

Recubrimientos comestibles: una alternativa para la conservación de frutas

Edible coatings: an alternative for fruit preservation

Josselyn Paulina Pico Poma¹ (jp.picop@uea.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0003-0857-9494>)

Diego Abelardo Sarabia Guevara² (da.sarabiag@uea.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0001-9240-1693>)

Evelyn Alejandra Vargas Peralvo³ (ea.vargasp@uea.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-7367-9347>)

Resumen

En todo el Ecuador se pierden grandes cantidades de alimentos por desconocimiento de los diferentes métodos de conservación, manejo poscosecha, sobreproducción y empaque inadecuado de los productos, lo que trae como consecuencia pérdidas económicas para los agricultores. La aplicación de recubrimientos comestibles es una de las técnicas de conservación de frutas frescas más recomendada porque reduce la de etileno, la decoloración, la transmisión de gases y vapor de agua. El objetivo de este artículo fue analizar diferentes tipos de recubrimientos comestibles como alternativa para la conservación de frutas, para lo cual se realizó una revisión bibliográfica de diversas fuentes como libros, artículos científicos, tesis. La información recolectada permitió establecer una matriz comparativa de características y técnicas de aplicación de tipos de recubrimientos comestibles sobre frutos climatéricos y no climatéricos, lo que dio como resultado que los recubrimientos compuestos (una mezcla de hidrocoloides y lípidos) sean los más utilizados, debido a que brindan mejores propiedades mecánicas, mantiene sus propiedades organolépticas y nutricionales, prolongan así la vida útil del producto tratado. Entre las técnicas de aplicación, la inmersión es la más utilizada, ya que puede cubrir toda la superficie de la fruta, y este método también ayuda a reducir los costos de producción. En varias investigaciones se ha encontrado que los recubrimientos comestibles son un método viable para conservar la fruta y también se consideran recipientes biodegradables que se pueden comer directamente sin causar ningún daño a la salud.

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

¹ Máster en Agroindustrias, mención Sistemas Agroindustriales. Docente. Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza, Ecuador.

² Máster en Procesamiento de Alimentos. Docente. Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza, Ecuador.

³ Ingeniera Agroindustrial. Técnico - Docente. Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza, Ecuador.

Abstract

Throughout Ecuador, large quantities of food are lost due to lack of knowledge of the different methods of preservation, post-harvest handling, overproduction and inadequate packaging of products, which results in economic losses for farmers. The application of edible coatings is one of the most recommended fresh fruit preservation techniques because it reduces ethylene, discoloration, gas transmission and water vapor. The objective of this article was to analyze different types of edible coatings as an alternative for fruit preservation, for which a bibliographic review of various sources such as books, scientific articles, and theses was carried out. The information collected allowed establishing a comparative matrix of characteristics and application techniques of types of edible coatings on climacteric and non-climacteric fruits, which resulted in composite coatings (a mixture of hydrocolloids and lipids) being the most used, because they provide better mechanical properties, maintain their organoleptic and nutritional properties, thus prolonging the shelf life of the treated product. Among the application techniques, immersion is the most widely used, since it can cover the entire surface of the fruit, and this method also helps to reduce production costs. Edible coatings have been found in several researches to be a viable method of preserving fruit and are also considered biodegradable containers that can be eaten directly without causing any harm to health.

Key words: biopolymers, preservation, fruit, immersion, edible coatings, edible coatings.

El recubrimiento comestible como una opción en la conservación de frutas

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda el consumo mínimo per cápita de 400 g de frutas y verduras cada día (FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF, 2022). Es un desafío para los gobiernos, las industrias de alimentos y otros sectores relacionados, garantizar la disponibilidad y el acceso de la población a esas cantidades de productos hortofrutícolas.

En 2021 se produjeron a nivel mundial aproximadamente 909.6 millones de toneladas de fruta fresca. Este dato significó un incremento de cerca de diez millones de toneladas con respecto al año anterior y supuso el volumen de producción más elevado en un período de 20 años (Statista, 2023). Ecuador se posiciona en los últimos años como productor internacional y versátil de frutas y verduras frescas sostenibles y de primera calidad (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020), y como segundo en el ranking mundial de países exportadores de fruta en 2021 (Statista, 2023).

