

Jarabe de Maíz de Alta Fructosa: Producto Biotecnológico en la Industria Alimentaria, Consumo e Impacto

High Fructose Corn Syrup: A Biotechnological Product in the Food Industry, Consumption and Impact

Xarope de milho rico em frutose: um produto biotecnológico na indústria alimentícia, consumo e impacto

Marcela Alejandra Gloria Garza

Facultad de Odontología, Universidad Autónoma de Nuevo León, México

Contacto: marcela.gloriagz@uanl.edu.mx

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2838-3774>

Joel Horacio Elizondo Luévano

Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, México

Contacto: joel.elizondolv@uanl.edu.mx

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2954-5939>

Juanita Guadalupe Gutiérrez Soto

Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, México

Contacto: juanita.gutierrezst@uanl.edu.mx

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9754-7755>

Guillermo Cruz Palma

Facultad de Odontología, Universidad Autónoma de Nuevo León, México

Contacto: guillermo.cruzplm@uanl.edu.mx

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3091-0657>

Carlos Jesús Castillo Zacarías

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León,
México

Contacto: carlos.castillozcr@uanl.edu.mx

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1739-4379>

Recibido 25-11-2025 Revisado 12-12-2025 Aceptado 18-12-2025

Resumen

El jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF) es un edulcorante líquido obtenido mediante procesos biotecnológicos en la industria alimentaria a través de hidrólisis enzimática del almidón de maíz, predominantemente derivado de cultivos genéticamente modificados como el maíz Bt (*Bacillus thuringiensis*). Su mayor sabor dulce, bajo

costo de producción y amplia disponibilidad han favorecido su incorporación masiva en alimentos y bebidas procesadas y ultraprocesadas desde la década de 1970, convirtiéndolo en una de las principales fuentes de azúcares en la dieta global. Diversos estudios han evidenciado que el consumo elevado y sostenido de JMAF se asocia con un incremento del riesgo de enfermedades metabólicas y cardiovasculares, así como alteraciones en la microbiota intestinal y el desarrollo de patologías bucodentales. La Organización Mundial de la Salud ha recomendado limitar la ingesta de azúcares añadidos a menos del 10 % de la ingesta energética total. El propósito de esta revisión es analizar su origen biotecnológico, procesos de producción, evolución del consumo e importancia económica, y sus implicaciones para la salud general y bucodental.

Palabras clave: Almidón de maíz; Edulcorante; Enfermedades metabólicas; Enfermedades bucodentales; Fructosa

Abstract

High fructose corn syrup (HFCS) is a liquid sweetener obtained through biotechnological processes in the food industry via enzymatic hydrolysis of corn starch, predominantly derived from genetically modified crops such as Bt corn (*Bacillus thuringiensis*). Its sweeter taste, low production cost, and wide availability have favored its massive incorporation into processed and ultra-processed foods and beverages since the 1970s, making it one of the main sources of sugars in the global diet. Several studies have shown that high and sustained consumption of HFCS is associated with an increased risk of metabolic and cardiovascular diseases, as well as alterations in the gut microbiota and the development of oral diseases. The World Health Organization has recommended limiting the intake of added sugars to less than 10% of total energy intake. The purpose of this review is to analyze its

biotechnological origin, production processes, evolution of consumption and economic importance, and its implications for general and oral health.

Keywords: Corn starch; Sweetener; Metabolic diseases; Oral diseases; Fructose

Resumo

O xarope de milho com alto teor de frutose (JMAF) é um adoçante líquido obtido através de processos biotecnológicos na indústria alimentar, por meio da hidrólise enzimática do amido de milho, predominantemente derivado de culturas geneticamente modificadas, como o milho Bt (*Bacillus thuringiensis*). O seu sabor mais doce, baixo custo de produção e ampla disponibilidade têm favorecido a sua incorporação maciça em alimentos e bebidas processados e ultraprocessados desde a década de 1970, tornando-o uma das principais fontes de açúcares na dieta global. Vários estudos demonstraram que o consumo elevado e sustentado de JMAF está associado a um aumento do risco de doenças metabólicas e cardiovasculares, bem como a alterações na microbiota intestinal e ao desenvolvimento de patologias bucodentárias. A Organização Mundial da Saúde recomendou limitar a ingestão de açúcares adicionados a menos de 10 % da ingestão energética total. O objetivo desta revisão é analisar a sua origem biotecnológica, processos de produção, evolução do consumo e importância económica, bem como as suas implicações para a saúde geral e bucodental.

