

Almidón como recubrimiento para alargar la vida de alimentos origen vegetal: una revisión

Starch as a coating to extend the shelf life of foods of plant origin: a review

Antonio de Jesus Cenobio-Galindo^{a*}, Karla Paola Vargas-Cazares^b, Israel Rodríguez-Peláez^a, Iridiam Hernández-Soto^a, Rafael Germán Campos-Montiel^a

Abstract:

Starch is one of the most abundant plant products on the planet, considered non-toxic and biodegradable, therefore, it is possible to use it to make various products, such as coatings, which are obtained in its native or modified form, are safe and economical, create a protective barrier between food and the environment, allowing their application in plant foods to have a lower respiration rate, less weight loss, retain their firmness, and maintain their organoleptic characteristics (smell, flavor, color). However, it is not only the coating, but it can also be improved by adding compounds with biological activity that provide benefits to food or health: antimicrobial agents, antioxidants, nutrients, flavorings, and colorings, among others, more research is still needed on the behavior and innovations that are being applied in the food industry.

Keywords:

Conservation; Shelf life; Bioactive compounds; Unconventional sources; Postharvest

Resumen:

El almidón es una de los productos vegetales más abundantes de la tierra, considerado no tóxico y biodegradable, gracias a esto es posible usarlo para realizar diversos productos, como recubrimientos, los cuales se obtienen de su forma nativa o modificada, son seguros y económicos, crean una barrera de protección entre el alimento y el ambiente, permitiendo su aplicación en alimentos vegetales tener una menor tasa de respiración, menor pérdida de peso, conservar su firmeza, y mantener por más tiempo sus características organolépticas (olor, sabor, color). Sin embargo, no solamente es el recubrimiento, también se pueden mejorar adicionando compuestos con actividad biológica que aporten beneficios al alimento o a la salud: agentes antimicrobianos, antioxidantes, nutrientes, saborizantes y colorantes, entre otros, aun hace falta más investigación acerca del comportamiento y las innovaciones que se están aplicando en la industria alimentaria.

Palabras Clave:

Conservación; Vida útil; Compuestos bioactivos; Fuentes no convencionales; Poscosecha

1. Introducción

De acuerdo con la información de la Organización de las Naciones Unidas el último dato arrojó que el 15 de noviembre de 2022 la población mundial alcanzó los 8000 millones de personas y se estima que en los próximos 15 años se alcance los 9000 millones personas [1], esto significa que la demanda

alimenticia a nivel mundial aumentará un 50 % y con ello, todas las acciones para producir alimentos para subsidiar el consumo [2].

Los alimentos de origen vegetal, se sabe que tienen un rol fundamental en la nutrición gracias a sus componentes, como fibra, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos, entre otros. No obstante, uno de los principales problemas a los que se

^a Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Antonio de Jesus Cenobio-Galindo, <https://orcid.org/0000-0003-3098-0487>, Email: antonio_cenobio@uaeh.edu.mx; Karla Paola Vargas-Cázares, <https://orcid.org/0009-0009-1883-1754>, Email: va420818@uaeh.edu.mx; Israel Rodríguez-Peláez, <https://orcid.org/0009-0007-7491-6002>, Email: ro421950@uaeh.edu.mx; Iridiam Hernández-Soto, <https://orcid.org/0000-0002-0307-1651>, Email: iridiamsoto@gmail.com; Rafael Germán Campos-Montiel, <https://orcid.org/0000-0001-7382-5538>, Email: rcampos@uaeh.edu.mx.

* Autor de Correspondencia: Antonio de Jesus Cenobio-Galindo Email: antonio_cenobio@uaeh.edu.mx

Fecha de recepción: 28/04/2023, Fecha de aceptación: 04/12/2023, Fecha de publicación: 05/01/2024

DOI: <https://doi.org/10.29057/icap.v10i19.11039>



enfrentan es su corta vida útil, principalmente por su alto contenido de humedad (75-95%) que acelera el deterioro y descomposición de estos productos y puede generar características organolépticas indeseables afectando tanto a productores, comercializadores y consumidores [3].

El envasado de alimentos se considera un aspecto fundamental para la industria alimentaria, gracias a que incrementa la vida útil de los productos para asegurar calidad al momento de su consumo [4].

