la pérdida de agua reduciendo la pérdida de peso, permitiendo mayor firmeza y buena apariencia.

Tovar Gómez, Mata Montes de Oca, García Galindo & Montalvo González (2011) indicaron que la utilización de cera de carnauba y 1- MCP (metilciclopropeno) como componentes utilizados en la elaboración del recubrimiento comestible, presentó una firmeza ligeramente alta, inhibe la actividad de las enzimas y disminuyó la pérdida de peso en la conservación de guanábana *(Annona Muricata L.).* Sin embargo, Koushesh, Salcedo & Vaca (2017) utilizaron una base de kefirán (extra polisacárido de galactosa y glucosa) y almidón de yuca en la misma fruta, mejorando las propiedades mecánicas, firmeza y menor actividad enzimática.

En la tabla 4-2 se presenta ejemplos de recubrimientos comestibles utilizados en la conservación de algunas variedades de frutas climatéricas, además de sus componentes, sus características (preparación), modo de empleo y el efecto que estos brindan.

Tabla 4-2

Recubrimientos comestibles aplicados a frutas climatéricas

Recubrimientos Comestibles para Frutas Climatéricas					
Fruta	**Componente de Recubrimiento**	**Características (preparación)**	**Modo de Empleo**	**Efecto**	**Referencia**
	Gelatina comercial (tipo a) de 325 ° bloom y almidón maíz	Se prepararon soluciones acuosas a partir de gelatina, y glicerol de 1% (w/w), calentadas hasta 90 ºC por 30minutos con una agitación constante. El almidón es un polisacárido abundante de nutrientes, minerales obteniendo recubrimientos flexibles, transparentes, presentando excelentes barreras al oxígeno.	La tecnología de aplicación utilizada fue la inmersión, los aguacates fueron sumergidos en un tiempo de 30 segundos, secados con aire de ventilador manteniendo en refrigeración a 6 ºC.	Logra propiedades mecánicas de barrera a gases y térmicas, resistentes a la ruptura y deformación alargando la vida útil.	(Aguilar Méndez, 2005)
Aguacate *(Persea americana)*	Goma gelana y plastificante.	Los polímeros como la goma gelana de alto acilo y bajo acilo de (0,3 y 0,6%) p/p y plastificante al (8,0 y 12% v/v) se disolvieron en agua destilada con agitación constante después de incorporo glicerol (plastificante), manteniendo una temperatura de 90 ºC durante 10 min seguidamente se bajó la temperatura a 30 ºC para adicionar el extracto acuoso de toronjil.	Se utilizó el método de inmersión, fueron sumergidos en el recubrimiento a una temperatura de 20 ºC, posteriormente fueron secadas para mantener el recubrimiento estable para su posterior almacenamiento.	Limita el crecimiento microbiano, disminuyen la pérdida de firmeza, de humedad y evitan grandes modificaciones de pH extendiendo la vida del aguacate.	(González Cuello et al., 2017)

	Almidón y pectina de plátano pera (*Musa* ABB) y quitosano.	Se preparó una solución acuosa (1 %) de cada polisacárido (almidón y pectina). Adicionalmente, se evaluó quitosano al 1 %, extraído de camarón.	El mango fue sumergido por inmersión en madurez fisiológico, almacenados a 10 ± 2 °C durante 12 días.	Logra mayor firmeza y sin afectar el color de la cutícula de los frutos de mango.	(Bello Lara et al., 2016)
Mango *(Tommy Atkins)*	Almidón nativo y oxidado de yuca	Los recubrimientos fueron preparados utilizando una mezcla de almidón nativo y oxidado (15 g/kg), glicerol (10 g/kg) y agua (975 g/kg de solución), mezclado y homogenizados en un agitador magnético durante 30 minutos a una temperatura de 70 ± 2 °C, se adicionó 3,0 g/kg de aceite de ajonjolí a la solución formadora de recubrimiento, utilizando lecitina de soya (3,0 g/kg de solución) como emulsificante.	Se aplicó la técnica de frotación utilizando una pluma estéril, hasta alcanzar una capa homogénea en la superficie de los frutos.	Retrasar la pérdida de peso y características fisicoquímicas relacionadas con la maduración, prolongando su vida útil.	(Figueroa et al., 2013)
Tomate de árbol *(Solanum betaceum Cav.)*	HPMC (Hidroxipropilmetilcelulosa) y componentes lípidos (cera de abeja y goma laca)	Para la elaboración se preparó una solución acuosa al 5% p/p de HPMC, al mismo tiempo se añadió cera de abeja, glicerol, ácido esteárico, agua y dos gotas de anti espumante, calentándolas en un microondas durante 5 minutos hasta llegar a una temperatura de 90 °C, después se mantuvo en agitación, seguido se añadió la goma laca a 90 °C. Una vez formada se enfrió hasta 25 °C durante 25 minutos y se almaceno a 5 °C hasta su previa utilización.	El recubrimiento fue aplicado por inmersión (sumergido el fruto en un recipiente de 2L incluido el pedúnculo) durante 15s a temperatura ambiente, los mismos fueron secados en mallas plásticas durante 40min para luego ser almacenados a 5 °C.	Protegen al fruto o producto de los microorganismos mejorando la calidad y alargando su vida de anaquel.	(Castro Parra, 2013)