Sin embargo, se pierden y desperdician 127 millones de toneladas de alimentos al año, de los cuales el 55% corresponde a frutas y hortalizas (Mora et al., 2021). Este fenómeno se presenta en las diferentes etapas de las cadenas de valor, desde la producción, el procesamiento, la manipulación y almacenamiento, el mercado y la distribución, hasta el consumo; por motivos como las plagas o condiciones climáticas adversas que afectan a las cosechas, factores de orden tecnológico como el inadecuado proceso de recolección, empaques no apropiados e insuficientes vías de

transporte, entre otros (León et al., 2021). Esto se traduce en un corto período de almacenamiento.

Para evitar o minimizar los efectos adversos de los factores citados y prolongar la vida poscosecha de los productos hortofrutícolas se han implementado diferentes tecnologías. Entre ellas, el almacenamiento a bajas temperaturas, aplicación de radiaciones gamma y ultravioleta, el control biológico, la conservación por atmósfera controlada, la utilización de empaques plásticos, el uso de películas y la aplicación de recubrimientos comestibles (León et al., 2021).

En este sentido, la infraestructura es fundamental a lo largo de todo el proceso. Una infraestructura apropiada puede aumentar la cantidad y la calidad de los alimentos disponibles, en particular de los perecederos como las frutas (FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF, 2022); con efecto en la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos, de las pérdidas económicas y de la presión sobre el medio ambiente, además de fomentar la resiliencia en un contexto de cambio climático (Banco Asiático de Desarrollo, 2019; ONU-Nutrición, 2021).

En países donde las pérdidas poscosecha son muy elevadas, las referidas bases infraestructurales revisten especial importancia (Banco Asiático de Desarrollo, 2019). Para encarar esas dificultades se desarrollan inversiones en riego, carreteras, tecnologías de almacenamiento, preservación de alimentos con bajos insumos (como el secado solar) y la refrigeración y la electricidad sostenibles (Banco Mundial, 2021).

Las causas predominantes de las pérdidas poscosecha de productos hortofrutícolas son diversas. En países ricos, los hábitos del consumidor obedecen a los altos estándares de calidad fijados y obligatorios en centros de abastecimiento y consumo, lo que ocasiona sean desechadas frutas aún consumibles, pero que no cumplen con los criterios de apariencia como forma, color y peso, y que ostentan un periodo de vida de anaquel estrecho (grado de inmediatez de la fecha de caducidad). En países de bajos ingresos, se deben a limitaciones financieras y tecnológicas como las técnicas de cosecha, almacenamiento, infraestructura y envío (Aguilar et al., 2020). El impacto de estas manifestaciones en la seguridad alimenticia es indiscutible.

En el entorno actual, que ha puesto de relieve nuevamente las fragilidades de los sistemas agroalimentarios, la disponibilidad per cápita de frutas y hortalizas descendió en todas las regiones. Las frutas y las hortalizas son alimentos de prioridad alta, lo que revaloriza la significación de ese hecho; son de las principales fuentes de fibra dietética, vitaminas esenciales y minerales (Bell et al., 2020).

Las tendencias de investigación e innovación en relación con el manejo poscosecha de frutas y hortalizas se centran en técnicas amigables con el medio ambiente. La utilización de materiales naturales y la garantía de una elevada calidad sensorial del producto se colocan entre las exigencias actuales; en coherencia, se hace énfasis en los recubrimientos comestibles aplicados sobre frutas y hortalizas, para extender su vida de anaquel y ofertar productos de apariencia fresca, buena calidad y libres de patógenos (Mora et al., 2021). Los recubrimientos comestibles se perfilan como una de

las prácticas de mayor proyección a nivel industrial en la conservación poscosecha de la calidad de productos hortofrutícolas (González et al., 2022).

Los recubrimientos comestibles están constituidos por finas películas de polímeros naturales (polisacáridos, proteínas animales y vegetales, lípidos) biodegradables. Esta tecnología es respetuosa con el medio ambiente y responde a la demanda creciente por parte de los consumidores, de alimentos naturales, seguros, saludables, obtenidos mediante un procesado mínimo, que conserven sus propiedades nutricionales (Ramírez et al., 2021).

Existe convergencia en la posición de los investigadores que han incursionado en la temática, respecto a los grandes beneficios que distinguen a las cubiertas comestibles. Estas biopelículas han demostrado capacidad para robustecer la estabilidad de las frutas frescas o mínimamente procesadas, con la característica adicional de ser seguras y amigables con el medio ambiente; sin embargo, la aplicación de la tecnología sigue siendo limitada y se presenta la necesidad de una mejora en sus propiedades mecánicas y de barrera (Aguilar et al., 2020).

