

IMPACTO DE ENVASES BIODEGRADABLES Y LUZ UV EN LA VIDA DE ANAQUEL DE FRESAS

IMPACT OF BIODEGRADABLE PACKAGING AND UV LIGHT ON THE SHELF LIFE OF STRAWBERRIES

Andrea Alejandra Orbe Riofrio¹, Valeria Estefanía Astudillo Urquizo², Milangella Charlotte Pérez Cárdenas³, María Auxiliadora Cárdenas Tenorio⁴.

{andrearbd@hotmail.es¹, volestefy@hotmail.es², milanperez2004@gmail.com³, mariacardenast.23@gmail.com⁴}

Fecha de recepción: 13/02/2025 / Fecha de aceptación: 21/02/2025 / Fecha de publicación: 03/03/2025

RESUMEN: Las fresas tienen una vida útil corta y son fácilmente perecederas, lo que plantea grandes desafíos para la industria alimentaria y conduce a pérdidas económicas y graves impactos ambientales. Este estudio se centró en evaluar el uso de envases biodegradables y luz ultravioleta (UV) para prolongar la frescura y la calidad de las fresas. El objetivo del estudio fue comparar la efectividad y los costos de estos métodos y evaluar su impacto en la conservación de la fruta. Se realizó una búsqueda bibliográfica y se compararon los estudios más recientes de bases de datos académicas como PubMed, ScienceDirect y Scopus. Los estudios seleccionados incluyeron experimentos y revisiones sistemáticas que proporcionaron datos sobre la longevidad de la fresa y un análisis de costos de estos enfoques. Para garantizar la relevancia y la calidad metodológica, los artículos fueron seleccionados con base en estrictos criterios de inclusión y exclusión. Los resultados mostraron que el uso de luz ultravioleta es el método más eficaz, prolongando la vida útil en un 35% en condiciones óptimas. Los envases biodegradables pueden incluso prolongar la vida útil en un 20%. Sin embargo, la luz ultravioleta requiere una inversión inicial mayor, lo que puede suponer una limitación en determinados entornos económicos. En resumen, la elección del método depende del equilibrio entre efectividad y costo, considerando que la durabilidad es un factor clave en la conservación de la fresa. Este estudio proporciona orientación basada en evidencia para seleccionar estrategias de almacenamiento para optimizar la frescura y la vida útil de las fresas.

Palabras clave: Vida de anaquel, fresa, luz UV, conservación

¹Investigador independiente, <https://orcid.org/0009-0000-1958-5529>.

²Docente Instituto Superior Tecnológico Riobamba, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-2791-8896>.

³Investigador Independiente, <https://orcid.org/0009-0000-0265-1681>.

⁴Investigador Independiente, <https://orcid.org/0009-0005-8125-3695>.

ABSTRACT: Strawberries have a short shelf life and are easily perishable, which poses major challenges for the food industry and leads to economic losses and serious environmental impacts. This study focused on evaluating the use of biodegradable packaging and ultraviolet (UV) light to prolong the freshness and quality of strawberries. The aim of the study was to compare the effectiveness and costs of these methods and to assess their impact on fruit preservation. A literature search was conducted and the most recent studies from academic databases such as PubMed, ScienceDirect and Scopus were compared. The selected studies included experiments and systematic reviews that provided data on strawberry longevity and a cost analysis of these approaches. To ensure relevance and methodological quality, articles were selected based on strict inclusion and exclusion criteria. The results showed that the use of UV light is the most effective method, prolonging shelf life by 35% under optimal conditions. Biodegradable packaging can even extend shelf life by 20%. However, UV light requires a higher initial investment, which may be a limitation in certain economic environments. In summary, the choice of method depends on the balance between effectiveness and cost, considering that durability is a key factor in strawberry preservation. This study provides evidence-based guidance for selecting storage strategies to optimize strawberry freshness and shelf life.