La utilización de un empaque adecuado es de suma importancia, debido a que tiene como principal función asegurar menores daños físicos, mecánicos, tener una permeabilidad deseada a gases y solutos, y evitar el ataque de microorganismos que deterioran o modifican las propiedades químicas y físicas de los alimentos. En la actualidad, se tiene estimado que la pérdida de alimentos en toda su cadena de suministro representa hasta el 30% de la producción total, lo que impacta directamente en las pérdidas, ocasionadas también por malas prácticas en el manejo [5].

En la actualidad, la gran mayoría de los productos que son utilizados para la protección de alimentos son de materias primas derivadas del petróleo, lo que significa que, si bien logran mejorar las características poscosecha de los alimentos, impactan negativamente al ambiente, siendo contraproducente seguir con su utilización. Observado desde ese punto, el desarrollo y la elaboración de películas o recubrimientos con materiales biodegradables tiene múltiples beneficios, Pirsá y Aghbolagh [6] mencionan que están elaborados a base de fuentes naturales, renovables y tienen la ventaja de tener una descomposición rápida debido a la acción de los organismos vivos, así que podría considerarse como una alternativa eficaz a la generación de residuos que ocasiona la producción de envases convencionales.

Una alternativa de materia prima para la elaboración de recubrimientos ha sido el almidón, que en proporción es el carbohidrato de almacenamiento más abundante en la Tierra por lo su extracción no está limitada [7]. Por tanto, el objetivo del presente trabajo es recopilar información novedosa sobre la utilización de recubrimientos a base de almidón y las características que pueden brindar a la matriz donde se aplican, específicamente en alimentos de origen vegetal.

2. Composición estructural y características del almidón

El almidón es un carbohidrato compuesto por unidades de D-glucosa que se desdoblán en 2, la amilosa y la amilopectina, las cuales constituyen hasta el 99% de la materia seca total del almidón. La amilosa es un polímero con una línea de enlace α -1,4 con una estructura moderada de puntos de ramificación α -1,6. La amilopectina es un polímero de esqueleto con enlaces α -1,4 formado por una estructura altamente ramificada con puntos de ramificación α -1,6 en 20–30 unidades de glucosa. Tiene propiedades no tóxicas y es biodegradable para diversas industrias alimentarias y no alimentarias [7]. Algunas de las propiedades físicas del almidón son: Apariencia: El almidón se presenta comúnmente como un polvo blanco o ligeramente amarillento, dependiendo de su origen. Textura: Tiene una textura suave cuando se encuentra en forma de polvo, en solución acuosa, puede formar una pasta viscosa. Solubilidad: El almidón es insoluble en agua fría, pero puede formar dispersiones coloidales o suspenderse en agua fría, sin embargo, es soluble en agua caliente. Gelatinización: Cuando el almidón se calienta en presencia de agua, experimenta un proceso conocido como gelatinización, durante este proceso, las cadenas de almidón absorben agua, hinchan y forman una estructura gelatinosa. Opacidad: Las soluciones de almidón son opacas, lo que significa que no permiten el paso completo de la luz. Capacidad de retención de agua: Debido a su capacidad para formar geles, el almidón puede retener agua y contribuir a la textura y consistencia de alimentos y productos industriales. Punto de gelificación: El almidón puede gelificar a temperaturas específicas, dependiendo del tipo de almidón y sus condiciones de procesamiento [6].

3. Recubrimientos elaborados a base de almidón

A lo largo de los años han existido diversas investigaciones sobre el almidón y su utilización en películas y recubrimientos para su aplicación en la industria alimentaria. Los recubrimientos de esta materia prima se obtienen de su forma nativa o modificada, son seguros y económicos, por estas características son una tendencia innovadora para el almacenamiento y comercialización de diversos productos. Se ha encontrado que los recubrimientos comestibles podrían tener similitud a las películas de materiales derivados del petróleo por sus características físicas, resistencia química y propiedades mecánicas, entre otras [8]. Dependiendo de la composición del recubrimiento será su eficiencia y estabilidad, aquellos que contienen mayor cantidad de amilosa suelen ser más resistentes alargando su conservación y la

permeabilidad contra los gases [9], lo que se logra gracias a que crean una barrera de protección entre el alimento y el ambiente, permitiendo en materias vegetales tener una menor tasa de respiración, menor pérdida de peso, conservar su firmeza, y mantener por más tiempo sus características organolépticas (olor, sabor, color). Sin embargo, no solamente actúan como un recubrimiento en cuestión, sino que también se pueden mejorar adicionando compuestos activos que aportan beneficios a la salud; agentes antimicrobianos, antioxidantes, nutrientes, saborizantes y colorantes, entre otros. Sapper y Chiralt [10], han documentado la incorporación de compuestos antimicrobianos a recubrimientos a base de almidón, no tóxicos para el consumo humano, con la finalidad de prevenir la descomposición sin alterar las características organolépticas de la matriz donde fue aplicada.