Con este artículo se propone analizar el uso de los recubrimientos comestibles como alternativa de conservación de frutas para la prolongación de su vida útil, con el mantenimiento de las características organolépticas y la mejora de su presentación para el período de expendio.

Metodología empleada

El trabajo correspondió a una investigación teórica con un enfoque bibliográfico ajustada a la selección y recopilación de información a través de la lectura crítica de documentos y material bibliográfico sobre recubrimientos comestibles en la conservación de frutas. La investigación se realizó a partir de fuentes bibliográficas como libros, artículos científicos, proyectos de tesis, revistas, etc.

Para la revisión bibliográfica de la presente investigación se tomó en consideración la metodología propuesta por Moher et al. (2009). A partir de esta metodología se consideró la siguiente ruta de trabajo:

Búsqueda de información: Se realizó una investigación en diversas fuentes bibliográficas como artículos científicos, libros, tesis; respecto a los recubrimientos comestibles para la conservación de frutas, para ello se consideró fuentes confiables como: buscadores Scielo, Dialnet, Science Direct, Wiley y Google Scholar. Además, también se establecen palabras clave relacionadas con el tema de investigación y los objetivos de 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.

Particularidades de los recubrimientos comestibles

Los recubrimientos comestibles como método para la preservación de frutas y vegetales se han utilizado desde mucho tiempo atrás. En el siglo XII ya se preservaban naranjas y limones en China, mediante recubrimientos a base de cera, para retardar la pérdida de agua y en Inglaterra, en el siglo XVI, utilizaron la práctica novedosa de cubrir los alimentos con mantequilla, también para evitar la pérdida de agua. En la década de 1930, el uso de cera y agua aplicados a frutas era común, con el propósito de aumentar el brillo y color (Kumar et al., 2018).

Un recubrimiento comestible es el revestimiento de un producto vegetal con una o varias capas finas de material polimérico natural y comestible, estos son aplicados en forma líquida por inmersión o pulverización formándose la película sobre el alimento (León et al., 2021). Una definición muy similar ofrece Rosero et al. (2020).

Estas biopelículas pueden estar compuestas por polisacáridos, proteínas, lípidos o una mezcla de ellos, además de ser posible la adición de agentes antimicrobianos o antioxidantes mejorando las formulaciones. Las cubiertas comestibles extienden la vida de anaquel (Aguilar et al., 2020).

El método de recubrir con la película comestible las frutas y vegetales constituye una alternativa promisoría para atenuar la alta tasa pérdidas poscosecha. Dichos recubrimientos incorporan en su formulación sustancias que sirven de barrera para el intercambio gaseoso, protegen a los alimentos debido a sus propiedades mecánicas, reducen pérdidas nutricionales y organolépticas, no alteran la composición fisicoquímica y adicionan protección antimicrobiana (Rosero et al., 2020). Aguilar et al. (2020) especifican entre las cualidades de las biopelículas, la reducción de la pérdida de agua y de compuestos fenólicos y la retardación de la oxidación enzimática.

Los productos con baja aceptación por parte del consumidor encuentran el envase ideal en los recubrimientos comestibles. En términos de sostenibilidad ambiental, al ser biodegradables y poderse consumir con el producto, representan una opción pertinente (Falconi, 2019).

La aplicación de los recubrimientos a los productos frutícolas desempeña múltiples roles, con ellos se crea una atmósfera modificada en su interior, reducen la tasa de

respiración y retrasan su envejecimiento, dotan a las frutas de brillo sin afectar sus propiedades organolépticas, de manera que se prolonga su vida útil y se mantienen apetecibles a los ojos de los consumidores (Vázquez y Guerrero, 2013). Las bondades y efectos de las biopelículas, que permiten la perpetuación de la vida de anaquel de las frutas, se sostienen en las propiedades que poseen.

Aguilar et al. (2020) refieren que existen recubrimientos comestibles de diversa naturaleza. Se colocan los hidrocoloides, los de naturaleza lipídica, y los compuestos, los cuales ayudarán a conservar los alimentos sin comprometer sus componentes nutricionales y sensoriales. Además, existe la posibilidad y se ha convertido en una práctica, de añadirles aditivos como plastificantes, surfactantes, antimicrobianos, antioxidantes, que mejoran sus capacidades funcionales.

