

Artículo de divulgación

Modificación de almidones: un área de oportunidad para agregar valor al almidón de fuente no convencional

Starch modification: an area of opportunity to add value to starch from unconventional sources

Ana Giselle Sánchez-Gutiérrez ¹, Francisco Hernández-Centeno ^{1,*}, Karla Vanessa González-Gómez ¹, María Hernández-González ¹, Haydeé Yajaira López-De la Peña ¹, Juan Manuel Tirado-Gallegos ²

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Calz. Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, C.P. 25315

² Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. Periférico Francisco R. Almada Km. 1, Pavis Borunda, Borunda, Chihuahua, Chihuahua, México, C.P. 38453

* Autor para correspondencia: francisco.hdez@gmail.com

Recibido:

20/05/2026

Aceptado:

25/09/2026

Publicado:

30/09/2026

RESUMEN

La modificación es fundamental para superar las limitaciones de los almidones nativos, permitiendo mejorar sus propiedades funcionales y ampliar significativamente su uso industrial. Entre sus principales ventajas destaca la mejora de la estabilidad, viscosidad, textura de los productos alimenticios, además de proporcionar una mayor resistencia a condiciones críticas de procesamiento como variaciones de temperatura, cambios de pH y ciclos de congelación-descongelación. Esto no solo incrementa la vida útil y la aceptación sensorial de los alimentos, sino que también otorgan al biopolímero una mayor versatilidad en sectores como el farmacéutico, papelería y de materiales biodegradables. En el caso de los almidones de fuente no convencional, la modificación representa una oportunidad estratégica para la agregación de valor, ya que permite el aprovechamiento de subproductos agroindustriales y la diversificación de materias primas. Al transformar estas fuentes alternativas se promueve el desarrollo de materiales funcionales y sostenibles a partir de recursos subutilizados; además, se satisface la demanda de la industria de alimentos procesados mediante el uso de recursos de productores primarios y permite incrementar el valor económico y el desempeño tecnológico de fuentes que, en su estado nativo, tendrían aplicaciones limitadas. De esta forma, la modificación convierte a los almidones no convencionales en ingredientes clave para la innovación tecnológica y la generación de valor dentro de múltiples industrias.

Palabras clave: maíz, papa, yuca, *Cucurbita foetidissima*, acetilación, propiedades funcionales.

ABSTRACT

Starch modification is fundamental to overcoming the limitations of native starches, allowing for improved functional properties and significantly expanding their industrial

use. Among its main advantages are improvements in the stability, viscosity, and texture of food products, as well as greater resistance to critical processing conditions such as temperature variations, pH changes, and freeze-thaw cycles. This not only increases self-life and sensory acceptance but also gives biopolymer greater versatility in sectors such as pharmaceuticals, paper, and biodegradable materials. In the case of starches from unconventional sources, modifications represent a strategic opportunity for value addition, as it allows for the utilization of agro-industrial byproducts and the diversification of raw materials. Transforming these alternative sources promotes the development of functional and sustainable materials from less exploited resources; it also satisfies the demand of the processed food industry by using resources from primary producers and increases the economic value and technological performance of sources that, in their state, would have limited applications. In this way, the modification transforms unconventional starches into key ingredients for technological innovation and value creation within multiple industries.

Keywords: corn, potato, cassava, *Cucurbita foetidissima*, acetylation, functional properties.

INTRODUCCIÓN

El almidón es uno de los biopolímeros más abundantes y relevantes tanto desde el punto de vista biológico como industrial, debido a su papel como reserva energética en plantas y a su versatilidad funcional en diversas aplicaciones. Su estructura, compuesta por amilosa y amilopectina, le otorga propiedades fisicoquímicas clave que permiten su aprovechamiento en múltiples sectores, especialmente en la industria alimentaria. Sin embargo, las limitaciones del almidón nativo han impulsado el desarrollo de técnicas de modificación que permiten optimizar sus propiedades y ampliar su uso. En este contexto, la exploración de fuentes convencionales y no convencionales; así como su modificación, representa una estrategia importante para el desarrollo de materiales funcionales y sostenibles con aplicaciones en alimentos procesados y otras industrias. Esta aportación busca ilustrar de manera general y suficiente sobre la modificación de los almidones en su estructura molecular bajo la perspectiva de agregación de valor y sus ventajas en cuanto a la aplicación de esta tecnología en los almidones de fuente no convencional.

¿QUÉ ES EL ALMIDÓN Y POR QUÉ ES INDUSTRIALMENTE IMPORTANTE?