Tomate de árbol *(Cyphomandra betacea Cav.Sendt)*	Cera de laurel, almidón de yuca comercial, tenso activos (aceite de oliva, glucosa) y plastificantes (propilenglicol, glicerol)	Para la preparación primero se necesita diluir el almidón de yuca en agua la mezcla se realizó a 70°C con una agitación constante hasta tener una consistencia gelatinosa, seguidamente se añadió la cera de laurel, aceite de oliva, propilenglicol, glicerol y glucosa en orden agitando durante 15 min hasta que la mezcla este homogénea y estable.	El recubrimiento fue dispersado uniformemente sobre la superficie de la fruta en una capa fina.	Es una barrera efectiva contra la perdida de agua reduciendo la pérdida de peso, permitiendo mayor firmeza y buena apariencia de la misma forma alargando la vida útil.	(Andrade et al., 2014)
Guanábana *(Annona Muricata L.)*	Base de kefirán (extra polisacárido de galactosa y glucosa) y almidón de yuca	Se realizó una solución acuosa mezclando un 4% de kefirán en agua a una temperatura de 70 °C, agitándola durante 30 minutos. La mezcla se dejó enfriar hasta 25°C seguido se agregó glicerol que correspondió el 25% del peso de kefirán manteniéndola en agitación durante 30 min.	Se recubrió a las frutas hasta la mitad para lograr observar los cambios en cada una.	Mejora las propiedades mecánicas siendo más resistente, mayor firmeza y menor actividad enzimática.	(Koushesh et al., 2017)
	Cera de carnauba y 1- MCP (metilciclopropeno)	Se preparó una emulsión a base de 1- MCP con 1000 nl·L-1 durante 12h combinando con cera de carnauba con aceites siliconados los cuales proporcionan brillo a la cutícula de los frutos.	Los frutos fueron cubiertos por inmersión sumergidos durante 5 min, los cuales se dejaron secar y fueron almacenados 13°C ± 2°C.	Muestra la firmeza ligeramente alta, inhibe la actividad de las enzimas y disminuye la pérdida de peso.	(Tovar Gómez et al., 2011)

Las frutas no climatéricas son aquellas que son recolectadas de las plantas al término de su periodo de madurez. Para mantener las características fisicoquímicas y organolépticas es necesario colocar recubrimientos comestibles que ayuden a su conservación con el fin de evitar pérdidas durante su manipulación.

En los estudios de Restrepo & Aristizábal (2010), se detalla que la utilización de gel mucilaginoso de penca de sábila *(Aloe barbadenses* Miller*)* en la Fresa *(Fragacia ananassa Duch cv. Camarosa)* logra aumentar la vida útil en 10 días, disminuyendo las pérdidas de humedad, el índice de respiración, manteniendo la firmeza y produciendo mínimas variaciones perceptibles de color. Por otra Quilo Inlago (2016), en su estudio realizado con el extracto de propóleo como agente antifúngico en la Fresa (*Fragacia vesca*) menciona que el uso de este recubrimiento mantiene las características fisicoquímicas, en el trascurso de la conservación a una temperatura de 8ºC.

Según la investigación realizada por Ramírez, Arisrizábal & Restrepo (2013) a la mora de castilla (*Rubus glaucus Benth)* con el recubrimiento a base de gel de mucilago de penca de sábila, identificó que este disminuye la permeabilidad a gases y vapor de agua; retrasó cambios de color en la fruta y evitó el crecimiento microbiano. De forma similar Villegas & Albarracín (2016) también aplicaron un recubrimiento para la misma variedad de mora con Hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) y cera de abeja la misma que aumentó la vida útil conservando las propiedades fisicoquímicas como la acidez; los sólidos solubles totales; índice de madurez; mejora las propiedades fisiológicas como pérdida de peso y el índice de respiración.

Es importante también destacar los recubrimientos utilizados en la conservación de naranja Valencia *(Citrus sinensis*) en la que Navarro Tarazaga (2007) aplicó Hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) y cera de abeja, utilizando la técnica de inmersión este recubrimiento afectó el aspecto externo, propiedades de barrera al vapor de agua y pérdida de peso. En cambio Hancco Condori (2017) utilizó para la misma variedad de naranja un recubrimiento a base de gel de aloe vera y plastificante (lecitina de soya) mejorando pérdida de peso e inhibiendo el desarrollo fúngico.

Guerrero Paredes (2014), desarrolló una investigación sobre un recubrimiento para Pitahaya *(Selenicereus undatus)* compuesto de 1- Metilciclopropeno y Cera de carnauba con el fin de mantener la firmeza, disminuir el cambio de color de verde a amarillo y retrasar los procesos metabólicos inherentes a la maduración en el almacenamiento. Por otro lado Cruz Mantilla (2018), también realizó un recubrimiento con quitosano y ácido acético glacial para aplicar a esta fruta, utilizando el método Brushing el mismo que ayudó en la conservación de la pitahaya amarilla, conservando su color, peso y firmeza.