Shit y Shah (2014) afirmaron que los tipos de recubrimientos a base de hidrocoloides se utilizan ampliamente en la industria alimentaria como estabilizadores y agentes gelificantes, además afirmaron que este tipo de recubrimiento es una excelente barrera a los gases. Según estudios realizados por Fernández et al. (2015) y por los autores mencionados anteriormente, los recubrimientos comestibles a base de polisacáridos son los más utilizados en productos hortofrutícolas, entre los que se mencionan el quitosano, alginato, celulosa, entre otros, con destacado comportamiento mecánico.

Mediante las investigaciones realizadas por Rosero et al. (2020), se obtuvo información 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, debido a su naturaleza hidrófoba, los lípidos hacen que el recubrimiento no tenga una buena integridad estructural, lo que provoca que se descomponga fácilmente. De este tipo de biopelícula, la cera es la más utilizada.

Los recubrimientos compuestos son mezclas a base de polisacáridos y lípidos (Aguilar et al., 2020; Fernández et al., 2017). De esta manera se aprovechan mejor las propiedades funcionales y mecánicas que posee cada uno para la obtención de un recubrimiento con mejores características y efectos en el aumento de la vida útil del producto a recubrir, sin alterar sus propiedades organolépticas y nutricionales.

Recubrimientos comestibles usados en la conservación de frutas. Sus características

El uso de los recubrimientos comestibles elaborados a partir de fuentes naturales se ha incrementado, por representar una alternativa saludable y que ofrece valor agregado al producto final.

Las frutas frescas y las mínimamente procesadas han aumentado su mercado debido a la demanda de los consumidores. En su preparación, son sometidas a operaciones unitarias que para el caso de las de procesamiento mínimo incluyen selección, lavado, deshojado, pelado, cortado, centrifugado, entre otras y son higienizadas con hipoclorito de sodio para disminuir la carga microbiana presente. Esas operaciones alteran la integridad, seguridad, calidad y vida útil del fruto limitando su almacenamiento y

comercialización; los daños mecánicos que ocurren en los tejidos de las frutas producen degradación de la membrana que conduce a una disrupción celular, haciendo que el producto sea más susceptible al ataque de microorganismos (Dussan et al., 2023).

En ese sentido, la selección de un empaque adecuado que actúe como barrera protectora, para minimizar la pérdida de agua, facilitar el transporte, la manipulación y la temperatura de almacenamiento, son esenciales para mantener la calidad del alimento (Lima et al., 2019).

El aloe vera, por ejemplo, es un gel cuyo empleo se ha experimentado en la industria alimentaria (Velázquez y Guerrero, 2013). Se le atribuyen valores nutricionales y sensoriales como recubrimiento comestible para extender y mejorar la apariencia de frutas y hortalizas. Se ha utilizado como base de recubrimientos comestibles en uva de mesa, fresa, piña, kiwi, mango, manzana (Fakhreddin, 2020).

Muchos investigadores describen las características que poseen los diferentes tipos de recubrimientos comestibles. Osorio y Yáñez (2018) demostraron en sus estudios que los compuestos hidrocoloides, además de excelente barrera a los gases, especialmente al dióxido de carbono y al oxígeno, tienen como desventaja por su naturaleza hidrofílica, una menor resistencia al vapor de agua y afecta las propiedades mecánicas del recubrimiento. Además, coinciden en que los polisacáridos son los más utilizados porque tienen mejores propiedades en la formación de recubrimientos en comparación con las proteínas, que se utilizan en el recubrimiento de productos vegetales sin mucho éxito.

En las investigaciones sobre los recubrimientos lipídicos, se destaca no solo la reducción de la transpiración y de la deshidratación del alimento; también el brillo que confieren a las frutas, con la mejora de su aspecto, haciéndolos más apetecibles para los consumidores (Treviño, 2016).

A los recubrimientos compuestos se le atribuyen diversas propiedades (Adiletta et al., 2021). Se considera la más importante, la formación de una barrera de gas y vapor de agua, porque los componentes de la mezcla le otorgan al recubrimiento mejores capacidades mecánicas y funcionales. En la tabla 1 se presentan las características más relevantes de los tipos de recubrimientos comestibles usados en la industria alimentaria para la conservación de frutas.