El almidón es un carbohidrato de alto peso molecular y una de las macromoléculas más abundantes en el ambiente, por lo que representa una biomolécula de gran relevancia tanto biológica como industrial. (Trejo Cuevas, et al., 2024). Estructuralmente, está constituido

por dos polisacáridos principales: la amilosa y la amilopectina, en el caso de almidón de maíz, se ha reportado una composición aproximada de 28% de amilosa y 72% de amilopectina (Wang, et al., 2023), cuya proporción influye de manera importante en sus propiedades funcionales; estos polisacáridos a su vez están compuestos por cadenas de α -D-glucosa unidos por enlaces glucosídicos α -1,4 y α -1,6 lo que aporta su apariencia cristalina y amorfa (Fierro, 2024).

El almidón también se puede clasificar por cristalinidad, se han reportado tres tipos: A, B y C. El tipo A se caracteriza por un empaquetamiento denso de las hélices de glucosa y cadenas de amilopectina de 23 a 29 unidades, cuyos grupos hidroxilo pueden favorecer la formación de estructuras helicoidales dobles; el tipo B presenta menor densidad cristalina con cadenas de 30 a 44 glucosas y mayor capacidad para alojar moléculas de agua entre sus ramas; por otro lado el tipo C corresponde a una mezcla de cristalinidad tipo A y B, cuenta con cadenas de amilopectina de 26 a 29 unidades de glucosa (Trejo Cuevas, et al., 2024).

Estas características estructurales son las que hacen del almidón un biopolímero de gran importancia industrial, puesto que estas determinan las propiedades clave como la gelatinización, la viscosidad, la retención de agua y la formación de películas, lo que permite su aplicación en sectores como el alimentario, farmacéutico, textil y de materiales, por mencionar algunas.

IMPORTANCIA BIOLÓGICA



Desde el punto biológico el almidón es la principal reserva energética de las plantas, ya que almacena glucosa de manera eficiente y la libera de forma controlada para sostener procesos esenciales como el crecimiento, desarrollo y respuesta al estrés (Ding, et al., 2026). Esta función de almacenamiento, junto con su estructura molecular y propiedades fisicoquímicas, lo convierte en un biopolímero de gran interés tecnológico debido a que la modificación de almidones representa un área de oportunidad para agregar valor a fuentes no convencionales optimizando sus propiedades funcionales.

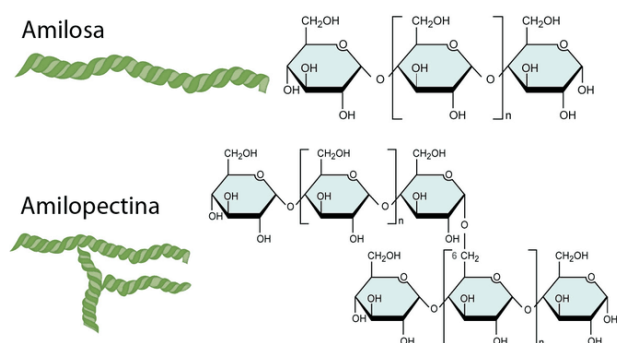


Figura 1. Representación esquemática de la estructura de la amilosa y de la amilopectina (Imagen modificada de Araneda, 2023).

ESTRUCTURA QUÍMICA DE LOS ALMIDONES NATIVOS

Se denomina *almidón nativo* a aquel que no ha sido sometido a alguna modificación en su estructura, ya sea mediante tratamientos físicos, químicos o enzimáticos. Estructuralmente, está constituido por dos polisacáridos (Fig. 1): la amilosa, con cadenas lineales, y la amilopectina, altamente ramificada, ambos conformados por unidades de α -D-glucosa unidas mediante enlaces glucosídicos α -1,4 y α -1,6 (Fierro, 2024).

APLICACIONES DE LOS ALMIDONES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA Y NO ALIMENTARIA

En la industria alimentaria el almidón se utiliza ampliamente como aditivo, principalmente como agente estabilizante y espesante en productos como helados,

conservas y cárnicos, contribuyendo a mejorar la textura, consistencia y estabilidad de los alimentos procesados. Su uso permite el desarrollo de productos que pueden ser total o parcialmente obtenidos mediante procesos de alto rendimiento y que sean sustentables desde el punto de vista industrial. Así mismo, el almidón ha adquirido relevancia en aplicaciones emergentes, como la formación de películas comestibles y materiales biodegradables, lo que ha incrementado su interés en el desarrollo de alternativas sostenibles para uso alimentario y no alimentario (Trejo Cuevas, et al., 2024).

