

Maltodextrinas modificadas: estructura, fuentes, aplicaciones e importancia en la industria alimentaria

Mónica Reyes-Reyes¹, Lucila Concepción Núñez-Bretón², Barbara Cooper-Bribiesca³, Francisco Erik González-Jiménez⁴, Betsabe Yulieth Valencia Ríos⁵, O. Manero², Liliana Alamilla-Beltrán¹

¹ Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. Wilfrido Massieu S/N, U.P. Adolfo López Mateos, 07738, Gustavo A. Madero, Ciudad de México, CDMX

² Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM. Departamento de Reología y Mecánica de Materiales, Circuito Exterior S/N, Circuito de la Investigación Científica, Cd. Universitaria, Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México

³ Escuela Nacional Preparatoria Plantel 2, UNAM. Circuito Interior Avenida Río Churubusco 1418, Carlos Zapata Vela, Iztacalco, 08040, Ciudad de México, CDMX

⁴ Facultad de Ciencias Químicas, UV. Oriente 6 1009, Rafael Alvarado, 94340 Orizaba, Veracruz, México

⁵ Universidad Tecnológica de la Sierra Sur de Oaxaca, Magnolias S/N, San Idelfonso Sola, C.P. Villa Sola de Vega, Oaxaca 71400, México

mreyesr101@gmail.com

Resumen

Desde hace unas décadas hay un creciente interés por consumir alimentos funcionales, estos productos impactan de manera benéfica a la salud del consumidor, incrementándose así la demanda para que los ingredientes y aditivos alimenticios posean características tecnofuncionales. La población actual busca que los alimentos que van a consumir le aporten, en conjunto, una combinación de características organolépticas aceptables a los sentidos y que, a su vez, las propiedades químicas y fisicoquímicas proporcionen beneficios a la salud. Dentro de esta gama de ingredientes se encuentran las maltodextrinas y los compuestos derivados del almidón, que se emplean como aditivos y que pueden cumplir con este objetivo gracias a su naturaleza química

y estructural (pues son agentes que pueden modificar texturas además de otras aplicaciones en la industria alimentaria). Aunado a esto, se ha demostrado que la modificación del almidón mejora las propiedades físicas y funcionales de los almidones nativos; es por ello que la investigación se ha orientado a obtener maltodextrinas modificadas, para potenciar su aplicación en la industria al formular o reformular alimentos. En los últimos años se han realizado estudios respecto a la generación/producción y funcionalidad de maltodextrinas modificadas, obteniéndolas a partir de dos vías: hidrólisis de almidones modificados y modificación de maltodextrinas previamente obtenidas por la hidrólisis de almidón. Las principales modificaciones efectuadas en maltodextrinas son químicas, específicamente la esterificación y acetila-

ción empleando ácidos orgánicos, ácidos inorgánicos, anhídridos o cloruros de acilo. Este artículo brinda información general respecto a la estructura, obtención y aplicaciones de las maltodextrinas modificadas. Palabras clave: almidón modificado, hidrólisis, maltodextrinas modificadas, equivalentes de dextrosa.

Maltodextrinas

Las maltodextrinas ($C_6H_{10}O_5$) $_n \cdot H_2O$ (Figura 1) son definidas como *mezclas nutritivas y purificadas de polímeros de sacáridos obtenidos por hidrólisis parcial de almidón comestible* [1], esta hidrólisis puede ser ácida o enzimática. El almidón es un polisacárido constituido por un gran número de unidades de glucosa unidas entre sí mediante enlaces glucosídicos, formando dos estructuras (amilosa y amilopectina). La primera es un polímero lineal con enlaces $\alpha(1-4)$, el cual no es soluble en agua; mientras que la amilopectina es un polímero ramificado con 94-96 % de enlaces $\alpha(1-4)$ y un 4-6 % de uniones $\alpha(1-6)$, estas ramificaciones se presentan aproximadamente cada 15 a 25 unidades de glucosa. La amilopectina es parcialmente soluble en agua caliente [2].