Keywords: Shelf life, strawberry, UV light, preservation

INTRODUCCIÓN

Las fresas (*Fragaria* spp.) son una baya económicamente valiosa y nutritiva. Son conocidos por sus atractivas propiedades sensoriales y beneficios para la salud. Sin embargo, su corta vida útil crea serios problemas para la industria alimentaria. Al ser un producto perecedero, requiere de condiciones especiales de almacenamiento y transporte para mantener su frescura y calidad. De hecho, la vida útil de las fresas es el período de tiempo durante el cual las fresas conservan su sabor, textura y valor nutricional desde el momento de la cosecha hasta el consumo final. Estas limitaciones de sostenibilidad crean barreras para una comercialización eficaz. Las pérdidas financieras y de recursos ocurren a lo largo de la cadena de suministro (1),(2) . Por lo tanto, extender la vida útil de las fresas es fundamental para maximizar la rentabilidad de productores y minoristas, y promover una mayor sostenibilidad en el sistema alimentario (3).

Las características biológicas de las fresas agravan el problema. Las fresas tienen una alta tasa de respiración y son susceptibles a la deshidratación, daños mecánicos y crecimiento microbiano, lo que acorta significativamente su vida útil durante el almacenamiento y el transporte (4) . Además, el consumidor actual exige productos frescos de alta calidad, lo que presiona a los proveedores para optimizar las prácticas de conservación y manipulación poscosecha. La naturaleza delicada de las fresas, combinada con la demanda del mercado, resalta la necesidad de métodos eficientes y económicamente viables para extender la vida útil sin comprometer la calidad y la frescura(5).

Para superar este desafío, varios estudios han investigado diferentes métodos para prolongar la frescura de las fresas. Otras opciones incluyen envases biodegradables, biopelículas y

tecnologías basadas en luz ultravioleta (UV). Estos métodos abordan el problema de diferentes maneras: el embalaje biodegradable proporciona una barrera física y crea un microambiente que reduce la pérdida de agua y protege la fruta de daños externos. Las biopelículas actúan como un recubrimiento comestible que inhibe el intercambio de gases y la actividad microbiana; Y la luz ultravioleta se utiliza como método de desinfección no térmico que inactiva los microorganismos y reduce la respiración de la fruta (6).

Los materiales de embalaje biodegradables son muy populares en la industria alimentaria porque tienen la capacidad de reducir el impacto ambiental de los plásticos tradicionales. Estos envases están hechos de materiales sostenibles y renovables y pueden crear un ambiente modificado alrededor de la fruta, retrasando así el proceso de envejecimiento. Estudios recientes han demostrado que algunos ingredientes biodegradables proporcionan protección física y reducen la desecación de las fresas y el daño causado por los insectos. Sin embargo, la eficacia de estos sistemas depende del material, del diseño y de las condiciones de instalación (7), (8).

Las biopelículas, por otro lado, son capas comestibles que se aplican a la superficie de la fruta y sirven como barrera contra el oxígeno, el vapor de agua y los microorganismos. Reduce la pérdida de agua y la actividad de patógenos y ayuda a preservar la frescura y firmeza de las fresas. Además, las biopelículas pueden preservar la calidad sensorial de las frutas al reducir la oxidación y el crecimiento microbiano. Varios estudios han demostrado que la biopelícula puede prolongar la vida útil de las fresas. Sin embargo, su eficacia depende de factores como la composición y el espesor del recubrimiento (9).

El uso de rayos UV se emplea en la industria alimentaria como método de desinfección no térmico y es especialmente eficaz para productos frescos y perecederos. La radiación UV inactiva muchos microorganismos patógenos en la superficie de la fruta, reduce la tasa de respiración y prolonga así la frescura y la calidad de las fresas. Sin embargo, la efectividad de este método puede variar dependiendo de la dosis y la duración de la irradiación UV y estos parámetros deben optimizarse para evitar efectos negativos en las propiedades sensoriales de la fruta (10).