De igual manera, se ha empleado en recubrimientos activos para la conservación de alimentos, capaces de incorporar compuestos antimicrobianos y antioxidantes, lo que permite mejorar la estabilidad y funcionalidad de ingredientes en productos alimentarios (Chen, et al., 2021) (Karnwal, et al., 2025).

Por otra parte, el almidón también tiene aplicaciones en otras industrias, como la farmacéutica, donde se emplea como excipiente en la formulación de medicamentos (Granados López, et al., 2023). Además, desempeña funciones como diluyente, aglutinante y desintegrante en la formulación de tabletas, facilitando la liberación del principio activo y mejorando las propiedades tecnológicas del sistema (Hanpramukkun, et al., 2025).

Este biopolímero también tiene aplicaciones en industrias como la textil y la papelera debido a sus propiedades adhesivas y filogénicas. En la industria textil, se utiliza como agente de encolado de hilos, formando una película sobre las fibras que mejora su resistencia y reduce el rompimiento durante el proceso de tejido. En la industria papelera, se emplea como agente de encolado superficial y aglutinante, contribuyendo a mejorar la resistencia, estabilidad y calidad de impresión del papel (Yu, et al., 2025) (Wei, et al., 2021).

FUENTES CONVENCIONALES DE ALMIDÓN

Las fuentes convencionales de almidón son aquellas materias primas de origen vegetal ampliamente utilizadas y establecidas en la industria para la obtención de este polisacárido, esto gracias a su facilidad de cultivo, alto rendimiento, disponibilidad y facilidad de procesamiento. Entre las principales fuentes

convencionales se encuentran los cereales, tubérculos y raíces tuberosas.

CEREALES

Los cereales (Fig. 2) son la principal fuente de este biopolímero. De entre estos, el más utilizado como fuente convencional de almidón es el maíz, gracias a su alto rendimiento de extracción y sus propiedades fisicoquímicas (gelatinización, capacidad de hinchamiento y absorción de agua, etc.), las cuales pueden ser modificadas para mejorar su funcionalidad y digestibilidad en aplicaciones alimentarias e industriales (Rojas Vera & Pacheco Tigselema, 2025).



Figura 2. Principales cereales fuente de almidón comercial: maíz, trigo y arroz (Elaboración propia con imágenes libres de derechos disponibles en la web, retocada con IA).

Por otro lado, el almidón de trigo también es una fuente convencional ampliamente utilizada debido a sus propiedades fisicoquímicas como su adecuada pureza, tamaño de gránulo y capacidad filmogénica, las cuales permiten su aplicación en la formación de biopelículas y otros sistemas industriales (Aviña González, et al., 2024).

TUBÉRCULOS Y RAÍCES TUBEROSAS

Las raíces y tubérculos (Fig. 3) tienen una participación importante en los alimentos básicos debido a su contenido de carbohidratos, principalmente almidón, y sus calorías derivadas, por lo cual también forman parte

de las fuentes más utilizadas con el propósito de aislar almidón.



Figura 3. Principales raíces y tubérculos que son fuente de almidón: papa y yuca (Elaboración propia con imágenes libres de derechos disponibles en la web, retocada con IA).

Aquí se puede resaltar la función primordial de la papa, pues el almidón constituye la principal fuente de almacenamiento de energía de esta y su contenido depende del estado de crecimiento de la planta, la variedad cultivada, la zona de crecimiento, etc. La amilopectina en este tubérculo se presenta entre el 70% y 80% en peso, independiente del tamaño de los gránulos, por lo cual se reconoce como fuente importante de obtención de biopolímeros funcionales para desarrollo de alimentos y materiales, así como una excelente materia prima para elaboración de productos novedosos (Vera Bravo & Chavarría Chavarría, 2020).

Otra fuente importante es la yuca, cuyas raíces tuberosas son una fuente ampliamente utilizada para obtener almidón debido a su alto rendimiento de extracción y sus propiedades fisicoquímicas. Sus almidones se han empleado en la elaboración de recubrimientos comestibles para la conservación de alimentos y en el desarrollo de materiales biodegradables, lo que resalta su potencial en aplicaciones sostenibles (Valenzuela Loor, et al., 2024) (Moya Alvarado, et al., 2025).