Tabla 1. Características de los tipos de recubrimientos

Recubrimiento	Características	Autores
Hydrocoloides	<ul style="list-style-type: none"> • No son grasosos • Recubrimiento de bajas calorías • Extienden la vida útil de frutas sin riesgo de anaerobiosis • Excelente barrera frente a los gases • Bajo costo • Buenas propiedades mecánicas • No son tóxicos • Fácil adhesión a las superficies de frutas cortadas 	Adiletta, et al., 2021) (Ramírez, et al., 2021) (Mora et al., 2021) (Rosero et al., 2020) (Aguilar, 2020),
Lípidos	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente barrera al vapor de agua • Proporciona brillo al alimento • Reducen la transpiración, la deshidratación. • Reduce la abrasión en la manipulación posterior 	(Mora et al., 2021) (Rosero et al., 2020) (Aguilar, 2020),
Compuestos	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la apariencia del alimento • Aumenta el valor nutritivo y organoléptico de los alimentos tratados • Excelente barrera frente a gases (CO₂ y O₂) y vapor de agua • Mejora la resistencia mecánica • Posee una buena cohesión estructural 	(Mora et al., 2021) (Rosero et al., 2020)

Aplicación de recubrimientos comestibles como alternativa en la conservación de frutas

Los recubrimientos comestibles han demostrado poder aumentar la estabilidad de frutas frescas y mínimamente procesadas. Ya se han descrito las virtudes de las biopelículas y sus efectos en la etapa poscosecha, junto a la cualidad de ser seguras y amigables con el medio ambiente por su naturaleza biodegradable (Aguilar et al., 2020).

Se reconoce su valor para la conservación en estado natural de las frutas climatéricas, que continúan su etapa de maduración después de la cosecha. El etileno liberado

acelera la maduración y acorta la vida útil de la fruta; precisamente las películas y recubrimientos comestibles tratan de controlar la transferencia de gases (O₂, CO₂ y etileno), aromas y aceites del interior del alimento, así evitan la pérdida de firmeza y humedad y controlan la maduración y tasa de respiración, de esta forma preservan la calidad e incrementa la vida de anaquel y seguridad del fruto (Aguilar et al., 2020; Fakhreddin, 2020; Adiletta et al., 2021).

Al respecto, González et al. (2017) demostraron que el uso de Goma Gelana y plastificantes utilizando el mismo método de inmersión puede limitar el crecimiento de microorganismos y reducir la pérdida de firmeza, humedad y evitar cambios importantes en el pH.

Ramírez et al. (2021) emplearon diferentes formulaciones de mucilago de café (*Coffea arabica*) y gelatina, en la conservación de manzanas (*Malus domestica*, “Red Delicious”), las frutas se recubrieron a través del método de inmersión y observaron una reducción de la pérdida de peso; el control del aumento del °Brix, pH e índice de madurez y la disminución de la acidez, con la mejora de la calidad del producto tratado, el retraso de la maduración y deterioro de los mismos, preservando de tal forma sus atributos comerciales y alimenticios.

Recubrimientos comestibles formulados a partir de quitosano y gelatina de pescado como tratamientos poscosecha de guayabas almacenadas a diferentes temperaturas (10 y 23°C), mostraron que estos recubrimientos conservan las características de calidad de los frutos de guayaba el doble de tiempo en comparación con los frutos no recubiertos, disminuyendo la pérdida de peso de los frutos (Castelo et al., 2022).

En la tabla 2 se presentan ejemplos de recubrimientos comestibles utilizados en la conservación de algunas variedades de frutas climatéricas, sus componentes y los efectos que provocan en las frutas.

Tabla 2. Recubrimientos comestibles aplicados a frutas climatéricas.

Fruta	Componente de Recubrimiento	Efecto	Referencia
Ciruela (<i>Prunus salicina</i> L.)	0.5% Mucílago, 0.5% Grenetina y 0.5% Cera de abeja, temperaturas 1°C.	Preserva la calidad postcosecha del fruto, reduce de manera significativa la pérdida de peso, pérdida de firmeza, intensidad respiratoria y efectos de daños por frío.	(Salinas et al., 2022)
Fresa (<i>Fragaria x ananassa</i>)	Goma gelana	Disminuyen la pérdida de peso del fruto, el crecimiento microbiano y mejoran la firmeza de las rodajas de fresas.	(González, Morón y Pérez, 2022)
Aguacate (<i>Persea</i>)	Extracto etanólico de propóleo (EEP)	Ralentiza la actividad respiratoria del fruto, evita la pérdida de peso, producción de CO ₂ y el potencial de	(Mendoza et al., 2023)

americana)

hidrógeno.