Palavras-chave: Amido de milho; Adoçante; Doenças metabólicas; Doenças bucodentais; Frutose

Introducción

El jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF) es un edulcorante líquido utilizado ampliamente en alimentos y bebidas procesados desde la década de 1970, principalmente debido a su rentabilidad y a su dulzor comparable al de la sacarosa (azúcar de mesa) (Aoyagi et al., 2025). Su fabricación depende de la hidrólisis enzimática del almidón de maíz, con frecuencia proveniente de maíz Bt modificado genéticamente, cuyo diseño incorpora un gen de la bacteria *Bacillus thuringiensis* capaz de generar proteínas tóxicas para insectos-plaga, lo que reduce las pérdidas por infestación y aumenta la seguridad alimentaria del grano para consumo humano y animal (İlhan et al., 2024).

Los principales nombres comerciales del JMAF incluyen jarabe de maíz, jarabe de glucosa, jarabe de glucosa/fructosa, jarabe de tapioca, fructosa de frutas y fructosa cristalina (Simsek et al., 2021). Históricamente, a mediados del siglo XX, la destrucción de la industria azucarera y la inestabilidad política derivadas de las dos guerras mundiales provocaron escasez de sacarosa, un ingrediente ampliamente utilizado en bebidas y alimentos, lo que generó un incremento significativo en su precio. Esta situación impulsó a los productores a buscar alternativas más accesibles para endulzar, dando lugar al aprovechamiento del almidón de maíz como materia prima. Posteriormente, en la década de 1970 en Estados Unidos, se produjo un gran avance en la industria azucarera y para 1980 ya se producía JMAF con un 55 % de fructosa, logrando una proporción de glucosa y fructosa similar a la de la sacarosa. Al ser más dulce y económico en comparación con otros azúcares utilizados en la dieta, su incorporación se extendió a casi todos los alimentos y bebidas procesadas (Hattori et al., 2021; Jung et al., 2022; Şen et al., 2024). Esta situación ha llevado a

que la fructosa se considere una importante fuente de energía para personas de todas las edades en todo el mundo (Altuğ et al., 2024). El objetivo de la presente revisión es examinar los procesos de extracción y producción del JMAF, su relevancia económica y patrones de consumo, además de evaluar su impacto en la salud general y bucal.

Metodología

Para realizar esta revisión, se realizó una búsqueda sistemática de literatura científica publicada entre 2020 a 2025. La revisión se centra en el Jarabe de Maíz de Alta Fructosa (JMAF) , así como en su proceso de extracción y producción, importancia económica y consumo, impacto en la salud general y bucal. La información se recopiló de bases de datos consolidadas como PubMed, ResearchGate y ScienceDirect. Para especificar la búsqueda, se utilizaron operadores booleanos como AND, OR y NOT. Ejemplo:

- 1.-"High-Fructose Corn Syrup" OR HFCS para encontrar resultados que incluyeran cualquiera de los dos términos, ampliando así el alcance de la búsqueda.
- 2.-"High-Fructose Corn Syrup" AND (extraction-production) para encontrar resultados que explicaran el proceso general de extracción y producción.
- 2.- "High-Fructose Corn Syrup" AND "general health" para encontrar artículos que mostraran el impacto por su consumo en la salud general.
- 3.- "High-Fructose Corn Syrup" AND "oral health" para encontrar artículos que especificaran el impacto por su consumo en la salud general.
- 4.- "High-Fructose Corn Syrup" NOT "saccharose" para excluir este azúcar natural de caña o remolacha.