En la tabla 4-3 se representa varios componentes y sus características utilizados en la elaboración de recubrimientos comestibles para frutas no climatéricas.

Tabla 4-3

Recubrimientos comestibles aplicados a frutas no climatéricas

Recubrimientos Comestibles para Frutas no Climatéricas					
Fruta	**Componente de Recubrimiento**	**Características (preparación)**	**Modo de empleo**	**Efecto**	**Referencia**
Fresa *(Fragacia ananassa Duch cv. Camarosa)*	Gel mucilaginoso de penca sábila (*Aloe barbadenses* Miller)	Está formado por agua en una proporción de 99,5% y el otro 0,5% corresponde a materia sólida que contiene una serie de compuestos, como vitaminas hidrosolubles y liposolubles, minerales, enzimas, polisacáridos, compuestos fenólicos y ácidos orgánicos.	Se sumergieron en las fresas durante 30s previamente se secaron por convención con aire forzado durante una hora, a 20ºC.	Logra aumentar la vida útil en 10 días, disminuyendo las pérdidas de humedad, el índice de respiración, manteniendo la firmeza y produciendo mínimas variaciones perceptibles de color.	(Restrepo y Aristizábal, 2010)
Fresa (*Fragacia vesca*)	Extracto de propóleo como agente antifúngico	El propóleo tiene gran acción bactericida y bacteriostática, en la formulación de recubrimientos es una alternativa para mejorar la seguridad microbiana de frutos, en postcosecha.	Se sumergieron las fresas durante 2 minutos, se procedió a retirar el exceso de recubrimiento en toallas absorbentes a temperatura de 18ºC alrededor de una hora previo a su empacado.	Mantiene las características fisicoquímicas de las fresas en el trascurso de la conservación a una temperatura de 8ºC.	(Quilo Inlago, 2016)
Mora de castilla (*Rubus glaucus Benth)*	Gel de mucilago de penca de sábila.	Para la preparación del recubrimiento una concentración de 50% P/P de gel mucilaginoso en una solución acuosa con agua destilada además se añadió 0,1%de cera de carnauba y 0,75 % de glicerol calentando hasta 90ºC por 5 min, la mezcla fue enfriada a 25ºC posteriormente se adicionó 0,01% de polisorbato 80 y se homogenizó a 24.000 rpm por 4 min.	Se aplicó por inmersión durante 30 segundos, luego fueron secados a 20°C para su empacado posterior en cajas con tapa preformada para ser almacenados en refrigeración a 5°C.	Disminuye la permeabilidad a gases y vapor de agua, retraso cambios de color en la fruta y evita el crecimiento microbiano, alarga la vida útil hasta 10 días en refrigeración.	(Ramírez et al., 2013)

Mora de castilla (*Rubus glaucus Benth)*	Hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) y cera de abeja.	Se formó el recubrimiento a base de HPMC en una solución de 5g/100g (p/p) preparados por dispersión en agua a 90°C, inmediatamente se añadió la cera de abeja con agitación constante, para luego ser homogenizados durante 1 min, a 12.000 rpm seguido de otra homogeneización de 3 minutos 22.000 rpm.	Las frutas se sumergieron durante 30 segundos y secados a 45°C para luego ser almacenadas en cajas termo formadas en refrigeración a 4 °C.	Aumenta la vida útil, conserva las propiedades fisicoquímicas como la acidez, los sólidos solubles totales, índice de madurez, mejora las propiedades fisiológicas como pérdida de peso y el índice de respiración.	(Villegas y Albarracín, 2016)
Naranja Valencia *(Citrus sinensis*)	Gel de aloe vera y plastificante (lecitina de soya)	Se realizó una mezcla a base de gel de aloe vera con componentes de glicerol, para mayor plasticidad se incorporó lecitina de soya las cuales se homogenizaron para mantener una buena consistencia.	Se aplicó el recubrimiento por inmersión, los mismos fueron secados a temperatura ambiente durante 20min para ser almacenados por cuatro semanas a una temperatura de 5ºC.	Menor pérdida de peso, inhiben el desarrollo fúngico.	(Hancco Condori, 2017)
	Hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) y cera de abeja.	Para la elaboración primero se realizó una solución acuosa de HPMC con agua caliente a una temperatura que va de 80 a 90 ºC, posterior se realizó la hidratación del producto a 30 ºC con agitación continua, finalmente se añadió todos los ingredientes como plastificantes los mismo que fueron almacenados a 5 ºC durante un tiempo menor de 48horas para su posterior aplicación.	Se aplicó la técnica de inmersión por 1min, escurriendo el exceso después pasaron por un túnel de secado a 40 y 45ºC durante 2 min almacenándolas a 5ºC.	Afecta el aspecto externo, afectando a las propiedades de barrera al vapor de agua y pérdida de peso.	(Navarro Tarazaga, 2007)