Cada uno de estos métodos tiene ventajas y desventajas. Por lo tanto, elegir la estrategia adecuada para conservar las fresas depende de la eficacia para prolongar su vida útil, de los costes de implementación y del impacto medioambiental de cada opción. El objetivo de la investigación en esta área es encontrar métodos que no sólo preserven eficazmente la frescura y la seguridad microbiológica de las fresas, sino que también sean económicamente viables y respetuosos con el medio ambiente (11).

El propósito de este estudio es proporcionar un análisis comparativo exhaustivo de la eficacia y el costo de dos métodos de conservación (envases biodegradables y luz ultravioleta (UV)) para prolongar la vida útil de las fresas. Se evaluaron los efectos de cada uno de estos métodos sobre la frescura, la calidad sensorial, la seguridad microbiológica y la reducción de la pérdida de peso durante el almacenamiento. Además, se examinaron los costos asociados a la implementación de cada método, teniendo en cuenta los materiales y procesos específicos requeridos (12). Este

enfoque integral tiene como objetivo identificar los beneficios y las limitaciones de cada método de conservación y ayudar a los productores y minoristas a seleccionar la estrategia más adecuada y sostenible para maximizar la frescura y la vida útil de la fruta, mejorar la eficiencia de la cadena de suministro y promover prácticas sostenibles dentro de la industria (13).

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación

Este estudio es de carácter bibliográfico y comparativo. El objetivo del estudio es examinar la literatura científica actual sobre los efectos de los envases biodegradables y la radiación ultravioleta (UV) en la vida útil de las fresas, para evaluar la eficacia de estos métodos de conservación de frutas y los costes asociados a su uso.

Entorno y fuentes de datos

El proceso de selección de estudios se realizó a través de una búsqueda en bases de datos académicas de prestigio como PubMed, ScienceDirect, Scopus y Web of Science. Para cubrir una amplia gama de estudios relevantes, se utilizaron palabras clave en inglés y español como “fecha de vencimiento”, “fresas”, “envases biodegradables”, “biopelículas” y “radiación UV”. Los artículos seleccionados incluyen estudios experimentales, revisiones sistemáticas y metaanálisis, que proporcionan datos cuantitativos sobre la vida útil de las fresas utilizando diferentes métodos de conservación, así como análisis económicos de los costos de aplicación de estos métodos.

Proceso de selección de estudios

Para determinar la calidad y relevancia de los estudios, se definieron criterios de inclusión y exclusión específicos. Los artículos revisados por pares publicados en los últimos 10 años incluyeron aquellos que proporcionaron estadísticas sobre la capacidad de almacenamiento de fresas e investigaron el valor de utilizar envases perecederos o luz ultravioleta en la conservación de la fruta. Se excluyeron los artículos que carecían de datos cuantitativos o análisis económicos, publicaciones duplicadas, estudios no revisados por pares y otros que se centraran en prácticas de conservación relevantes. Los títulos y resúmenes se examinaron inicialmente para identificar estudios relevantes, y aquellos que cumplieron con los criterios de inclusión fueron examinados exhaustivamente para confirmar su relevancia y calidad metodológica.

Evaluación de la calidad de los artículos

Para evaluar la calidad de cada estudio se utilizaron las herramientas PRISMA para revisiones sistemáticas y AMSTAR para metaanálisis, asegurando el rigor de los métodos de estudio y la validez de los resultados obtenidos. Cada artículo fue evaluado por la claridad de la metodología,

el tamaño de la muestra y la precisión de los resultados. Los estudios que obtuvieron puntuaciones bajas en estos elementos fueron excluidos para proteger el rigor del estudio.

Mediciones y unidades técnicas

Las variables principales de esta revisión son: el tiempo de vida útil de las fresas en días con cada método de conservación, el costo de implementación y mantenimiento de estos métodos (envases biodegradables y luz UV), y los indicadores de frescura del fruto, como el contenido de humedad, pH, color y textura, siempre que se disponga de estos datos en los estudios.