Solo se incluyeron artículos originales y revisiones publicados en inglés o español dentro del período especificado (2020-2025). Los artículos se seleccionaron en función

de su contribución a la comprensión de la extracción, producción, importancia económica, consumo, importancia en la salud general y bucal. Esta estrategia sistemática garantizó una visión general completa, actualizada y temáticamente relevante del conocimiento actual sobre el Jarabe de Maíz Alto en Fructosa.

Desarrollo

Extracción y producción del JMAF

El proceso de producción del jarabe de maíz inicia con el tratamiento mecánico del grano. Este comprende la cocción para ablandarlo, seguida de la molienda húmeda y la separación del almidón. Una vez obtenido el almidón de maíz, comienzan las etapas enzimáticas en las que se convierte en azúcares simples mediante la acción secuencial de tres enzimas: α -amilasa, amiloglucosidasa y glucosaisomerasa. Como resultado, se obtiene un isómero compuesto por aproximadamente 90 % de fructosa y 10 % de glucosa, denominado JMAF-90. Posteriormente, el JMAF-90 se mezcla con jarabe de glucosa para producir dos formulaciones comunes: JMAF-55, con un 55 % de fructosa, y JMAF-42, con un 42 %. De esta manera, se dispone de productos con diferente concentración según el uso industrial. El JMAF-42 se utiliza principalmente en alimentos procesados y conservas en los que se busca conservar el sabor natural y mantener un dulzor moderado, mientras que el JMAF-55 es la formulación más empleada en bebidas calóricas como refrescos, así como en productos de panificación, helados y postres. Por su parte, el JMAF-90 se reserva para productos en los que se requiere un sabor intensamente dulce con cantidades reducidas de edulcorante. Adicionalmente, el JMAF se encuentra de forma frecuente en productos a base de cereales, chocolates, gelatinas, frutas enlatadas, mermeladas, jaleas, leche y sus derivados, entre otros (Simsek et al., 2021).

Importancia económica y consumo

Uno de los cambios más relevantes en los patrones de consumo alimentario en la sociedad moderna ha sido el incremento en la ingesta de fructosa (Jung et al., 2022). El crecimiento sostenido de la industria alimentaria y el desarrollo tecnológico han favorecido la amplia disponibilidad de productos procesados y ultraprocesados en América Latina, lo que ha aumentado su consumo de manera considerable. En México, el azúcar y el jarabe de maíz de alta fructosa constituyen los edulcorantes más empleados en el sector agroalimentario. El uso de fructosa comenzó a registrarse en la década de 1980, inicialmente limitado a la industria panificadora, periodo en el cual la demanda fue cubierta mediante importaciones provenientes de Estados Unidos. De acuerdo con datos de la entonces Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), entre 1989 y 1992 las importaciones de este edulcorante no superaban las 32 mil toneladas. Sin embargo, a partir de la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), las compras mexicanas de fructosa, principalmente en forma de jarabe de maíz, aumentaron de manera considerable, desplazando progresivamente al azúcar de caña nacional. Este incremento alcanzó su punto máximo en 2011, con alrededor de 1 millón 255 mil toneladas importadas (OECD-FAO, 2022). En años recientes, la ingesta de edulcorantes en México ha sido reportada en 9411 toneladas anuales, situando al país entre los principales consumidores a nivel mundial. Los edulcorantes calóricos de mayor consumo son la fructosa, la sacarosa y el JMAF, los cuales aportan 4 kcal/g (Briones-avila et al., 2021). La presentación más común de fructosa en la industria alimentaria es el JMAF, presente en una amplia variedad de productos de consumo cotidiano, incluyendo productos horneados (panadería, pasteles y golosinas), salsas

a base de tomate (como cátsup o salsas para pizza y pasta), bebidas carbonatadas (refrescos regulares, dietéticos, energéticos y deportivas), cereales y productos lácteos (leche saborizada, yogures, licuados, quesos y leche condensada), así como jugos, frituras, comida rápida, dulces y barras energéticas (Ponce et al., 2020).