Pitahaya *(Selenicereus undatus)*	Quitosano y ácido acético glacial	Se preparó un recubrimiento a base de 1% (p/v) inicialmente se diluyo el ácido acético glacial al 1% (v/v) mientras que la masa del quitosano se añadió lentamente en pequeñas cantidades de 1g con agitación constante hasta terminar la cantidad de quitosano, obteniendo una consistencia traslucida con coloración leve amarilla.	Se utilizó el método Brushing utilizando una brocha convencional de 2.5cm de ancho con el fin de disminuir el desperdicio del recubrimiento, seguido se realizó el secado en bandejas a 20ºC durante 20min para ser empacadas en cajas con orificios para la ventilación.	Ayuda en la conservación de la pitahaya amarilla, conservando su color, peso y firmeza.	(Cruz Mantilla, 2018)
Pitahaya *(Selenicereus undatus)*	1- Metilciclopropeno y Cera de carnauba	1- MCP es un inhibidor de la acción del etileno en frutos no climatéricos retrasa la reducción de la calidad nutritiva.	Se aplicó por inmersión para su posterior secado, luego fueron almacenados.	Mantiene la firmeza, disminuye el cambio de color de verde a amarillo y retrasa los procesos metabólicos inherentes a la maduración en el almacenamiento.	(Guerrero Paredes, 2014)

A continuación, se representa en la figura 4-1 el diagrama del proceso de aplicación de recubrimientos comestibles en frutas.