FUENTES NO CONVENCIONALES DE ALMIDÓN

A pesar de la abundante producción de materias primas convencionales ricas en almidón, la amplia demanda de este biopolímero en todo el mundo supone el destinar buena parte de las cosechas de cereales y tubérculos comerciales para este fin; sin embargo, esos mismos cereales y tubérculos suelen ser la base de alimentación y principal fuente de calorías en la dieta de seres humanos

y animales en cualquier parte del mundo, lo que representa una problemática que es necesario resolver.

Para ello, desde hace décadas se han presentado nuevas iniciativas que presentan nuevas fuentes de almidón no convencionales y métodos de extracción que podrían reducir la demanda real de los recursos convencionales utilizados en este proceso y la industria alimentaria (Dorantes Fuentes, et al., 2024), lo que favorecería al menos un mejor equilibrio en el aprovechamiento de cereales y tubérculos convencionales al destinarlos principalmente a su uso en la alimentación y no a aplicaciones industriales no alimentarias, o bien, utilizar fuentes de almidón no convencionales para cubrir déficit en cuanto a usos alimentarios.

Algunas de las fuentes no convencionales de almidón que se han explorado son las siguientes:

FRUTOS

Algunos de los frutos donde se ha explorado la extracción de almidón (Fig. 4) incluyen el plátano, debido a sus propiedades fisicoquímicas y funcionales. Investigaciones recientes han reportado que puede obtenerse a partir de la pulpa o la cáscara, presentando valores adecuados de humedad y pH y temperatura de gelatinización, lo que favorece su aplicación en materiales biodegradables. (Figuerola Lanza, et al., 2023) (Moyano, 2022).

Por otro lado, también se ha destacado el interés por la semilla de mango, la cual ha sido estudiada como una fuente alternativa debido a sus propiedades funcionales y su disponibilidad como subproducto agroindustrial. Recientemente se ha demostrado que puede obtenerse almidón mediante procesos de extracción convencionales y presentar características como capacidad de absorción de agua y comportamiento emulsificante, lo que favorece su aplicación en sistemas alimentarios e industriales. De igual manera, ha sido empleado en la elaboración de biopelículas y como coagulante natural en el tratamiento de aguas, evidenciando su potencial como biopolímero sostenible (Romero Guzmán, et al., 2021) (Fernandez Benavides, et al., 2023).



Figura 4. Algunos frutos se han explorado como fuente no convencional de almidón: mango, plátano y manzana (Elaboración propia con imágenes libres de derechos disponibles en la web, retocada con IA).

Otra fuente de almidón que ha sido estudiada es la manzana, considerada una fuente no convencional, primordialmente en su etapa inmadura. Investigaciones recientes han demostrado que puede ser aislado y caracterizado, presentando propiedades fisicoquímicas como capacidad de hinchamiento y características térmicas adecuadas para su aplicación en la industria alimentaria (Gumul, et al., 2024).

RAÍCES TUBEROSAS



Figura 5. Malanga (*Colocasia esculenta*) (Tomado de Cortés (2018), disponible en <https://carrascoblog.wordpress.com/2018/08/01/la-malanga/>).

Las raíces tuberosas son una fuente importante de almidón debido a su alto contenido de carbohidratos y facilidad de extracción. Entre ellas, destaca la yuca (*Manihot esculenta*) por su elevado rendimiento y propiedades fisicoquímicas, que permiten su aplicación

en la industria alimentaria y en el desarrollo de materiales biodegradables (Strack, et al., 2021).

Por otro lado, la malanga (*Colocasia esculenta*) (Fig. 5) también ha sido estudiada como una fuente alternativa de almidón por su alto contenido de este polisacárido y sus propiedades funcionales. Se ha reportado en investigaciones recientes que el almidón extraído presenta buena capacidad de hinchamiento, tamaño de gránulo reducido y comportamiento adecuado para aplicaciones alimentarias e industriales. Se ha utilizado como agente encapsulante en sistemas funcionales, lo que resalta su potencial como biopolímero sostenible (Días López, et al., 2024) (Martínez Cigarroa, et al., 2025).

LA CALABACILLA LOCA (*CUCURBITA FOETIDISSIMA KUNTH*)

La calabacilla loca (*C. foetidissima* Kunth) (Fig. 6) es una especie xerofítica que prospera en las zonas semiáridas de Norteamérica, con importante presencia en México (Hernández Centeno, et al., 2025).



Figura 6. Calabacilla loca (*C. foetidissima* Kunth) (Fotografía de los autores).

Esta planta silvestre se encuentra con frecuencia en bordes de autopistas y carreteras de las regiones semiáridas, es una hierba tendida en el suelo, de olor desagradable, hojas correosas, triangular-ovadas, más largas que anchas, de hasta 30 cm de largo.