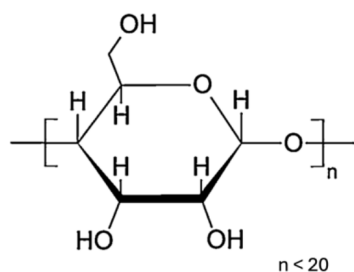


Figura 1. Estructura química de maltodextrinas ($n < 20$). n: número de unidades de glucosa (Modificada de [3])

En el caso de la hidrólisis ácida, la ventaja es que se lleva a cabo de manera muy rápida, pero presenta las siguientes limitaciones: problemas de decoloración, mal sabor, altas concentraciones de sales en el producto

terminado, entre otros. Una alternativa que se ha empleado para contrarrestar estos problemas es la obtención de maltodextrinas empleando hidrólisis enzimática. El nivel de hidrólisis se determina en relación con el valor de equivalente de dextrosa (DE) [4], el cual es definido como el contenido de azúcares reductores directos (ARD) expresado en porcentaje de glucosa en base seca [5]. De acuerdo con la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos) las maltodextrinas son una mezcla de carbohidratos con bajo poder edulcorante con diferentes grados de polimerización, presentan DE menores a 20 (Tabla 1), mientras que los carbohidratos que presentan DE mayores a 20 son clasificados como jarabes, así como un valor de DE igual a 0 indica que es un almidón y valores de DE iguales a 100 indican unidades libres de glucosa [7].

Maltodextrinas modificadas

Como se mencionó anteriormente, las maltodextrinas se pueden obtener o producir a partir de cualquier almidón, independientemente de su fuente de extracción. De igual manera se pueden emplear almidones modificados como materia prima, generando así maltodextrinas modificadas (MM) (Figura 2). Un almidón modificado es aquel que ha sufrido alguna transformación física (calor, presión, entre otras), química (oxidación, esterificación, entrecruzamiento, entre otras) o enzimática. Estas modificaciones hacen que las propiedades de los almidones nativos cambien o mejoren, principalmente las propiedades reológicas, funcionales y químicas [1], por lo tanto, una MM presentará cambios en estas propiedades en comparación con una maltodextrina “normal o nativa”. Otro método para obtener MM (Figura 2) consiste en obtener maltodextrinas de almidones nativos y posteriormente modificarlos.

Tabla 1. Propiedades de las maltodextrinas [6]

Equivalente de dextrosa DE	Glucosa	Maltosa	Sacáridos superiores	Poder edulcorante (sacarosa=100)
10	0.7	2.8	96.5	2
15	1.3	4.7	94	3.3
18	1.6	5.7	92.7	4

Como base para la modificación y obtención de MM se han tomado algunas reacciones y compuestos químicos evaluados previamente en la modificación de almidones, debido a las propiedades que le imparten a las moléculas después de reacciones de esterificación (acetilación). La modificación con anhídrido acético ((CH₃CO)₂O), le proporcionó a almidones de diversas fuentes (maíz, papa, plátano, arroz, yuca) mejoras en propiedades tales como la disminución de la temperatura de gelatinización y retrogradación, mejoramiento del perfil de viscosidad, aumento de solubilidad, disminución de sinéresis, mejora del poder de hinchamiento, entre otros.