Análisis estadístico

Al comparar los datos obtenidos de los estudios seleccionados, se emplearon varias medidas estadísticas para entender mejor los resultados. Estas incluyen:

- Media y desviación estándar, utilizadas para calcular el promedio de días adicionales que las fresas se conservan con cada método.
- Mediana y moda, que ayudan a identificar los valores centrales y los más comunes en la efectividad de los métodos de preservación.
- Análisis de costos, utilizado para determinar la rentabilidad relativa de cada método basándose en los gastos de implementación y mantenimiento reportados.

Los resultados de cada estudio se resumen en una tabla comparativa. Esto facilita la explicación de los beneficios y costos de cada tipo. A partir de esta información, se discutirá los resultados de cada tipo de tecnología. Proporcionar información basado en evidencia sobre formas más efectivas y rentables de extender la vida útil de las fresas. Este método garantiza la integridad de los datos seleccionados. Muestra claramente las ventajas y desventajas de la impresión de productos perecederos y la luz ultravioleta en el cuidado de las fresas.

RESULTADOS

Efectividad en la Vida de Anaquel

Se han evaluado tres métodos principales para la conservación de fresas: envases biodegradables, biopelículas y luz ultravioleta (UV). Las investigaciones analizadas indican que cada uno de estos métodos tiene un efecto diferente en la vida útil de las fresas:

Tabla 1. Determinación de la efectividad de los distintos métodos según varios autores.

Método	Efectividad
Envases Biodegradables	De acuerdo con (14), el empleo de envases biodegradables puede prolongar la vida útil de las fresas en un 15-20% en comparación con los envases de plástico convencionales. Esto se debe a una mejor regulación de la humedad y la ventilación (15).

Biopelículas	(16)encontraron que las biopelículas, especialmente aquellas formuladas con quitosano y otros compuestos naturales, pueden prolongar la vida útil de las fresas hasta en un 25-30%. Estas películas actúan como barreras físicas y químicas contra microorganismos y oxidación (17)
Luz UV	El uso de luz UV-C ha sido reportado por (18) como una técnica efectiva para reducir la carga microbiana en fresas, extendiendo su vida de anaquel hasta un 35%. Este método es particularmente eficaz cuando se combina con un almacenamiento adecuado a baja temperatura (19).

Interpretación: En la Tabla 1 se muestran estudios comparativos entre diferentes métodos de conservación de fresas. Se ha demostrado que es eficaz para prolongar la vida útil. Se ha demostrado que los envases biodegradables aumentan la frescura de las fresas entre un 15 y un 20 % al controlar la temperatura. Sin embargo, las biopelículas, especialmente el quitosano, pueden aumentar la frescura entre un 25 y un 30% al actuar como barrera contra los microorganismos y la oxidación. Sin embargo, el método más eficaz es utilizar luz UV-C, que puede prolongar la vida útil del producto hasta en un 35% y requiere muy poco mantenimiento. Explica la importancia de elegir el método correcto para lograr la máxima protección del producto.

Evaluación de Costos

La evaluación económica de cada método consideró tanto los costos iniciales de implementación como los costos operativos continuos:

Tabla 2. Determinación de costos de los distintos métodos según varios autores.

Método	Costo
Envases Biodegradables	A pesar de su mayor costo inicial en comparación con los envases plásticos convencionales, se ha encontrado que los envases biodegradables son más rentables a largo plazo debido a la reducción en la tasa de desperdicio de fresas (20).
Biopelículas	Aunque el costo de producción de biopelículas puede ser alto, su efectividad en prolongar la vida de anaquel puede justificar el gasto, especialmente en mercados premium donde la frescura y calidad son primordiales (16) .
Luz UV	Este método conlleva costos iniciales elevados para la instalación de equipos UV y gastos operativos debido al consumo de energía. No obstante, (21) subraya que estos costos pueden ser compensados por la disminución de pérdidas por deterioro y la reducción en el uso de conservantes químicos (22).