El mecanismo de acción para la formación de un recubrimiento es una incorporación de almidón, un plastificante y agua, las cuales son expuestas a temperaturas de gelatinización (formación de solución filmogénica) donde los gránulos de almidón absorben agua y se hinchan. La amilosa principalmente es liberada y dispersa en un ambiente viscoso, es decir la formación de un gel. Posteriormente existe un enfriamiento donde los gránulos pierden agua y las estructuras de amilosa y amilopectina, tratan de volver a su forma inicial, formando una red rígida y compleja, lo cual es conocido como la retrogradación de almidón. Dependiendo la fuente de almidón varea la temperatura por la estructura y el tamaño, entonces podemos atribuir a la amilosa ser la responsable para la formación de un gel, entonces, entre más amilosa más firme será el gel [11].

3.1. Recubrimientos activos

Millan Testa [12] menciona que el almidón es una fuente importante para el desarrollo de una cantidad muy importante de productos agroindustriales, el cual puede ser extraído de fuentes convencionales, como maíz, arroz o trigo donde su contenido varía entre el 30 y 80%, en leguminosas como frijol, chícharo y haba con un contenido que va del 25 al 50% y tubérculos, como la papa y yuca con un contenido entre el 60 al 90%.

En la Tabla 1 se muestran investigaciones recientes realizadas con almidón y en algunos casos la incorporación de compuestos activos para recubrir matrices de origen vegetal. En 2022, de Freitas et al., [13] desarrollaron un recubrimiento a base de almidón de yuca y maíz para el control poscosecha de antracnosis en frutos de aguacate, encontrando que cuando aplicaron recubrimiento, los frutos

presentaron una menor área lesionada por antracnosis. Además, que el recubrimiento no alteró a la pulpa del fruto, retrasó su maduración y disminuyó la pérdida de peso.

Thakur et al. [9] realizaron una investigación evaluando un recubrimiento de almidón obtenido de semilla de mango para la conservación de tomate a temperatura ambiente (20°C). Encontrando que el recubrimiento es capaz de mejorar la vida poscosecha, mejorando parámetros como el peso, acidez titulable contenido de ácido ascórbico, entre otros, comparando tomates recubiertos y no recubiertos, explicando que los frutos tratados tuvieron mejor comportamiento poscosecha durante su almacenamiento destacando la mejora en la firmeza.

Una fuente convencional de almidón es la yuca, de Figueredo Sousa et al. [14] en su investigación, recubrieron plátanos a base de almidón de yuca y aceite esencial de clavo. Encontrando que el aceite esencial de clavo incrementó el espesor de la película, redujo el contenido de agua, la solubilidad y presentó un efecto antifúngico, además de ser biodegradable y sustentable.

Soto-Muñoz et al. [15] probaron un recubrimiento de almidón de papa y benzoato de sodio en mandarinas para el control de podredumbre agria, la cual es una enfermedad en frutas y verduras ocasionada por un hongo fitopatógeno; *Geotrichum candidum*, encontrando que el benzoato es una sal que actúa como fungicida disminuyendo el daño por el microorganismo durante su almacenamiento en frío y logrando incrementar la vida útil de la matriz frutal, los autores concluyen que el recubrimiento es apto para su comercialización, eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