Algunas partes de esta planta, como por ejemplo los frutos, pueden ser comestibles después de su procesamiento y también producen saponinas (Hanan

Alipi, et al., 2009). Se han buscado alternativas sostenibles para la extracción de almidón a partir de sus raíces tuberosas. Es la única fuente que ha sido reportada con potencial de producción de almidón en el entorno semidesértico, ya que sus raíces pueden albergar hasta un 52% de almidón (en base seca) y crece como planta ruderal adaptada a ecosistemas donde el agua no es abundante (Hernández Centeno, et al., 2025).

¿POR QUÉ LA MODIFICACIÓN DE ALMIDONES ES UN FACTOR QUE LES AGREGA VALOR?

Cuando un almidón es modificado, presenta diversas ventajas funcionales que dependen de su origen y del tipo de modificación aplicada. En general, destacan su capacidad para mejorar la textura, incrementar la estabilidad y prolongar la vida útil de los productos. Así mismo, permiten un mejor control de la viscosidad durante los procesos de fabricación y presentan mayor resistencia a condiciones de congelación y descongelación, manteniendo la integridad estructural. No obstante, su uso también implica ciertas limitaciones, como un mayor costo en comparación con los almidones convencionales y la posible reducción de algunas propiedades derivadas de los procesos de modificación. Sin embargo, estos aspectos suelen ser menores frente a los beneficios funcionales que ofrecen (Fierro, 2024).

TIPOS DE MODIFICACIÓN DE ALMIDONES

Los almidones pueden modificarse a través de procesos químicos y físicos. La modificación química del almidón consiste en la introducción de nuevos grupos funcionales en su estructura mediante reacciones sobre los grupos hidroxilo, con el objeto de mejorar sus propiedades fisicoquímicas y funcionales (Galkowska, et al., 2023). Entre las principales destacan la esterificación, eterificación, oxidación y entrecruzamiento, las cuales permiten modificar la solubilidad, estabilidad, viscosidad y resistencia a condiciones de procesamiento (Mohamed, et al., 2024).

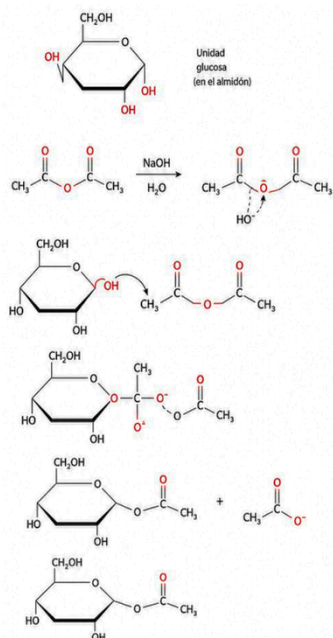


Figura 7. Reacción de acetilación del almidón (Representación generada con IA).

Dentro de las reacciones de esterificación, la acetilación (Fig. 7) es una de las más utilizadas, ya que la incorporación de grupos acetilo favorece la reducción de la retrogradación, incrementa la estabilidad frente a ciclos de congelación-descongelación y mejora la textura en aplicaciones alimentarias. En conjunto, estas modificaciones permiten ampliar el uso del almidón en distintos sectores industriales, particularmente en la industria alimentaria, donde se requiere un mayor control de sus propiedades funcionales (Puri, et al., 2025).

La modificación física del almidón implica cambios en su estructura sin alterar su composición química, con el objetivo de mejorar propiedades como la solubilidad, la textura, la adhesión y la estabilidad térmica. Estos cambios se logran mediante distintos procesos, como tratamientos térmicos y de humedad, así como técnicas más avanzadas como la alta presión, ultrasonido, microondas y extrusión, que afectan la organización interna de los gránulos. Además, procesos mecánicos como la molienda reducen el tamaño de partícula y la cristalinidad, incrementando la digestibilidad y funcionalidad del almidón. En conjunto, estas modificaciones permiten adaptar sus propiedades para su

aplicación en la industria alimentaria y otros sectores (Puri, et al., 2025).