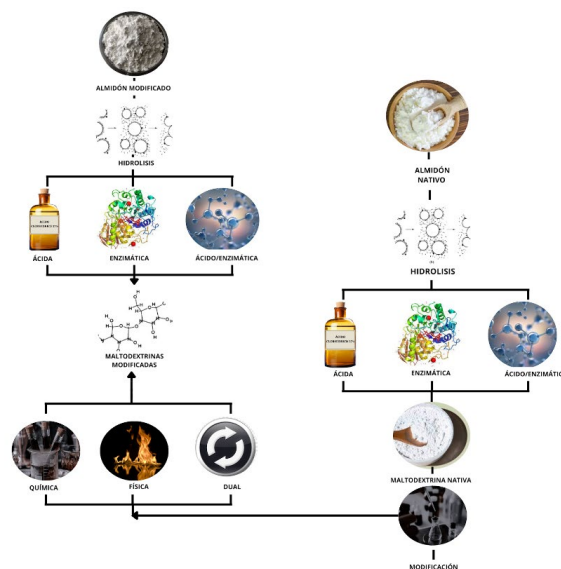


Figura 2. Diagrama de obtención de maltodextrinas modificadas

El anhídrido dodecenil succínico (DDSA) (C₁₆H₂₆O₃) y el octenil succínico (OSA) se han empleado para que los almidones au-

menten la capacidad de emulsificación y solubilidad, así como la disminución del tiempo de gelatinización [8,9]. En la Figura

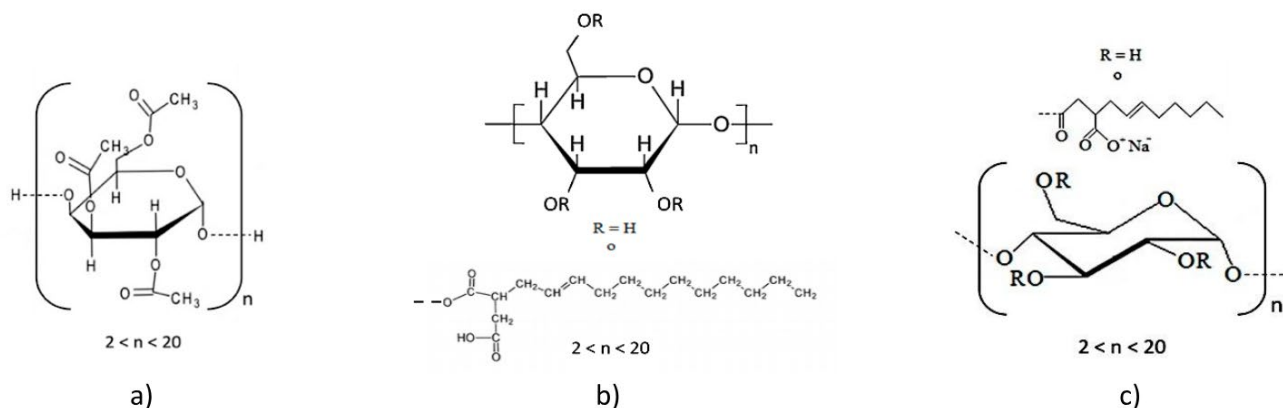


Figura 3. Posibles estructuras químicas de MM: a) MM con anhídrido acético, b) MM con DDSA, c) MM con OSA (Modificada [10, 11,12])

Maltodextrina modificada	Fuente de almidón/modificación	Propiedades evaluadas/Funcionalidad	Resultados	Referencia
Mal-OSA	Almidón de maíz/esterificación	Emulsionantes	Mejoramiento de las propiedades emulsionantes.	[13]
Mal-OSA	Maltodextrina comercial/esterificación	Microencapsulación	Al emplearlo como material de pared en la microencapsulación de aceite se redujo el 60 % del índice de peróxido en comparación a una maltodextrina sin modificar.	[14]
Mal-Ac	Almidones de papa modificados (acetilados)	Espumantes y reológicas	Modificaron la formación de espuma y las propiedades reológicas.	[15]
Mal-Ao	Maltodextrina de tapioca/esterificación	Emulsificantes Estabilizantes	Mejoran las propiedades emulsificantes y estabilizantes en comparación a las maltodextrinas nativas.	[16]

Mal: maltodextrinas, OSA: anhídrido octenil succínico, Ac: acetilados y Ao: ácidos orgánicos.