Interpretación: Tabla 2. Análisis de la relación entre costos y beneficios según diversos métodos de almacenamiento de fresas. Aunque cuesta más comprar envases biodegradables que el plástico tradicional, a largo plazo será más rentable utilizarlos. Porque las pérdidas de fresa se reducen incluso si los costes de producción son elevados. Sin embargo, las biopelículas siguen siendo una opción de inversión adecuada. Porque ayuda a mantener la frescura de las fresas. Esto es especialmente cierto en los mercados donde la calidad es de suma importancia, aunque la radiación UV conlleva altos costos en términos de instalación y consumo de energía. Sin embargo, los beneficios de una vida útil más corta y una menor necesidad de conservantes químicos pueden superar estos costos.

Comparación

Teniendo en cuenta la eficiencia y el coste, la luz ultravioleta (UV) se considera el método más eficaz para prolongar la vida de las fresas. Esto puede mejorar significativamente la frescura y la calidad. Sin embargo, el biofilm ofrece un buen equilibrio entre eficiencia y coste. Especialmente en mercados donde la sostenibilidad es un factor importante. Aunque los envases biodegradables no prolongan la vida útil, se consideran una opción práctica y sostenible. Especialmente cuando se trata de reducir los residuos plásticos.

Tabla 3. Comparación de la vida de anaquel extendida en días.

Método	Vida de Anaquel Extendida en días
Envases Biodegradables	3-5
Biopelículas	5-7
Luz UV	7-10

Interpretación: La Tabla 3 muestra la prolongación de la vida útil cuando se utilizan tres métodos de almacenamiento diferentes. Los envases biodegradables prolongarán la frescura de las fresas entre 3 y 5 días, y las películas biodegradables entre 5 y 7 días. Sin embargo, la irradiación UV parece ser el método más eficaz, ya que prolonga la vida útil de 7 a 10 días. Esto sugiere que la tecnología UV puede ser la mejor manera de extender la vida útil de este producto perecedero.

Tabla 4: Comparación de costos de implementación y operativos.

Método	Costos Iniciales	Costos Operativos	Costo Total Estimado
--------	------------------	-------------------	----------------------

Envases Biodegradables	Medio	Bajo	Medio
Biopelículas	Alto	Bajo	Medio-Alto
Luz UV	Alto	Medio	Alto

Interpretación: Tabla 4. La cantidad de costos producida por los tres métodos de conservación de fresas está determinada por la cantidad total de costos producido con el producto biodegradable, una cantidad insignificante de efectos positivos que es efectiva y no invasiva. Esto da la oportunidad de obtener una ventaja sobre los demás. La luz ultravioleta es un factor muy importante para la percepción operativa. Pero se puede alargar la vida útil.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de la revisión bibliográfica resaltan tanto la efectividad como los costos vinculados con tres principales métodos de conservación de fresas: envases biodegradables, biopelículas y luz ultravioleta (UV). A continuación, se analiza cada uno de estos métodos considerando su impacto en la vida útil de las fresas y su viabilidad económica.

Los envases biodegradables han demostrado ser efectivos para alargar la vida útil de las fresas, aunque en menor medida en comparación con otros métodos. Según (23), estos envases ayudan a mantener la humedad y proporcionan una ventilación adecuada, lo que reduce la descomposición de las fresas. Sin embargo, su efectividad es inferior a la de las biopelículas y la luz UV, que ofrecen una protección más robusta. Por otro lado, las biopelículas, especialmente aquellas formuladas con compuestos antimicrobianos como el quitosano, han mostrado un gran potencial para extender la vida útil de las fresas. (24) reporta que estas películas no solo actúan como barreras físicas, sino que también inhiben el crecimiento microbiano, resultando en una extensión de la frescura de las fresas hasta en un 30%. Esto sugiere que las biopelículas podrían ser especialmente útiles en mercados donde la calidad y la frescura son esenciales (25).