IMPORTANCIA COMERCIAL DE LOS ALMIDONES MODIFICADOS

Los almidones modificados han adquirido una notable importancia comercial debido a su capacidad para mejorar las propiedades funcionales en comparación con los almidones nativos, lo que incrementa su valor en diversas aplicaciones industriales. Estos materiales presentan mayor estabilidad, versatilidad y desempeño tecnológico, lo que favorece su uso en sectores como el alimentario, farmacéutico, paplero y de materiales biodegradables. Asimismo, el crecimiento del mercado de almidones modificados se impulsa por la demanda de productos con mayor funcionalidad y calidad, lo cual evidencia su relevancia económica a nivel industrial. Bajo este contexto, los almidones modificados representan un componente clave en la innovación tecnológica y en la generación de valor agregado dentro de múltiples industrias. (Adewale, et al., 2022) (Amobonye, et al., 2025).

APLICACIONES DE LOS ALMIDONES MODIFICADOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

En la industria alimentaria, los almidones modificados son ampliamente utilizados debido a su capacidad para mejorar las propiedades funcionales de los productos en comparación con los almidones nativos. Su aplicación permite optimizar características como la textura, la estabilidad y la viscosidad, además de proporcionar una mayor resistencia a condiciones de procesamiento, como variaciones de temperatura y pH, así como a ciclos de congelación y descongelación. Estas propiedades los hacen útiles en la elaboración de productos como salsas, aderezos, productos lácteos y alimentos procesados, en los que se requiere mantener la consistencia y la calidad durante el almacenamiento. De esta forma, los almidones modificados representan un ingrediente clave para el desarrollo de productos alimentarios con mayor estabilidad, vida útil y aceptación sensorial. (Fierro, 2024) (konowal, et al., 2024).

PROSPECTIVA DEL USO DE ALMIDONES MODIFICADOS DE FUENTE NO CONVENCIONAL

El uso de almidones modificados de fuentes no convencionales representa una ventana de oportunidad de agregación de valor a este biopolímero de fuente no convencional, pues pueden ser una alternativa prometedora para los productores primarios con la finalidad de satisfacer la creciente demanda de la industria de los alimentos procesados y otras al permitir el aprovechamiento de subproductos agroindustriales y la diversificación de materias primas. Estos almidones pueden ofrecer propiedades funcionales específicas que favorecen la estabilidad, textura y vida útil de los productos alimenticios, además de contribuir a procesos más sostenibles. En este sentido, su desarrollo e incorporación a escala industrial se perfila como una estrategia clave para la innovación y competitividad del sector alimentario y no alimentario.

CONCLUSIONES

El almidón constituye un biopolímero de gran importancia debido a su amplia disponibilidad, versatilidad y funcionalidad en diversas aplicaciones industriales, pues sus propiedades están estrechamente relacionadas con su estructura y composición, lo que determina su comportamiento en distintos sistemas. Si bien los almidones nativos presentan limitaciones, su modificación permite mejorar significativamente sus características, incrementando su valor y ampliando sus aplicaciones, especialmente en la industria alimentaria. Asimismo, el aprovechamiento de fuentes no convencionales representa una oportunidad estratégica para promover la sostenibilidad y la innovación en el desarrollo de nuevos materiales. De esta forma, la investigación continua en torno a la modificación y diversificación de fuentes de almidón será fundamental para satisfacer las demandas actuales y futuras de este biopolímero de amplia importancia para la industria alimentaria y no alimentaria.

Literatura citada

Adewale, P., Shokrollahi Yancheshmeh, M., Lam, E., (2022) Starch modification for non-food, industrial

applications: Market intelligence and critical review. *Carbohydrate Polymers*, 291,119590 <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119590>

Amobonye, A., Bendoraitiene, J., Peculute, L., Rutkaite, R. (2025) Review of recent advancements in starch modification: Improving the functionality of starch-based films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 315, 144354. [10.1016/j.ijbiomac.2025.144354](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.144354)

Aviña González, E. M., Vargas García, A. M., Iglesias Regalado, J. P., García Cano, V. G., Bustillos Rodríguez, J. C. (2024) Caracterización fisicoquímica del almidón de trigo como agente en la formación de biopelículas. *AvaCient*, 3(1), 1 - 9. <https://doi.org/10.69823/avacient.v3n1a1>

Chen, H., Alee, M., Chen, Y., Zhou, Y., Yang, M., Ali, A., Liu, H., Chen, L., Yu, L. (2021) Developing Edible Starch Film Used for Packaging Seasonings in Instant Noodles. *Foods*, 10(12), 3105. <https://doi.org/10.3390/foods10123105>

Días López, A. C., Villa Cruz, V., Vela Gutiérrez, G. (2024) Viabilidad de bacterias ácido lácticas microencapsuladas mediante secado por aspersión con almidón de malanga en dos suplementos alimenticios. *CienciaUAT*, 18(2), 145 - 154. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v18i2.1804>