Tabla 1. Recubrimientos a base de almidón en alimentos de origen vegetal

Fuente de almidón	Matriz en que se aplicó	Compuesto activo	Efecto	Ref.
Maíz / yuca	Aguacate	–	El área promedio dañada por antracnosis se redujo (%) en frutos tratados	[13]
Semilla de mango	Tomate	–	Retraso en peso, sólidos solubles, acidez titulable, contenido de ácido ascórbico y firmeza en	[9]

			almacenamiento a 20°C	
Yuca	Plátanos	Aceite esencial de clavo	Recubrimiento antifúngico y conservante en dicho fruto.	[14]
Papa	Mandarina	Benzoato de Sodio	Redujo la pérdida de peso sin efectos negativos	[15]
Plátano	Fresas	Quitosan o/ Gel de aloe vera	Disminución en la tasa de degradación en frío	[16]
Chayotextle	Guayaba	Ácido ascórbico	Redujo la pérdida de peso y conservó firmeza y color en la matriz frutal	[17]
Tapioca	Moras	Cera de abeja	Mantuvo la dureza y disminuyeron compuestos volátiles	[18]
Arroz	Ciruela	-	Disminuyó la tasa de respiración y de etileno.	[19]

Pinzon et al. [16] realizaron una investigación utilizando una mezcla de almidón de plátano con quitosano y gel de aloe vera probado en fresas como recubrimiento para prolongar su vida útil, observando que el recubrimiento logró un retraso la descomposición, deshidratación y oxidación de los frutos, a medida que se incrementó la concentración de aloe en el recubrimiento. Además, hubo un descenso en la permeabilidad del vapor de agua en la fruta por lo que presentó una lenta degradación de los componentes (carbohidratos, vitaminas, proteínas, etc.).

Por su parte, Martínez-Ortiz et al. [17] analizaron el comportamiento de un recubrimiento de almidón de chayotextle que contenía ácido ascórbico, el cual retrasó el color en frutos de guayaba (la concentración de pigmentos se relaciona directamente con el grado de madurez en frutos),

mediante el comportamiento de este fruto en su actividad poscosecha, concluyeron que hubo un retraso en acidez titulable, sólidos solubles totales, bajo pH, baja tasa de respiración durante 12 días e inactivando enzimas que participan en reacciones de pardeamiento. Este recubrimiento fue permeable contra gases como el etileno, que es responsable de la maduración.

Perez-Gallardo et al. [18] diseñaron un recubrimiento de almidón de tapioca con cera de abeja evaluando la calidad de moras, siendo una capa muy delgada que no alteró la estructura morfológica del fruto. Los autores mencionan que hubo un estrés metabólico que alteró la tasa de respiración y la producción de etileno, evitando la acumulación de compuestos volátiles, los cuales interfieren en el metabolismo anaeróbico encargado de la fermentación, que afecta las características organolépticas de dicho fruto. Además de desarrollar cambios morfológicos, fisiológicos y químicos, como disminución de agua y pérdida de su tonalidad por la deficiencia en la producción de antocianinas y fenoles.

Thakur et al., [19] estudiaron la vida útil de ciruelas durante 3 semanas con un recubrimiento a base de almidón de arroz. Evaluaron parámetros como la pérdida de peso, producción de etileno, firmeza, tasa de respiración, acidez titulable y sólidos solubles totales. Encontraron que el recubrimiento interviene positivamente en la pérdida de peso, tasa de respiración y controla la producción de etileno comparando con frutos no recubiertos. Concluyendo que la ciruela conserva su calidad y alarga su vida útil durante su comercialización, por tal podría ser considerado como un recubrimiento comestible eficaz.

4. Conclusión

El almidón es una materia prima de fácil extracción, bajo costo, ampliamente disponible y biodegradable. Su utilización como una alternativa a nuevas tecnologías en la industria alimentaria se ha potencializado para en la conservación de alimentos buscando mejorar su vida útil y conservar sus características organolépticas. La innovación de recubrimientos a base de almidón, mejorados con la adición de compuestos activos logra otorgar beneficios tanto al alimento de origen vegetal, pues permite mantener sus características (firmeza, color, humedad, sabor, entre otros) por un tiempo prolongado, como para el consumidor.

Sin embargo, hace falta más investigación que demuestre la versatilidad y eficacia que los recubrimientos a base de almidón pueden otorgar a los alimentos, con la finalidad de convertirse en una

alternativa real y más utilizada a los materiales convencionales de empaque usados hoy en día.