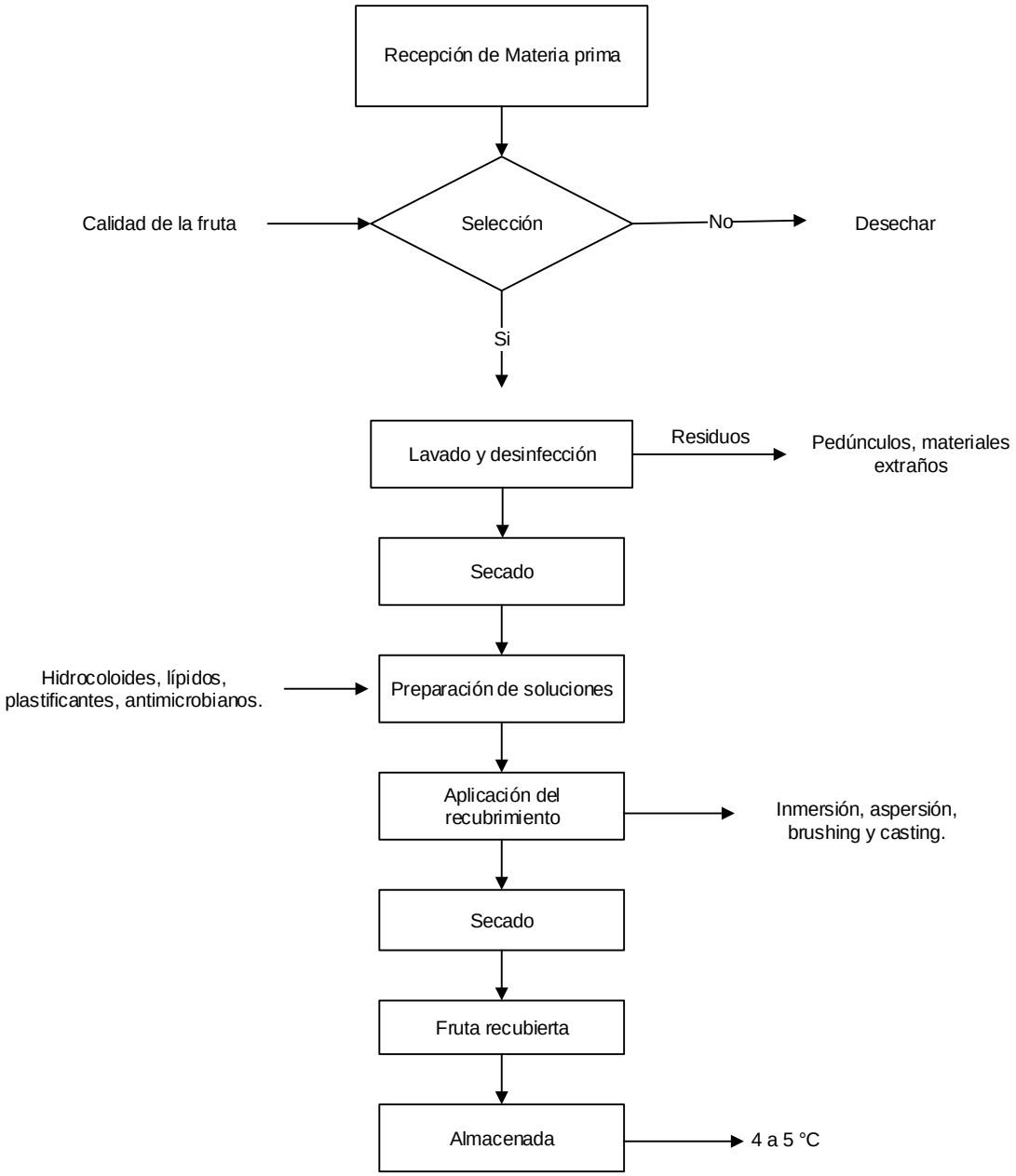


Figura 4-1. Diagrama del proceso de aplicación de recubrimientos en frutas

4.3.1 Descripción del proceso

a) Recepción. - Las frutas se reciben bajo determinadas condiciones (buen estado, fresca, estado de madurez óptima para la cosecha, entre otros).

b) Selección. - En este proceso se seleccionan frutas de buena calidad, que no tengan lesiones mecánicas y se desechan aquellas frutas que no cumplan con las características organolépticas requeridas.

c) Lavado y desinfección. Las frutas son lavadas y desinfectadas, para ello se usa la cantidad de desinfectante según lo indica la etiqueta del producto, esto con la finalidad de retirar impurezas y tener frutas libres de agentes extraños.

d) Secado. Las frutas tratadas son secadas bajo dos métodos:

- **Por convección natural:** se deja secar a temperatura ambiente la fruta ya recubierta en un lugar libre de agentes extraños, de unos 15 a 40 minutos aproximadamente dependiendo el tipo de fruta.
- **Por convección forzada:** es la utilización de agentes externos ya sea ventiladores mecánicos, túneles de secado, entre otros, con una temperatura entre 20 C a 45 °C, el tiempo varía según el tipo de fruta a utilizar.

e) Preparación de soluciones: se emplean los insumos (compuestos hidrocoloides, lípidos, plastificantes, emulsionantes, antimicrobianos, etc.) para la elaboración del recubrimiento.

f) Aplicación del recubrimiento comestible. Las frutas son cubiertas por la solución del recubrimiento comestible bajo las diferentes técnicas de aplicación, a continuación, se menciona algunas:

- **Inmersión:** en esta técnica la fruta es sumergida en tanques que contienen la solución formadora del recubrimiento de unos 30 segundos hasta unos 5 minutos. Esta técnica es la más aplicada en las frutas.
- **Aspersión:** en esta técnica se utiliza aspersores de alta presión (entre 60-80 psi) por donde saldrá la solución formadora del recubrimiento el cual permitirá emplear menor cantidad del recubrimiento a la fruta, disminuyendo el gasto de la solución.
- **Casting:** en esta técnica la solución formadora del recubrimiento es vertida sobre una placa de acero inoxidable en donde se deja secar para formar una película preformada, para posteriormente ser empleada a la fruta.

- **Brushing:** se lo realiza utilizando un cepillo convencional o industrial sobre la superficie de la fruta.

g) Secado. Las frutas tratadas se secan bajo dos métodos:

- **Por convección natural:** se deja secar a temperatura ambiente la fruta ya recubierta en un lugar libre de agentes extraños, de unos 15 a 40 minutos aproximadamente dependiendo el tipo de fruta.
- **Por convección forzada:** con la utilización de agentes externos ya sea ventiladores mecánicos, túneles de secado, entre otros, con una temperatura entre 20 C a 45 °C, el tiempo varía según el tipo de fruta a utilizar.

h) Fruta recubierta: la fruta ya se encuentra cubierta con la solución formadora del recubrimiento, lista para ser almacenada y comercializada.

i) Almacenado. Finalmente, las frutas se almacenan a una temperatura de 4 a 5°C.

Conclusiones

- Los recubrimientos comestibles se dividen en tres tipos según el tipo de compuesto que utilicen, los cuales son: hidrocoloides, lípidos y compuestos, siendo este último el más utilizado para la conservación de alimentos, pues este brinda mejores propiedades mecánicas, nutricionales y de barrera al producto tratado.
- Los recubrimientos comestibles poseen grandes características que permiten la conservación de las frutas, de las cuales se puede destacar que no afectan las características organolépticas del alimento, son una excelente barrera para gases y vapor de agua, alargan la vida útil del mismo, además al ser productos biodegradables no contaminan el medio ambiente y sobre todo la más importante es que no son nocivos para el consumidor.
- Según la información recopilada se concluye que la inmersión es la tecnología más utilizada en la industria alimentaria para la aplicación de los recubrimientos comestibles, permitiendo cubrir en su totalidad la superficie de la fruta, además es una de las más económicas permitiendo aprovechar por completo el recubrimiento sin desperdiciarlo.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios sobre recubrimientos comestibles en el cual dentro de su composición se encuentre el almidón, ya que es un polisacárido que se encuentra en abundancia, lo cual permitirá abaratar costos en el procesamiento de dicho recubrimiento, además la permeabilidad al oxígeno es muy baja, el cual lo hace adecuado para la conservación de las frutas.
- Analizar el comportamiento de los recubrimientos comestibles compuestos, aplicados en otros alimentos perecederos, ya que estos poseen características tanto funcionales como nutricionales.
- Realizar investigaciones de forma experimental para la conservación de frutas de la Amazonía especialmente de la pitahaya siendo uno de los productos estratégicos de esta zona, con gran aceptación a nivel nacional e internacional por su valor nutricional.