Tabla 2. Comparación de algunas investigaciones en cuanto a obtención y análisis de maltodextrinas modificadas

3 se muestra la posible estructura química que presentan las maltodextrinas modificadas obtenidas mediante estos métodos.

Derivado de ello, se han desarrollado diversas investigaciones evaluando las propiedades de las maltodextrinas modificadas (Tabla 2).

Fuentes de obtención de maltodextrinas modificadas

Tanto las maltodextrinas como los almidones son reconocidos como ingredientes alimentarios seguros (GRAS) [1]. Las maltodextrinas más comercializadas en el mercado de la industria alimentaria son las provenientes del almidón de maíz, trigo, papa y yuca. Por lo que su consumo es seguro y está regulado por la FDA y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), clasificadas como aditivos alimentarios, mostrando el código E1400 [17]. Debido a su funcionalidad, se continúa con la búsqueda de nuevas fuen-

tes de almidón y, por ende, de maltodextrinas para estudiar y evaluar sus propiedades, y así poder aprovechar nuevas fuentes de estos carbohidratos y su implementación en el desarrollo de productos alimenticios y la biofuncionalidad que le pueda aportar al consumidor. Una alternativa de ello es la obtención de maltodextrinas modificadas, ya sea por vía química, física o enzimática.

Aplicaciones de las maltodextrinas nativas y modificadas

La industria alimentaria representa la mayor parte de la demanda de maltodextrinas (Figura 4), debido a que son empleadas principalmente como sustitutos de azúcar, para disminuir el nivel de dulzor de algunos rellenos o de bebidas dirigidas a sectores específicos de la población. También actúan como estabilizadores, espesantes y agentes de volumen en alimentos, aumentan el contenido de sólidos de los alimentos,

fungen como protectores de compuestos bioactivos formando microcápsulas, las cuales posteriormente son adicionadas a matrices alimenticias para obtener alimentos funcionales [1, 17].

Todas estas aplicaciones son posibles gracias a los atributos inherentes de las maltodextrinas, las cuales son dependientes del DE. Entre estos atributos encontramos su buena dispersabilidad y solubilidad; viscosidad, textura suave y sensación agradable al paladar; sabor suave; control de la humedad; inhibición de la cristalización; formación de películas; fácil digestibilidad; fácil secado por aspersión; encapsulación de sabores y aromas, y poca o ninguna dulzura [1]. Las aplicaciones más comunes de las maltodextrinas nativas se muestran en la Tabla 3.

Conclusiones

Las maltodextrinas modificadas se pueden obtener a partir de almidón nativo y/o modificado por medios químicos, enzimáticos o su combinación. Estos compuestos presentan propiedades químicas, físicas, funcionales y aplicaciones específicas como espesantes, emulsificantes, estabilizadores, modificantes del tiempo y la temperatura de gelatinización y retrogradación, coadyuvantes al incremento del perfil de viscosidad y poder de hinchamiento, así como en la disminución de la sinéresis. Actúan como material de pared para la microencapsulación de compuestos activos, entre otros. Todas estas propiedades son aprovechadas para la formulación de nuevos alimentos tecnofuncionales o la reformulación de productos ya existentes en el mercado para mejorar la calidad organoléptica y nutricional que repercute en un beneficio en la salud del consumidor.