Referencias

- [1] Organización de las Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población. *Perspectivas de la población mundial 2022; edición en línea* .
- [2] Ncube, LK, Ude AU, Ogunmuyiwa EN, Zulkifli R & Beas IN. An Overview of Plastic Waste Generation and Management in Food Packaging Industries. *Recycling* 2021; 6(1): 12.
- [3] Jafarzadeh S, Nafchi AM, Salehabadi A, Oladfad-Abbasabadi N, & Jafari SM. Application of bio-nanocomposite films and edible coatings for extending the shelf life of fresh fruits and vegetables. *Advances in Colloid and Interface Science* 2021; 291: 102405.
- [4] Yan MR, Hsieh S, & Ricacho N. Innovative food packaging, food quality and safety, and consumer perspectives. *Processes* 2022; 10(4): 747.
- [5] Summo C, & De Angelis D. The Importance of Edible Films and Coatings for Sustainable Food Development. *Foods* 2022; 11(20): 3221.
- [6] Pirsá S, & Aghbolagh Sharifi K. A review of the applications of bioproteins in the preparation of biodegradable films and polymers. *Journal of Chemistry Letters* 2020; 1(2): 47-58.
- [7] Apriyanto A, Compart J, & Fettke, J. A review of starch, a unique biopolymer—Structure, metabolism and in planta modifications. *Plant Science* 2022; 111223.
- [8] Pareta R, & Edirisinghe MJ. A novel method for the preparation of starch films and coatings. *Carbohydrate polyme* 2006; 63(3): 425-431.
- [9] Thakur R, Pristijono P, Scarlett CJ, Bowyer M, Singh SP, & Vuong QV. Starch-based films: Major factors affecting their properties. *International journal of biological macromolecules* 2019; 132: 1079-1089.
- [10] Sapper M, & Chiralt A. Starch-based coatings for preservation of fruits and vegetables. *Coatings* 2018; 8(5): 152.
- [11] Jiménez A, Fabra MJ, Talens P. Edible and Biodegradable Starch Films: A Review. *Food Bioprocess Technol* 2012; 5: 2058-2076.
- [12] Millán Testa CE. Estudios estructurales y moleculares del almidón de fuentes no convencionales: mango (*Mangifera indica* L.), plátano (*Musa paradisiaca*) y okenia (*Okenia hypogaea*) 2004; Doctoral Tesis.
- [13] de Freitas AS, de Oliveira Soares MG, Barros AV, da Silveira AL, Silva SSC, & Alves E. Postharvest control of anthracnose in avocado with cassava starch and corn starch films. *Comunicata Scientiae* 2022; 13: e3729-e3729.
- [14] de Figueiredo Sousa HA, de Oliveira Filho JG, Egea MB, da Silva ER, Macagnan D, Pires M, & Peixoto J. Active film incorporated with clove essential oil on storage of banana varieties. *Nutrition & Food Science* 2019; 49(5): 911-924.
- [15] Soto-Muñoz L, Pérez-Gago MB, Martínez-Blay V, & Palou L. Postharvest Application of Potato Starch Edible Coatings with Sodium Benzoate to Reduce Sour Rot and Preserve Mandarin Fruit Quality. *Coatings* 2023; 13(2): 296.
- [16] Pinzon MI, Sanchez LT, Garcia OR, Gutierrez R, Luna JC, & Villa CC. Increasing shelf life of strawberries (*Fragaria ssp*) by using a banana starch-chitosan-Aloe vera gel composite edible coating. *International Journal of Food Science & Technology* 2020; 55(1): 92-98.
- [17] Martínez-Ortiz MA, Palma-Rodríguez HM, Montalvo-González E, Sáyago-Ayerdi SG, Utrilla-Coello R, & Vargas-Torres A. Effect of using microencapsulated ascorbic acid in coatings based on resistant starch chayotextle on the quality of guava fruit. *Scientia Horticulturae* 2019; 256: 108604.
- [18] Pérez-Gallardo A, García-Almendárez B, Barbosa-Cánovas G, Pimentel-González D, Reyes-González LR, & Regalado C. Effect of starch-beeswax coatings on quality parameters of blackberries (*Rubus spp.*). *Journal of Food Science and Technology* 2015; 52: 5601-5610.
- [19] Thakur R, Pristijono P, Golding JB, Stathopoulos CE, Scarlett CJ, Bowyer M, ... & Vuong QV. Development and application of rice starch based edible coating to improve the postharvest storage potential and quality of plum fruit (*Prunus salicina*). *Scientia horticulturae* 2018; 237: 59-66.