REFERENCIAS

Aguilar Méndez, M. A. (2005). *Propiedades físicas y mecanicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate*. Instituto Politécnico Nacional.

Ancos, B., González Peña, D., Colina Coca, C., & Sánchez Moreno, C. (2015). Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, *16*(1), 8–17.

Andrade, J. C., Acosta, D. L., Bucheli, M. A., & Osorio, O. (2014). Desarrollo de un recubrimiento comestible compuesto para la conservación del tomate de árbol (Cyphomandra betacea S.). *Informacion Tecnologica*, *25*(6), 57–66. https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000600008

Ayranci, E., & Tunç, S. (1997). Cellulose-based edible films and their effects on fresh beans and strawberries. *European Food Research and Technology*, *205*(6), 470–473.

Baldwin, E. (1994). Edible coatings for fresh fruits and vegetables: past, present and future. In *Food Quality* (pp. 25–64).

Baldwin, E. A., Burns, J. K., Kazokas, W., Brecht, J. K., Hagenmaier, R. D., Bender, R. J., & Pesis, E. (1999). *Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (Mangifera indica L .) ripening during storage*. *17*, 215–226.

Bello Lara, J. E., Balois Morales, R., Juárez López, P., Alia Tejacal, I., Peña Valdivia, C. B., Jiménez Zurita, J. O., Sumaya Martínez, M. T., & Jiménez Ruíz, E. I. (2016). *Coatings based on starch and pectin from 'Pear' banana (Musa ABB), and chitosan applied to postharvest 'Ataulfo' mango fruit*. *22*(Apa 6), 209–218. https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2015.09.037

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 limon persa (Citrus latifolia Tanaka)*. Universidad Autónoma Metropolitana.

Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*, *15*(3), 237–248.

Castro Parra, A. X. (2013). *Efecto de la aplicación de recubrimientos comestibles en la calidad poscosecha de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.)*. Escuela Politécnica Nacional.

Chacha Curillo, C. E. (2016). *Utilización de tres tipos de recubrimientos comestibles en la conservación postcosecha de Carica papaya L. (papaya)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Cruz Mantilla, A. F. (2018). *Desarrollo de recubrimientos a partir de biopolímeros y sus efectos en las propiedades fisicoquímicas de la pitahaya amarilla (Hylocereus megalanthus) con el fin de extender su vida útil*. 1–36.

Cuatzo Lozano, M. I. (2005). Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate. *Ciencias Marinas*, *49 Suppl 1*, 104. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15998525

Embuscado, M., & Huber, K. (2009). *Edible Films and Coatings for Food Applications* (Springer, Issue September). https://doi.org/10.1007/978-0-387-92824-1

Escobar, D., Sala, A., Silvera, C., Harispe, R., & Márquez, R. (2009). Películas biodegradables y comestibles desarrolladas en base a aislado de proteínas de suero lácteo: estudio de dos métodos de elaboración y del uso de sorbato de potasio como conservador. *Revista Del Laboratorio Tecnológico Dedl Uruguay*, *4*, 33–36.

Falconí Novillo, J. F. (2019). *Empleo de Recubrimiento comestibles en la conservación de Fragaria x ananassa (Fresa)*. Escuela Politécnica de Chimborazo.

FAO. (2009). *Las pérdidas post-cosecha agravan el hambre*. http://www.fao.org/news/story/es/item/36864/icode/

Fernández, N. M., Echeverria, D. C., Mosquera, S. A., & Paz, S. P. (2017). *Estado actual del uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas*. *15*(2), 134–141.

Fernández Valdés, D., Bautista Baños, S., Fernández Valdés, D., Ocampo Ramírez, A., García Pereira, A., & Falcón Rodríguez, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, *24*(3), 52–57.

http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v24n3/rcta08315.pdf

Figueroa, J. A., Salcedo, J. G., & Narvaez, G. J. (2013). *Efecto de recubrimientos comestibles a base de almidón nativo y oxidado de yuca sobre la calidad de mango (tommy atkins)*. *18*(2).

González Cuello, R., Pérez Mendoza, J., & Gelvez Ordóñez, V. (2017). *Incremento en la vida útil post cosecha del aguacate (persea americana) utilizando recubrimientos a base de goma gelana*. 101–110.

Guerrero Paredes, M. G. (2014). Estudio del manejo poscosecha de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus.) procedente del cantón Pedro Vicente Maldonado de la Provincia de Pichincha. *2*, *1*(1), 2–157.