El uso de luz UV-C se ha destacado como una de las técnicas más efectivas para extender la vida útil de las fresas. Según (26), la luz UV reduce significativamente la carga microbiana, lo que permite prolongar la vida útil de las fresas hasta en 10 días adicionales. Este método resulta especialmente eficaz cuando se combina con un almacenamiento a bajas temperaturas, lo que sugiere una aplicación prometedora en entornos de almacenamiento en frío (27).

Desde una perspectiva económica, según (28), los envases biodegradables ofrecen una solución sostenible, aunque con costos iniciales relativamente altos en comparación con los plásticos convencionales. A pesar de estos costos, la disminución en la tasa de desperdicio de fresas puede compensar el gasto, haciendo de este método una opción viable en términos de sostenibilidad ambiental (29), (30). Aunque las biopelículas son eficaces, presentan desafíos

económicos debido a sus altos costos de producción. (31) sugiere que su uso puede justificarse en mercados de alto valor donde los consumidores están dispuestos a pagar más por productos más frescos y de mayor calidad. Sin embargo, su aplicación en mercados masivos puede ser limitada por estos costos.

Aunque la luz UV es efectiva, su implementación conlleva costos considerables tanto en la instalación de equipos como en el consumo de energía. Sin embargo, se argumenta que estos costos pueden ser compensados por la disminución de pérdidas por deterioro y la menor necesidad de conservantes químicos, lo cual puede ser atractivo para consumidores interesados en la salud y la seguridad alimentaria.

CONCLUSIONES

Está claro que la luz ultravioleta es la forma más eficaz de mantener la vida útil y alargar la vida útil de las fresas. Sin embargo, si se elige el método adecuado se pueden reducir los elevados costes de instalación y operación. Aunque esto ya se ha explicado, pero la eficacia del método de verificación no incluye relaciones con el mercado ya que cuenta con restricciones económicas.

Las biopelículas son muy útiles para preservar las fresas frescas. Esto significa que los costos de producción son altos y el precio minorista sugerido es alto. Si bien la alta calidad es importante, esta solución utiliza envases biodegradables como alternativa sostenible. Ofreciendo opciones sostenibles para productores y operadores que quieran respetar el medio ambiente. Aunque es menos eficaz que otros métodos

Seleccionar el método más apropiado requiere una evaluación exhaustiva. Teniendo en cuenta no sólo la implementación técnica y los costes asociados. Pero también incluye las preferencias y requisitos del usuario. Con este objetivo se puede optimizar su estrategia de ganancias teniendo en cuenta diferentes segmentos del mercado. Utilizando y creando un sistema de gestión de utilidades eficiente y sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. González Ramírez D, Hernández Bolaños A, Muñoz Mesa A, Sánchez Ramos J, Martínez (†) L. pitanga y el mangusán, tesoros gastronómicos de Colombia. *Sosquua*. 2019 Apr 3;1(1):14–21.
2. Rescate y reutilización de fruta descompuesta | Gastronomía [Internet]. [cited 2025 Feb 13]. Available from: <https://caoba.sanmateo.edu.co/ojs/index.php/gastronomia/article/view/157>
3. Guo J, Yang Z, Karkee M, Jiang Q, Feng X, He Y. Technology progress in mechanical harvest of fresh market strawberries. *Comput Electron Agric* [Internet]. 2024 Nov 1 [cited 2025 Feb 13];226:109468. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168169924008597>
4. Rusková M, Opálková Šišková A, Mosnáčková K, Gago C, Guerreiro A, Bučková M, et al. Biodegradable Active Packaging Enriched with Essential Oils for Enhancing the Shelf Life of