Impacto en la salud general

Debido a su modificación genética y a su elevado contenido de fructosa, se ha demostrado que el JMAF incrementa el riesgo de desarrollar diversas enfermedades (Îlhan et al., 2024). Estudios epidemiológicos y experimentales relacionados con la ingesta excesiva de fructosa, particularmente a través de bebidas azucaradas, principal fuente de azúcares añadidos en la dieta, han evidenciado su asociación con algunas enfermedades metabólicas, entre ellas obesidad, enfermedad del hígado graso no alcohólico (EHGNA) y enfermedad cardiovascular (ECV), contribuyendo al desarrollo de hipertensión, dislipidemia, inflamación sistémica y enfermedad coronaria. Asimismo, se ha vinculado con diabetes mellitus tipo 2, enfermedad renal crónica, nefrolitiasis y alteraciones gastrointestinales como lo son la enfermedad inflamatoria intestinal (EII) y la colitis. Existe un debate en curso sobre los posibles efectos del JMAF en el aumento de los niveles de inflamación. En particular, la exposición prolongada a este ingrediente se ha asociado con la elevación de miocitos, células endoteliales que recubren los vasos sanguíneos, y citocinas inflamatorias como la interleucina-1 beta (IL-1 β) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α). Una de las principales hipótesis que explican este fenómeno es el incremento del estrés oxidativo celular. El estrés oxidativo se presenta cuando existe una producción excesiva de radicales libres o cuando los mecanismos de defensa antioxidante resultan insuficientes. El alto contenido de fructosa del jarabe de maíz se ha propuesto como un factor que contribuye a este desequilibrio, dado que los radicales libres generados

durante su metabolismo pueden causar daño celular y activar procesos inflamatorios (Ílhan et al., 2024).

Además, diversos estudios han señalado una posible relación entre el consumo habitual de productos con fructosa y un mayor riesgo de desarrollar ciertos tipos de cáncer. Aunado a ello, la ingesta crónica de fructosa puede inducir disbiosis de la microbiota intestinal; en consecuencia, los cambios microbianos mediados por la fructosa y sus metabolitos podrían influir tanto en la fisiología como en la patología del huésped (Jung et al., 2022). No obstante, los hallazgos disponibles siguen siendo heterogéneos, lo cual probablemente se debe a la variabilidad en las fuentes de fructosa, los patrones dietéticos y diversos factores individuales del huésped (Aoyagi et al., 2025).