Lulo, naranjilla o tomate chileno (<i>Solanum quitoense</i>)	Formulación a base de polisacáridos (pectina 50 % y gelatina 50%)	Reducción de la pérdida de peso y mantiene la firmeza del fruto.	(Benavides et al., 2023)
--	---	--	--------------------------

Las frutas no climatéricas son las que se recolectan de las plantas al final del período de maduración. Para conservar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas es necesario colocar un recubrimiento comestible que facilite la conservación para evitar pérdidas durante la manipulación.

El uso de los recubrimientos y películas comestibles, para evitar las pérdidas postcosecha en cítricos, aumentó por sus ventajas ambientales favorables frente a los recubrimientos sintéticos y por las evidencias que señalan que minimizan las reacciones metabólicas, evitan la deshidratación de las frutas, minimizan la aparición de manchas en la piel y la pérdida de peso, además prolongan la vida postcosecha de la fruta manteniendo su apariencia (Fernández et al, 2017).

Martínez et al. (2020) utilizaron un recubrimiento a base de hidroxilpropil metilcelulosa como hidrocoloide y cera de abeja como lípido, formuladas con aditivos alimentarios, y luego de 15 días de incubación determinaron que los recubrimientos formulados con sales sorbato potásico (2%), benzoato sódico (2%) y silicato (2%) fueron los más efectivos para garantizar la calidad de la mandarina.

La aplicación de los recubrimientos a base de cera de abeja contribuyó a mantener la calidad de los higos variedad "Mission" evitando su deshidratación. A temperatura ambiente la formulación de 50% cera de abeja y 50% aceite de canela permitió alargar hasta 10.2 días la vida útil del fruto fresco. Mientras que en refrigeración a 5°C las cubiertas aplicadas lograron aumentar a 23.7 días en promedio la vida útil con el tratamiento 75% aceite de canela, 25% cera de abeja y 0.5 g pectina. Estos resultados sugieren que los recubrimientos comestibles a base de cera de abeja pueden ser una buena alternativa para conservar la calidad de los frutos de higo en postcosecha. El incremento en la vida de anaquel de frutos muy perecederos como el higo, favorece su aprovechamiento y distribución en el mercado, evitando desperdicios y pérdidas económicas (Ruíz et al., 2022).

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

Tabla 1. Recubrimientos comestibles aplicados a frutas no climatéricas.

Fruta	Componente de Recubrimiento	Efecto	Referencia
Pitahaya (<i>Selenicereus undatus</i>)	Quitosano y ácido acético glacial	Ayuda en la conservación de la pitahaya amarilla, conservando su color, peso y firmeza.	(Cruz Mantilla, 2018)
Fresa (<i>Fragaria ananassa</i> cv. Albion)	Aceites esenciales de <i>Cymbopogon citratus</i> (0,001%)	Eficaz para mantener la calidad de la fruta después de la cosecha.	(Rosales et al., 2019)
Mora negra (<i>Morus nigra</i> L.)	Formulación aceite, cera de abejas y gelatina	Disminuye la velocidad de deterioración y mantiene la calidad del fruto poscosecha por 8 días	(Memete et al., 2022)
Piña (<i>Ananas comosus</i>)	Gel de aloe vera y aceite vegetal de canola	Extender y mejorar la apariencia de frutas y hortalizas. Efecto positivo en los parámetros de pH, firmeza, atributos sensoriales y microbiológicos.	(Dussán et al., 2023)

Consideraciones finales

Los recubrimientos comestibles se clasifican en tres tipos según su naturaleza, a saber, hidrocoloides, lípidos y compuestos, siendo este último el más utilizado para la conservación de alimentos, ya que aporta mejores propiedades mecánicas, nutricionales y de barrera a los alimentos.

Los recubrimientos comestibles muestran excelentes propiedades para proteger la fruta. Destacan que no afectan las propiedades organolépticas de los alimentos, son una excelente barrera a los gases y al vapor de agua, por lo que prolongan la vida de la fruta. Por añadidura, al ser productos biodegradables, no contaminan el medio ambiente y son inofensivos para los consumidores.