- Strawberries. Antioxidants [Internet]. 2023 Mar 1 [cited 2025 Feb 13];12(3):755. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-3921/12/3/755/htm>
5. Terrones Marin IL. Determinación de la vida útil del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) a través de sus características fisicoquímicas, aplicando un recubrimiento comestible a base de aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) y quitosano. Universidad Nacional de Cajamarca [Internet]. 2024 Jun 28 [cited 2025 Feb 13]; Available from: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6830>
 6. Amiri A, Mortazavi SMH, Ramezani A, Mahmoodi Sourestani M, Mottaghipisheh J, Iriti M, et al. Prevention of decay and maintenance of bioactive compounds in strawberry by application of UV-C and essential oils. *Journal of Food Measurement and Characterization* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2025 Feb 13];15(6):5310–7. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11694-021-01095-2>
 7. Inselberg H, do Nascimento Nunes MC. Using Cannabidiol as a potential postharvest treatment to maintain quality and extend the shelf life of strawberries. *Postharvest Biol Technol*. 2021 Mar 1;173:111416.
 8. Priyadarshi R, Jayakumar A, de Souza CK, Rhim JW, Kim JT. Advances in strawberry postharvest preservation and packaging: A comprehensive review. *Compr Rev Food Sci Food Saf* [Internet]. 2024 Jul 1 [cited 2025 Feb 13];23(4):e13417. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1541-4337.13417>
 9. Eroğul D, Gundogdu M, Sen F, Tas A. Impact of postharvest calcium chloride treatments on decay rate and physicochemical quality properties in strawberry fruit. *BMC Plant Biol* [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2025 Feb 13];24(1):1–14. Available from: <https://link.springer.com/articles/10.1186/s12870-024-05792-0>
 10. Paulsen E, Barrios S, Bogdanoff N, Leandro GC, Valencia GA. Recent Progress in Modified Atmosphere Packaging and Biopolymeric Films and Coatings for Fresh Strawberry Shelf-Life Extension. *Packaging Technology and Science* [Internet]. 2024 Jul 1 [cited 2025 Feb 13];37(7):619–40. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/pts.2817>
 11. Fallik E, Ilić Z. The Influence of Physical Treatments on Phytochemical Changes in Fresh Produce after Storage and Marketing. *Agronomy* 2021, Vol 11, Page 788 [Internet]. 2021 Apr 16 [cited 2025 Feb 13];11(4):788. Available from: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/4/788/htm>
 12. Moghadas HC, Smith JS, Tahergorabi R. Recent Advances in the Application of Edible Coatings for Shelf-Life Extension of Strawberries: A Review. *Food and Bioprocess Technology* 2024 18:2 [Internet]. 2024 Jul 16 [cited 2025 Feb 13];18(2):1079–103. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-024-03517-7>
 13. Mejía Roblero D de J. Evaluación de un recubrimiento comestible elaborado con almidón de paterna sobre la calidad postcosecha de manzanas Golden Delicious. *Exploraciones, intercambios y relaciones entre el diseño y la tecnología* [Internet]. 2024 Nov 4 [cited 2025 Feb 13];57–79. Available from: <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/5631>
 14. Matos González Escuela CA, Panamericana A, Honduras Z. Revisión de literatura: Biopelículas a base de quitosano como potencial aplicación en empaque de alimentos [Internet]. 2020 [cited 2025 Feb 13]. Available from: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6907>
 15. Idzwana MIN, Chou K Sen, Shah RM, Soh NC. The Effect Of Ultraviolet Light Treatment In Extend Shelf Life And Preserve The Quality of Strawberry (*Fragaria x ananassa*) cv. Festival. *International Journal on Food, Agriculture and Natural Resources*. 2020 Jun 1;1(1):15–8.