Ding, Z., Li, C., Li, T., Pan, Y. Wang, L., Li, E., Gilbert, R. G. (2026) Structural evolution and functional adaptation of energy-storage polysaccharides in animals, plants and fungi. *Carbohydrate Polymers*, 373, 124665. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2025.124665>

Dorantes-Fuertes, M. G., López-Méndez, M. C., Martínez-Castellanos, G., Meléndez-Armenta, R. Á., Jiménez-Martínez, H. E. (2024) Starch extraction methods in tubers and roots: a systematic review. *Agronomy*, 14(4), 865. <https://doi.org/10.3390/agronomy14040865>

Fernández Benavides, V., Gil Castillo, K. (2023) Análisis de la viabilidad de una biopelícula fabricada a partir del almidón de la semilla del mango Tommy para uso en ingeniería de tejidos. trabajo de grado - pregrado. Cali: Universidad Autónoma de Occidente [on line]. Disponible en:



- <https://hdl.handle.net/10614/15148>. [Acceso : 18 de mayo 2026]
- Fierro, A. V. I. (2024) *Uso de almidones modificados en la industria de la confitería. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México*. Ciudad de México, México [on line]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000860622>. [Acceso : 18 de mayo 2026]
- Figuerola Lanza, V. P., Vega Medina, M. M., Quevedo Contreras, G. Á. (2023) Almidón obtenido a partir de la cáscara de plátano de adquisición comercial como materia prima para la obtención de bioplástico. *Revista Tecnocientífica URU*, 22, 35 - 49. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15594427>
- Galkowska, D., Kapuśniak, K., Juszczak, L. (2023) Chemically Modified Starches as Food Additives. *Molecules*, 28(22), 7543. <https://doi.org/10.3390/molecules28227543>
- Granados López, J. H., León Fernández, V., Hernández Sánchez, G. R., Dopico Ramírez, D. (2023) Carboximetilalmidón y su potencial uso en la industria farmacéutica. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 24(3), 3.
- Gumul, D., Korus, J., Orczykowska, M., Rosicka-Kaczmarek, J., Oracz, J., Arczuk, A. (2024) Starch from unripe apples (*Malus domestica* Borkh) as an alternative for application in the food industry. *Molecules*, 29(8), 1707. <https://doi.org/10.3390/molecules29081707>
- Hanan Alipi, A. M., Mondragón Pichardo, J., Vibrans, H., Tenorio Lezama, P. (2009) *Cucurbitaceae Cucurbita foetidissima Kunth Calabacilla loca* [on line]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/cucurbitaceae/cucurbita-foetidissima/fichas/ficha.htm> [Acceso: 10 Noviembre 2025].
- Hanpramukkun, N., Teruya, T., Charoenwattanasatien, R., Pakawanit, P., Limsittichaikoon, S. (2025) Development and Evaluation of Modified Dioscorea hispida Starch as a Sustainable Super-Disintegrant for Immediate-Release Tablets. *Polysaccharides*, 6(4), 109. <https://doi.org/10.3390/polysaccharides6040109>
- Hernández-Centeno, F., González, M. H., De la Peña, H. Y. L., Reimers, E. A. L., López, H. D. G. (2025) La calabacilla loca (*Cucurbita foetidissima* Kunth): una especie desaprovechada en las regiones semiáridas de México. *Agraria*, 22(3). <https://doi.org/10.59741/agraria.v22i3.684>
- Karnwal, A., Rauf, A., Jassim, A. Y., Selvaraj, M., Al-Tahuaaja, A.R.M.S., Kashyap, P., Kumar, D., Malik, T. (2025) Advanced starch-based films for food packaging: Innovations in sustainability and functional properties. *Food Chemistry: X*, 29, 102662. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102662>
- Konowal, E., Sulej-Chojnacka, J., Prochaska, K. (2024) New Derivatives of Modified Starch for Food Technology. *Molecules*, 29(14), 3292. <https://doi.org/10.3390/molecules29143292>
- Martínez-Cigarroa, A. S., Rodríguez-Jimenes, G. D. C., Aparicio-Saguilán, A., Carpintero-Tepole, V., García-Alvarado, M. Á., Carrera, C., Fernandez-Barbero, G., Vázquez-Espinosa, M., Vázquez-León, L. A. (2025) Effect of Ultrasound and Chemical Cross-Linking on the Structural and Physicochemical Properties of Malanga (*Colocasia esculenta*) Starch. *Foods*, 14(15), 2609. <https://doi.org/10.3390/foods14152609>
- El Farkhani, M., Dadou, S., El Miz, Y., Elyoussfi, A., El Miz, M., Salhi, A., Koudad, M., Benchat, N. (2024) A review of the chemical modification and applications of starch. In *BIO Web of Conferences*, 109, 01020. EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410901020>
- Jiménez Villalta, G. A., Miranda Morales, B., Moya Alvarado, G. (202). Producción de plástico biodegradable a base de almidón de yuca mediante un proceso termomecánico. *Ingeniería*, 35(1), pp. 1–10. <https://doi.org/10.15517/ri.v35i1.59540>
- Moyano, V. R. G. (2022) *Estudio de las propiedades físicoquímicas y nutricionales del pan de banana libre de gluten a partir de harina obtenida por liofilización y secado en bandejas. Tesis Doctoral*. Guayaquil, Ecuador [on line]. Disponible en: https://rraaecedia.edu.ec/vufind/Record/ESPOL_