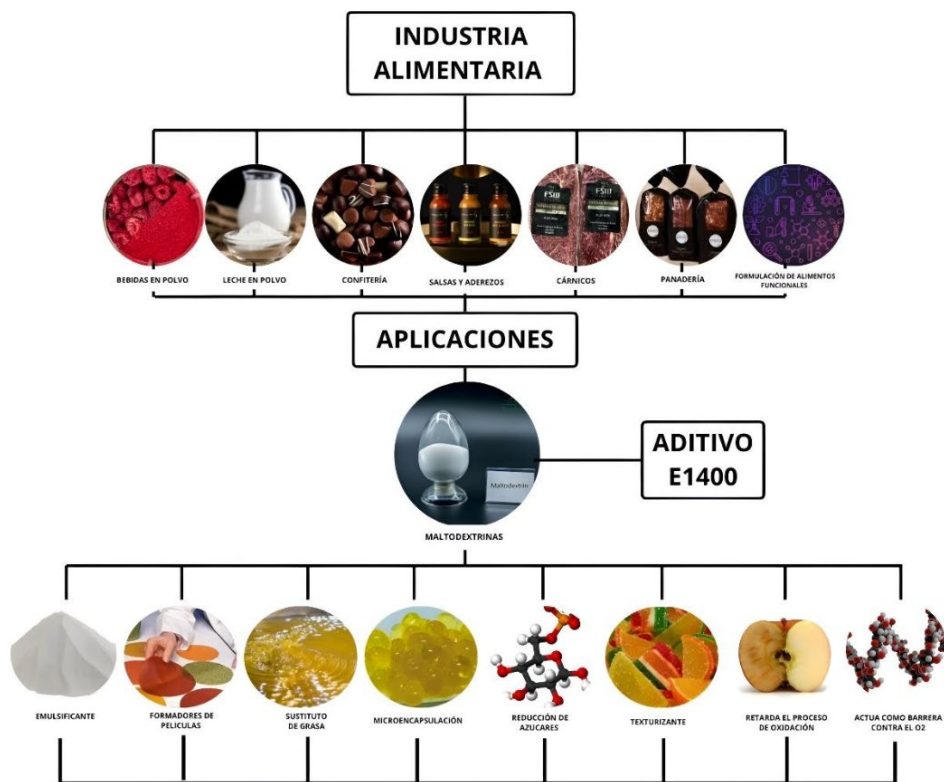


Figura 4. Aplicaciones en la Industria Alimentaria de las maltodextrinas modificadas

Agentes aglomerantes	Sustitutos de grasa
Análogos o sucedáneos de carnes congeladas.	Rellenos de pastelería.
Barras de granola.	Queso crema.
	Postres congelados.
	Dulces sin grasa.
	Yogurt.
Vehículo o transportador de:	Control de humedad
Endulzantes/sabores artificiales.	Cárnicos.
Mezclas secas: bebidas en polvo, salsas, aderezos.	Panadería.
Cubiertas	Bebidas nutricionales
Cacahuates tostados (barrera de oxígeno).	Fórmulas para adultos.
	Productos dietéticos
	Fórmulas infantiles.
Inhibidores de cristalización	Formador de películas
Confitería.	Botanas.
Alimentos congelados y ensaladas.	Extruidos.

Tabla 3. Algunas aplicaciones de maltodextrinas nativas (Modificado de [1])

Referencias

[1] BeMiller, J. N. (2019). Chapter 7 - Starches: Conversions, Modifications, and Uses, Editor(s): James N. BeMiller, Carbohydrate Chemistry for Food Scientists (Third Edition), AACC International Press, pp 191-221. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812069-9.00007-8>.

[2] Castro, N., Durrieu, V., Raynaud, C., & Rouilly, A. (2016). Influence of DE-value on the physicochemical properties of maltodextrin for melt extrusion processes. *Carbohydrate Polymers*, 144: 464-473. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.03.004>.

[3] Morán, J., Vázquez, A., & Cyras, V. (2013). Bio-nanocomposites based on derivatized potato starch and cellulose, preparation and characterization. *Journal of Materials Science*. 48. 7196-7203. <https://doi.org/10.1007/s10853-013-7536-x>.

[4] Nurhadi, B., Roos, Y.H., & Maidannyk, V. (2016). Physical properties of maltodextrin DE 10: Water sorption, water plasticization and enthalpy relaxation. *Journal of Food Engineering*, 174: 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.11.018>.