La inmersión resulta ser el proceso más común para la aplicación de recubrimientos comestibles en la industria alimenticia, con esta tecnología se puede cubrir toda la superficie de la fruta y es uno de los procesos más económicos.

Referencias

- Adiletta, G., Di Matteo, M., & Petriccione, M. (2021). Multifunctional role of chitosan edible coatings on antioxidant systems in fruit crops: a review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22 (2633), 2-18. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/ijms22052633>
- Aguilar Duran, J.A., García León, I., Quiroz Velásquez, J.D.C (2020). Alargamiento de la vida de anaquel de las frutas por el uso de biopelículas. *Revista Boliviana de Química*, 37(1), 40-45.
- Banco Asiático de Desarrollo (2019). *Dysfunctional horticulture value chains and the need for modern marketing infrastructure: the case of Viet Nam*. Mandaluyong (Filipinas). Recuperado de www.adb.org/publications/dysfunctional-horticulturevalue-chains-viet-nam
- Banco Mundial (2021). *Needed: A Climate-Smart Food System That Can Feed 10 Billion*. Banco Mundial. Washington, D.C. Recuperado de www.worldbank.org/en/news/feature/2021/09/22/needed-a-climate-smart-food-systemthat-can-feed-10-billion
- Bell, C., Latu, C., Coriakula, J., Waqa, G., Snowdon, W. y Moodie, M. (2020). Fruit and vegetable import duty reduction in Fiji to prevent obesity and non-communicable diseases: a case study. *Public Health Nutrition*, 23(1), 181-188. Recuperado de <https://doi.org/10.1017/S>
- Benavides, J. F., Bastidas, A. P., López, D. F. y Osorio, O. (2023). Efecto de diferentes formulaciones de recubrimiento con proporción de mezcla polisacárido/proteína para la conservación de lulo (*Solanum quitoense* L). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(1), e2857. Recuperado de https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_num1_art:2857
- Castelo, A. G., Velázquez, G., Soriano, A. A., Jiménez, E. J. y Aguirre, R. Y. (2022). Conservación poscosecha de guayaba empleando un recubrimiento comestible de quitosano-gelatina. *Rev. Cienc. Agron. Apl. Biotecnol.*, 2, 50-57.
- 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* (tesis de pregrado). Universidad de los Andes, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/1992/38997>
- Dussan, S., Barragán, S. D. y Buitrago, E. M. (2023). Efecto de un recubrimiento comestible a base de aloe vera en piña (*Ananas comosus*) Oro Miel mínimamente procesada. *Información Tecnológica*, 34(1), 11-20. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642023000100011>
- Fakhreddin Salehi (2020). Edible coating of fruits and vegetables using natural gums: a review. *International Journal of Fruit Science*, 20, sup2, S570-S589. Recuperado de <http://doi.org/10.1080/15538362.2020.1746730>

- Falconi, J. F. (2019). *Empleo de Recubrimiento comestibles en la conservación de Fragaria x Ananassa (Fresa)*. Ecuador: Escuela Politécnica de Chimborazo.
- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF (2022). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022. Adaptación de las políticas alimentarias y agrícolas para hacer las dietas saludables más asequibles*. Roma, FAO. Recuperado de <https://doi.org/10.4060/cc0639es>
- Fernández Valdés, D., Bautista Baños, S., Fernández Valdés, D., Ocampo Ramírez, A., García Pereira, A. y 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. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v24n3/rcta08315.pdf>
- Fernández, N., Echeverría, D., Silvio , M. y Paz, S. (2017). Estado actual del uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 15(2), 134-141. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1692-35612017000200015&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- González, R., Morón, L. B. y Pérez, J. (2022). Recubrimientos a base de goma gelana de bajo acilo conteniendo α -pineno y extracto de arándano para la conservación de la calidad poscosecha de fresas. *Información Tecnológica*, 33(5), 93-102.
- González, R., Pérez, J. y Gelvez, V. (2017). Incremento en la vida útil post cosecha del aguacate (*Persea americana*) utilizando recubrimientos a base de goma gelana. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 20(1), 101-110. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262017000100012&lng=en&tlng=es
- Kumar, A., Kumar, S. y Bhatnagar, T. (2018). Studies to enhance the shelf life of tomato using aloe vera and neem based herbal coating. *Journal of Postharvest Technology*, 6(2), 21-28.
- León, E. G., Janampa, C., Cáceres, C., Giu, C., Ruiz, P., Challco, M., Casas, A. y Malnati, M. (2021). Efecto de recubrimientos comestibles en la calidad del ají jalapeño (*Capsicum annuum*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 22(2), 202-211. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81369610007>
- Lima, P. C. C., De Souza, B. S. y Fyfe, S. (2019). Influence of storage temperature and different packaging on the physicochemical quality of fresh-cut 'Perola' pineapple. *Idesia*, 37(2), 13–19. Recuperado de <https://doi.org/10.4067/S0718-34292019000200013>
- Martínez, V., Perez, M. y Pallou, L. (2020). Desarrollo de un nuevo recubrimiento comestible antifúngico para los cítricos. *Especial Frescos*, 517, 22-24.