53229b37177466f6f895b525d10eb8d0/Description
#tabnav [Acceso: 18 mayo 2026].

Puri, A., Mohite, P., Ramole, A., Verma, S., Kamble, M., Ranch, K., Singh, S. (2025) Starch science advancement: isolation techniques, modification strategies, and multifaceted applications. *Macromol*, 5(3), 40. <https://doi.org/10.3390/macromol5030040>

Rojas Vera, B. A., Pacheco Tigselema, M. T. (2025) Modificación química del almidón de maíz amarillo y morado: Efecto sobre su resistencia a la digestión in vitro », *Ciencia y Tecnología*, 18(1), 92–99. [doi: 10.18779/cyt.v18i1.891](https://doi.org/10.18779/cyt.v18i1.891).

Romero Guzmán, B., Huamán Malla, . J., Castro Mandujano, N. (2021) Tratamiento de aguas superficial empleando como coagulante almidón de semilla de mango (*Mangifera Indica* L. variedad criolla). *Revista Iberoamericana de Polímeros*. 22, 6.

Strack, K., Dini, C., García, M., Viña, S. (2021) Effect of thermal and ultrasonic treatments on technological and physicochemical characteristics of fibrous residues from ahipa and cassava starch extraction. *Future Foods*, 4, 100057. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100057>

Trejo Cuevas, K., Rodríguez-Castillejos, G., Reyes-Gallardo, J., Lizarazo-ortega, C., Hernández-Jiménez, C. (2024) Almidón, una plataforma versátil en la industria de alimentos. *Revista Boliviana de Química*, 41(1), 59 - 66. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.41.1.6>

Valenzuela Loor, A. J., Laaz López, D. A., García Paredes, R. I. (2024) Eficiencia del recubrimiento comestible de almidón de yuca y aceite esencial de canela para la conservación de piña IV gama. *El Higo Revista de Ciencia y tecnología*, 14(2), 162-177. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v14i2.19641>

Vera Bravo, A. F., Chavarría Chavarría , M. A. (2020) Extracción y caracterización del almidón de papa (*Solanum tuberosum*) variedad leona blanca. *El Higo Revista de Ciencia y Tecnología* , 10(2), 26-34. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v10i2.10550>

Wang, B., Zhang, G., Yan, S., Xu, X., Wang, D., Cui, B., Abd El-Aty, A. M. (2023) Correlation between

chain structures of corn starch and gelatinization characteristics. *International Journal of Biological Macromolecules*, 226, 580-587. [10.1016/j.ijbiomac.2022.12.084](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.12.084)

Wei, Q., Zheng, H., Zhu, M., Han, X., Li, Y., Zhou, J. (2021) Starch-based surface-sizing agents in paper industry: An overview. *Paper and Biomaterials*, 4, 54-61. [10.1213/j.issn.2096-2355.2021.04.007](https://doi.org/10.1213/j.issn.2096-2355.2021.04.007)

Yu, Q., Hu, S., Jin, Z., Chen, Q., Wang, X., Zhang, Y. (2025) Formulations and Performance of Eco-Friendly Raw Starch Sizing Process. *BioResources*, 20(2). DOI: 10.15376/biores.20.2.4174-4186

Aviso legal/Nota del editor: Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son exclusivamente de los autores y colaboradores, y no de Agraria ni de sus editores. Agraria y sus editores no se responsabilizan de ningún daño a personas o bienes que resulte de las ideas, métodos, instrucciones o productos mencionados en el contenido.