Guilbert, S., Gontard, N., & Cuq, B. (1995). Technology and applications of edible protective films. *Packaging Technology and Science*, *8*(6), 339–346. https://doi.org/10.1002/pts.2770080607

Han, J. H., & Gennadios, A. (2005). *Edible films and coatings: a review*.

Hancco Condori, M. (2017). *Elaboración de un recubrimiento comestible y su comparación con recubrimiento comercial aplicado en naranja (citrus sinensis) Valencia*. Ekp.

Hernández Cabrera, K. A. (2016). Formulación y caracterización de películas comestibles de almidón de papa nativo y modificado. In *Tesis*. Universidad Veracruzana.

Koushesh, K., Salcedo, F., & Vaca, A. (2017). *Desarrollo de recubrimientos a base de kefiran y almidón para prolongar la vida útil de la guanábana (annona muricata)*.

Landmann, W., Lovegren, N. V, & Feuge, R. O. (1960). Permeability of some fat products to moisture. In *A Bibliography of Publications on the Chemistry and Technology of Sugarcane and Sugarcane Products* (pp. 37 1-4.).

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gotzsche, P. C., Ioannidis, J. P., & Moher, D. (2019). *The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration.* 62(10).

Morales Reyes, M. A. (2011). *Generalidades y aplicación de películas y recubrimientos comestibles en la cadena hortofrutícola*. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro."

Morey Rodríguez, A. S., & Quinde Bravo, A. L. (2012). *Obtención de quitosano y su aplicación en Recubrimientos comestibles en mezcla con almidón*. Universidad de Guayaquil.

Navarro Tarazaga, M. (2007). *Efecto de la composición de recubrimientos comestibles a base de hidroxipropilmetilcelulosa y cera de abeja en la calidad de ciruelas, naranjas y mandarinas*. Universidad Politécnica de Valencia.

Osorio Chuquitarco, N. M., & Yánez Ponce, M. E. (2018). *Obtención de un recubrimiento comestible a base de mucílago de nopal (Opuntia spp.) y aceite esencial de romero (Rosmarinus officinalis)*. Universidad Técnica de Cotopaxi.

Parzanese, M. (2006). Tecnologías para la industria alimentaria - películas y recubrimientos comestibles. *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca*, 1–11. http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_07_PeliculaComestible.pdf

Pastor Navarro, C. (2010). *Recubrimientos comestibles a base de hidroxipropil metilcelulosa: caracterización y aplicación* [Universidad Politécnica de Valencia]. http://dspace.cc.upv.es/handle/10251/8534

Quilo Inlago, N. R. (2016). *Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible con extracto de propóleo como agente antifúngico, en la conservación de Fragaria vesca (frutilla)*.

Raghav, P. K., Agarwal, N., & Saini, M. (2016). Edible Coating of Fruits and Vegetables : A Review. *I Nternational Journal of Scientific and Modern Education*, *January*.

Ramírez, J. D., Arisrizábal, I. D., & Restrepo, J. I. (2013). Conservación de mora de castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila. *Vitae*, *20*(3), 172–183.

Ramos García, M., Bautista Baños, S., Barrera Necha, L., Bosquez Molina, E., Alia Tejacal, I., & Estrada Carrillo, M. (2010). Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas. *Revista*

Mexicana de Fitopatología, *28*(1), 44–57.

Restrepo, J., & Aristizábal, I. (2010). Conservación de Fresa (Fragaria x ananassa Duch cv. Camarosa)) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila (Aloe barbadensis Miller) y cera de carnaúba. *Vitae*, *17*(3), 252–263.

Rojas Grau, M. A. (2006). *Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación*. Universitat de Lleida.

Romojaro, F. (2006). Mecanismos reguladores de la maduracion de los frutos climatéricos. *Academia De Ciencias De La Region De Murcia.*, 76. https://www.um.es/acc/wp-content/uploads/Felix-Romojaro-Almela.pdf

Ruíz Medina, M. D. (2015). *Diseño de un recubrimiento comestible bioactivo para aplicarlo en la frutilla (fragaria vesca) como proceso de postcosecha*. Escuela Politécnica Nacional.

Sánchez Gonzáles, L., Vargas, M., Gonzáles Marínez, C., Cháfer, M., & Chiralt, A. (2008). *Incorporación de productos Naturales en recubrimientos comestibles para la conservación de alimentos*.

Shit, S. C., & Shah, P. M. (2014). Edible Polymers: Challenges and Opportunities. *Journal of Polymers*, *2014*, 1–13. https://doi.org/10.1155/2014/427259

Skoryakov, M. M. (1958). Chemical polishing of crystal ware. *Glass and Ceramics*, *15*(2), 61–64. https://doi.org/10.1007/BF00668465

Solano Doblado, L. G., Alamilla Beltrán, L., & Jiménez Martínez, C. (2018). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, *21*, 30. https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.153

Solis Rivera, S. I. (2016). *Elaboración y caraterización de películas comestibles elaboradas con hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC)*. Universidad Autónoma del Estado de México.