- Memete, A.R., Teusdea, A.C., Timar, A.V., Vuscan, A.N., Mintas, O.S., Cavalu, S. y Vicas, S.I. (2022). Effects of Different Edible Coatings on the Shelf Life of Fresh Black Mulberry Fruits (*Morus nigra* L.). *Agriculture*, 12, 1068. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/agriculture12071068>
- Mendoza, M., Zavala, R., Toala, D., Dueñas, J. P., Matute, M. E. y Dueñas, A. A. (2023). Extracto etanólico de propóleo como recubrimiento antioxidante en aguacates: una revisión. *Revista Centro Azúcar*, 50(1), (e1001).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2020). *Ecuador es el país socio de la Fruit Logística 2020*. Ecuador: Gobierno del Ecuador. Recuperado de <https://www.agricultura.gob.ec>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G. y PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), 1006–1012. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.005>
- Mora, R., Feregrino, A. y Contreras, M. (2021). Recubrimientos comestibles para extender la vida de anaquel de productos hortofrutícolas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5, (4), 4605. Recuperado de https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.644
- ONU-Nutrición. (2021). *El papel de los alimentos acuáticos en dietas saludables sostenibles*. Recuperado de https://www.unnutrition.org/wp-content/uploads/Aquatic-foods-and-SHD- Paper_SP.pdf
- Osorio, N. M. y Yáñez, M. E. (2018). *Obtención de un recubrimiento comestible a base de mucílago de nopal (Opuntia spp.) y aceite esencial de romero (Rosmarinus officinalis)* (tesis de grado inédita). Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador.
- Ramírez, M. E., Troyes, W., Diaz, O. W. y Riojas, M. A. (2021). Recubrimiento comestible a partir del mucílago del café (*Coffea arabica*) para la conservación de manzanas. *Revista Pakamuros*, 9(4), 01-14.
- Rosales da Silva, T. K., Hitz, D., Maia, A. J., Novello, D., Schwarz, K. y do Amaral Jardimetti, V. (2019). Aplicación de los aceites esenciales de *Cymbopogon citratus* para la conservación de *Fragaria ananassa* después de la cosecha convencional. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 24(2), 1-11.
- Rosero, A., Espinoza, P. y Fernández, L. (2020). Recubrimientos comestibles con materiales micro/nanoestructurados para la conservación de frutas y verduras: una revisión. *Infoanalítica*, (Número especial).
- Ruíz, Y., García, J. G. y Ramos, J. A. (2022). Evaluación de recubrimientos comestibles en la vida postcosecha del Higo (*Ficus carica* L.) variedad “Black Mission”. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 23(1), 19-25. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81371861002>

- Salinas, V. M., Trejo, M. A., Lira, A. A. y Pascual, S. (2022). Aplicación de recubrimientos comestibles a base de mucílago de nopal, grenetina y cera de abeja en ciruela almacenada en refrigeración. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 23(2), 182-192. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81373798008>
- Shit, S. C. y Shah, P. M. (2014). Edible Polymers: Challenges and Opportunities. *Journal of Polymers*, 1-13. Recuperado de <https://doi.org/10.1155/2014/427259>
- Statista (2023). *Frutas: producción mundial 2000-2021*. Recuperado de <https://es.estadista.com>
- Treviño, 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. *RESMA*, 3(2). Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Vázquez, M. C. y Guerrero, J. A. (2013). Recubrimiento de frutas con biopelículas. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 5–14. Recuperado de <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014>