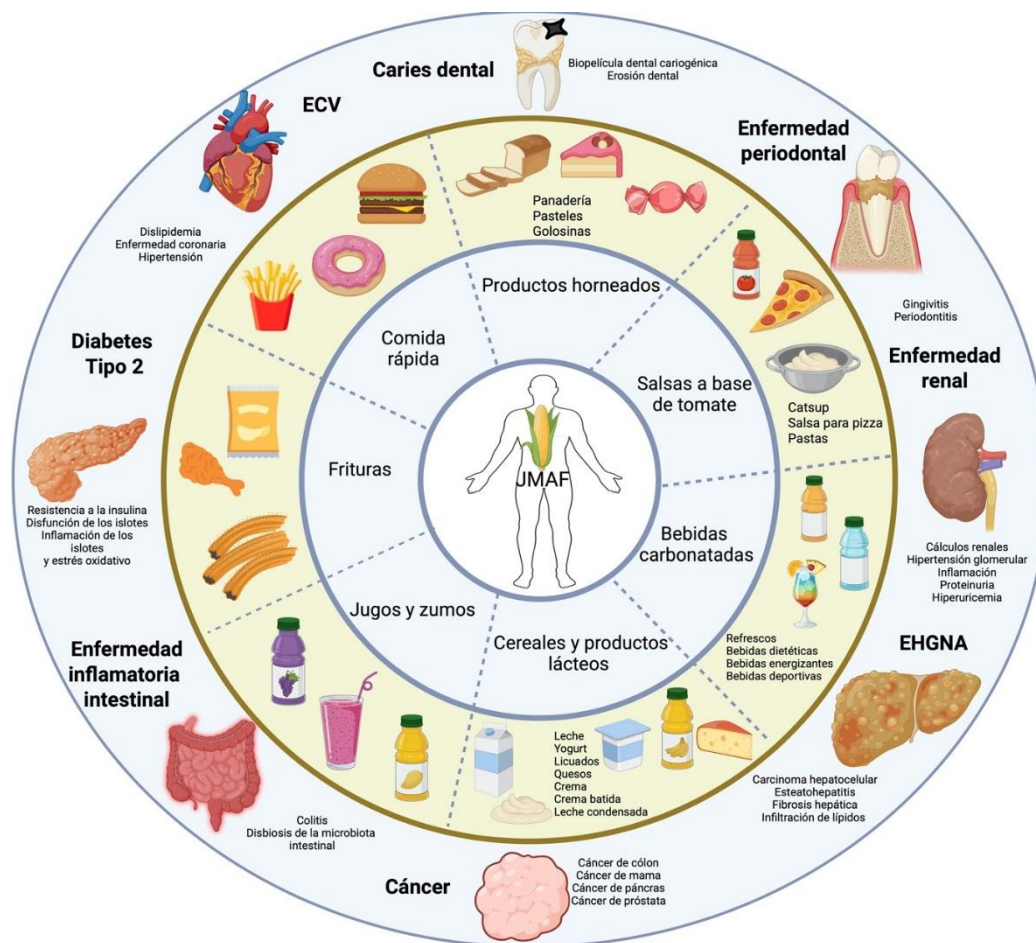
Impacto en la salud bucal

El Estudio de la Carga Mundial de Enfermedades de 2016 informó que la mitad de la población mundial se veía afectada por enfermedades bucodentales. Estas pueden manifestarse en cualquier etapa de la vida, incluso a los 18 meses de edad (Arshad et al., 2022). Una nutrición inadecuada y una higiene bucal deficiente puede desarrollar caries dental, defectos del desarrollo del esmalte, erosión dental y enfermedad periodontal.

A nivel mundial, la caries dental constituye un relevante problema de salud pública y encabeza las enfermedades registradas en el Informe de la Carga Mundial de Morbilidad de 2015, ubicándose como la patología crónica no transmisible más frecuente. Se estima que afecta al 80 % de la población mundial, impactando prácticamente a todos los grupos de edad, desde la infancia hasta la adultez mayor, y se asocia directamente al incremento en el consumo de carbohidratos fermentables, en particular en forma de azúcares añadidos. Debido a la caries dental no tratada,

2.3 millones de personas resultan afectadas en la dentición permanente y más de 560 millones de niños presentan caries en la dentición primaria en el mundo. Las bebidas azucaradas son la fuente más común de azúcar añadido e incluyen bebidas de frutas, refrescos y aguas energéticas o vitamínicas. En particular, las bebidas gaseosas elaboradas con agua carbonatada, saborizantes y sacarosa, JMAF o edulcorantes artificiales son consumidas principalmente por adolescentes y adultos jóvenes, lo que se asocia directamente con el desarrollo de caries dental (Figura 1) (Arshad et al., 2022; Shkembi & Huppertz, 2023).

Figura 1. Alimentos con JMAF y patologías relacionadas al consumo (Arshad et al., 2022; Briones-avila et al., 2021; Jung et al., 2022; Shkembi & Huppertz, 2023)