[5] Soto, J.L., García, L., González, J., Bernardino-Nicanor, A., & González-Cruz, L. (2012). Influence of starch source in the required hydrolysis time for the production of maltodextrins with different dextrose equivalent. *African Journal of Biotechnology*. 11: 13428-13435. <https://doi.org/10.5897/AJB12.2257>.

[6] Tiefenbacher, K.F. (2017). Chapter Two - Technology of Main Ingredients—Water and Flours, Editor(s): Karl F. Tiefenbacher, Wafer and Waffle, Academic Press, pp. 15-121, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809438-9.00002-8>.

[7] Wandrey, C., Bartkowiak, A., Harding, S.E. (2010). Materials for Encapsulation. In: Zuidam, N., Nedovic, V. (eds) *Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing*. Springer, New York, NY, pp. 31-100, https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1008-0_3.

[8] Perea Flores, M. D. J., Martínez Luna, K. L., Núñez Bretón, L. C., Sarria Guzmán, Y., Jiménez Guzmán, J., Alamilla Beltrán, L., & Vivar-Vera, G. González-Jiménez, F. E. (2021). Modification by lipophilic substitution of Mexican Oxalis

tuberosa starch and its effect on functional and microstructural properties. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16, 1062–1072. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01233-w>.

[9] Núñez-Bretón, L. C., Torres-González, C. E., Del Ángel-Zumaya, J. A., Peredo-Lovillo, A., Rivera-Villanueva, J. M., Perea-Flores, M. D. J., Guzmán-Gerónimo, R. I., Manero, O., & González-Jiménez, F. E. (2024). Functionalization of starches from Mexican Oxalis tuberosa using dual chemical modification. *Food Hydrocolloids*, 149, 109500. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.109500>.

[10] Xu, Y., Miladinov, V., & Hanna, M. (2004). Synthesis and Characterization of Starch Acetates with High Substitution 1. *Cereal Chemistry*, 81. 735-740. <https://doi.org/10.1094/CCEM.2004.81.6.735>.

[11] Abdul Khalil, H. P. S., Chow, W. C., Rozman, H. D., Ismail, H., Ahmad, M. N., & Kumar, R. N. (2001). The effect of anhydride modification of sago starch on the tensile and water absorption properties of sago-filled linear low-density polyethylene (lldpe). *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 40:3, 249-263. <https://doi.org/10.1081/PPT-100000246>.

[12] Ačkar, Đ., Babić, J., Jozinović, A., Miličević, B., Jokić, S., Miličević, R., Rajić, M., & Šubarić, D. (2015). Starch Modification by Organic Acids and Their Derivatives: A Review. *Molecules*. 20(10):19554-19570. <https://doi.org/10.3390/molecules201019554>.

[13] Sotelo-Bautista, M., González-Soto, R. A., & Bello-Pérez, L. A. (2018). Propiedades emulsionantes de una maltodextrina modificada con anhídrido octenil succínico (OSA). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 3: 461-466.

[14] Sotelo-Bautista, M., Bello-Perez, L.A., Gonzalez-Soto, R.A., Yañez-Fernandez, J., & Alvarez-Ramirez, J. (2020). OSA-maltodextrin as wall material for encapsulation of essential avocado oil by spray drying. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 41(2): 235-242. <https://doi.org/10.1080/01932691.2018.1562939>.

[15] Pycia, K., Gałkowska, & D., Juszczak, L. (2017). Maltodextrins produced from chemically modified starches as agents affecting stability and rheological properties of albumin foam, *LWT*, 80: 394-400. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.002>.

[16] Udomrati, S., & Gohtani, S. (2014). Enzymatic esterification of tapioca maltodextrin fatty acid ester. *Carbohydrate Polymers*, Volume 99:379-384, <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.07.081>.

[17] Hofman, D. L., van Buul, V. J., & Brouns, F. J. P. H. (2015). Nutrition, Health, and Regulatory Aspects of Digestible Maltodextrins. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(12), 2091–2100. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.940415>.