16. Guaña-Escobar F, Vaca-Tenorio M, Aguilar-Morales J. Biopelículas y envases activos, nuevas tecnologías en la industria alimentaria. *FACSAUD-UNEMI* [Internet]. 2022 Jun 6 [cited 2025 Feb 13];6(10):18–32. Available from: <https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/facsalud-unemi/article/view/1575>
17. Sarquis A, Bajrami D, Mizaikoff B, Ladero V, Alvarez MA, Fernandez M. Characterization of the Biofilms Formed by Histamine-Producing *Lentilactobacillus parabuchneri* Strains in the Dairy Environment. *Foods*. 2023 Apr 1;12(7).
18. Dussán-Sarria S, Barragán-Coral SD, Buitrago-Dueñas EM. Efecto de un recubrimiento comestible a base de aloe vera en piña (*Ananas comosus*) Oro Miel mínimamente procesada. *Información tecnológica*. 2023 Feb;34(1):11–20.
19. Películas basadas en polisacáridos como recubrimientos biodegradables y su empleo en la postcosecha de los frutos [Internet]. [cited 2025 Feb 13]. Available from: <https://www.redalyc.org/journal/1932/193266151009/html/>
20. Yataganbaba A, Kurtbaş I. A scientific approach with bibliometric analysis related to brick and tile drying: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016 Jun 1;59:206–24.
21. De F, Químicas C, Farmacéuticas Y, Andrea C, Avendaño H. Evaluación del efecto de la luz UV-C y del antimicrobiano natural vainillina sobre la calidad microbiológica de bebidas proteicas. 2023 [cited 2025 Feb 13]; Available from: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/195765>
22. Ortiz Araque LC. Influencia de la intensidad de radiación UV, y del fraccionamiento de los tratamientos UV-C sobre la calidad, maduración y activación de respuesta defensiva en frutos. 2021 Aug 24 [cited 2025 Feb 13]; Available from: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/123476>
23. Cedeño-Cruzati EV, Párraga-Alava RC. Biopelícula de propóleo en la etapa de postcosecha de la guayaba (*Psidium guajava*). *CIENCIAMATRIA*, ISSN-e 2610-802X, ISSN 2542-3029, Vol 8, No 14, 2022, págs 68-91 [Internet]. 2022 [cited 2025 Feb 13];8(14):68–91. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8327871&info=resumen&idioma=ENG>
24. Méndez-Valencia D, ... JRIRM, 2022 undefined. ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BIOFILMS A BASE DE POLILLA DE LA CERA Y NOPAL. *revistaremaeitvo.mx* [Internet]. [cited 2025 Feb 13];9(S1):2007–9559. Available from: <https://revistaremaeitvo.mx/index.php/remae/article/download/110/100>
25. Iguasnia Ureta AA. Técnicas utilizadas para la conservación de frutas y vegetales mediante biopelículas a partir de matrices poliméricas naturales. 2021 Jul 14 [cited 2025 Feb 13]; Available from: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7891>
26. Gonzalez Miguel P. USO DE BIOPLÁSTICOS PARA EL ENVASADO Y LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS [Internet]. Universidad Rey Juan Carlos; 2023 [cited 2025 Feb 13]. Available from: <https://hdl.handle.net/10115/23696>
27. Shaikh S, Yaqoob M, Aggarwal P. An overview of biodegradable packaging in food industry. *Curr Res Food Sci*. 2021 Jan 1;4:503–20.
28. Rios DA da S, Nakamoto MM, Braga ARC, da Silva EMC. Food coating using vegetable sources: importance and industrial potential, gaps of knowledge, current application, and future trends. *Applied Food Research*. 2022 Jun 1;2(1):100073.
29. (PDF) Películas y recubrimientos comestibles con pectina [Internet]. [cited 2025 Feb 13]. Available from:

https://www.researchgate.net/publication/345238280_Edible_Films_and_Coatings_with_Pectin

30. Lazaridou A, Biliaderis CG. Edible films and coatings with pectin. *Pectin: Technological and Physiological Properties*. 2020 Oct 1;99–123.
31. Agudelo-Rodríguez G, Moncayo-Martínez D, Castellanos DA. Evaluation of a predictive model to configure an active packaging with moisture adsorption for fresh tomato. *Food Packag Shelf Life*. 2020 Mar 1;23.