Sothornvit, R., & Krochta, J. M. (2005). Plasticizers in edible films and coatings. *Innovations in Food Packaging*, 403–433. https://doi.org/10.1016/B978-012311632-1/50055-3

Tovar Gómez, B., Mata Montes de Oca, M., García Galindo, H. S., & Montalvo González, E. (2011). Effect of Wax Emulsions and 1-Methylcyclpropene on Soursop Fruit Postharvest Conservation. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, *XVII*(4), 53–61. https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.17.038

Trejo Márquez, M., Ramos López, K., & Pérez, C. (2007). Efecto comestible de la aplicacion de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa (fragaria vesca L.) almacenada en refrigeración. *V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones*, *2007*, 230–239.

Treviño Garza, M. Z. (2016). Evaluación y comparación de recubrimientos comestibles a base de mucílagos, quitosán y pululano en la calidad y vida de anaquel de la piña fresca cortada. In *RESMA* (Vol. 3, Issue 2). Universidad Aútonoma de Nuevo León.

Ulusoy, B., Hecer, C., & Kaya Yildirim, F. (2018). *Edible Films and Coatings : A Good Idea From Past to Future Technology*. *May 2019*. https://doi.org/10.18488/journal.58.2018.51.28.33

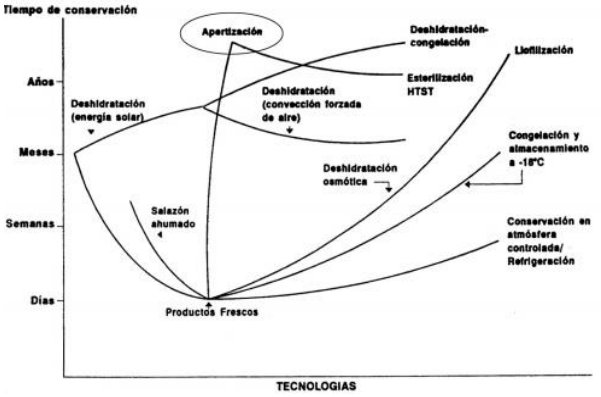
Vásconez, M. B., Flores, S. K., Campos, C. A., Alvarado, J., & Gerschenson, L. N. (2009). Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International*, *42*(7), 762–769. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.02.026

Vázquez Briones M. C, & Guerrero Beltrán J. A. (2013). Recubrimiento de frutas con biopelículas. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 5–14. http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Vazquez-Briones-et-al-2013.pdf

Villegas, C., & Albarracín, W. (2016). Aplicación y efecto de un recubrimiento comestible sobre la vida útil de la mora de castilla (rubus glaucus benth). *Vitae*, *23*(3), 202–209. https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v23n3a06

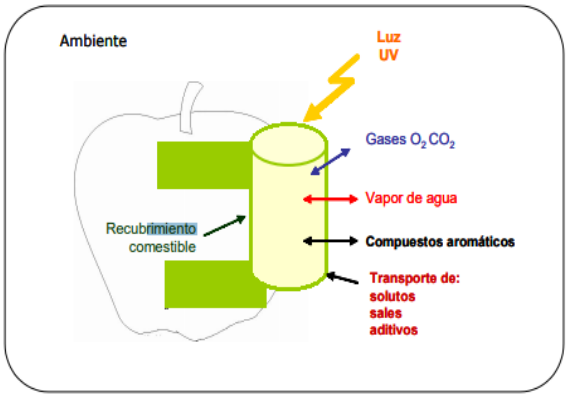
ANEXOS

Anexo 1 Tecnologías aplicadas a la conservación de alimentos



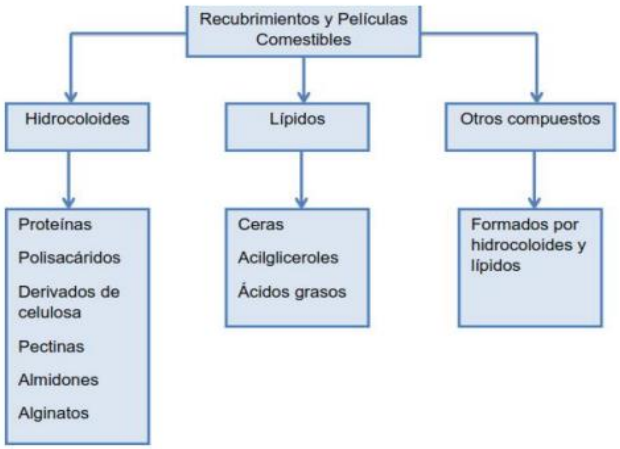
Fuente: Petri, 1983, como se citó en Romojaro, 2006

Anexo 2 Principales funciones de los recubrimientos aplicados a frutas mínimamente procesadas



Fuente: Alejandra & Graü, 2006

Anexo 3 Clasificación de los recubrimientos comestibles



Fuente: Osorio Chuquitarco & Yánez Ponce, 2018

Anexo 4 Formación de recubrimientos comestibles (RC) por inmersión del producto



Fuente: Ancos et al., 2015