Conclusiones

El uso de edulcorantes como el JMAF se ha convertido en una práctica habitual en la vida cotidiana y su consumo ha aumentado significativamente en las últimas décadas. Actualmente, se emplea de manera frecuente en pastas, refrescos, dulces, cereales, jugos, mermeladas, leche y productos de panadería, formando parte de la dieta diaria de la población a nivel mundial. La evidencia científica ha demostrado que el consumo elevado de JMAF se asocia con diversos problemas de salud, incluida la obesidad, el sobrepeso, la hipertensión, la enfermedad coronaria y la diabetes mellitus, ya que

contribuye a la intolerancia a la glucosa y la resistencia a la insulina, factores que también se han relacionado con deterioro cognitivo y afectaciones en el funcionamiento cerebral. La importancia de reducir el consumo de edulcorantes como el JMAF y su sustitución por alternativas nutricionales más saludables representan acciones prioritarias para mejorar la salud y la calidad de vida. Edulcorantes de origen natural, como la miel, la palma datilera, la remolacha azucarera, la caña de azúcar, el sorgo o el azúcar de uva, destacan por su contenido de azúcares naturales, vitaminas, minerales, fitoquímicos, antioxidantes y otros compuestos bioactivos que contribuyen al mantenimiento de la salud intestinal y del bienestar general del organismo, además de cumplir su función edulcorante. Estas alternativas no han mostrado efectos adversos para la salud, por el contrario, pueden aportar beneficios adicionales para la salud general y bucodental, así como para el bienestar y la calidad de vida.

Referencias

- Altuğ, T., Şen, G., & Kabakçı, R. (2024). Different concentrations of high fructose corn syrup in broiler diet cause different effects on selected hematological parameters. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 21(1), 22-26. <https://doi.org/10.34233/jpr.1507530>
- Aoyagi, T., Ohira, G., Hayano, K., Martin, O., & Takabe, K. (2025). High-fructose corn syrup on inflammation and cancer. *World Journal of Oncology*, 16(6), 531-537. <https://doi.org/10.14740/wjon2652>
- Arshad, S., Rehman, T., Saif, S., Rajoka, M. S. R., Ranjha, M. M. A. N., Hassoun, A., Cropotova, J., Trif, M., Younas, A., & Aadil, R. M. (2022). Replacement of

- refined sugar by natural sweeteners: Focus on potential health benefits. *Heliyon*, 8(9), e10711. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10711>
- Briones-Avila, L. S., Moranchel-Hernández, M. A., Moreno-Riolobos, D., Silva Pereira, T. S., Ortega Regules, A. E., López, K. V., & Islas Romero, L. M. (2021). Analysis of caloric and noncaloric sweeteners present in dairy products aimed at the school market and their possible effects on health. *Nutrients*, 13(9), 2994. <https://doi.org/10.3390/nu13092994>
- Hattori, H., Hanai, Y., Oshima, Y., Kataoka, H., & Eto, N. (2021). Excessive intake of high-fructose corn syrup drinks induces impaired glucose tolerance. *Biomedicines*, 9(5), 541. <https://doi.org/10.3390/biomedicines9050541>
- İlhan, İ., Asci, H., Buyukbayram, H. İ., Imeci, O. B., Sevuk, M. A., Erol, Z., Aksoy, F., & Milletsever, A. (2024). The impact of high-fructose corn syrup on cardiac damage via SIRT1/PGC1- α pathway: Potential ameliorative effect of selenium. *Biological Trace Element Research*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s12011-024-04081-z>
- Jung, S., Bae, H., Song, W. S., & Jang, C. (2022). Dietary fructose and fructose-induced pathologies. *Annual Review of Nutrition*, 42, 45–66. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-062220-025831>
- Şen, G., Demirci, M., Evci, Ş., Şenol, A., & Karsli, M. A. (2024). Effects of high-fructose corn syrup addition to broiler diets on performance, carcass yield, visceral weights, gut pH and some blood parameters. *Veterinary Medicine and Science*, 10(6), e70058. <https://doi.org/10.1002/vms3.70058>
- Shkembi, B., & Huppertz, T. (2023). Impact of dairy products and plant-based alternatives on dental health: Food matrix effects. *Nutrients*, 15(6), 1469. <https://doi.org/10.3390/nu15061469>
- Simsek, Y., Topaloğlu, U. S., & Dizdar, O. S. (2021). High-fructose corn syrup effects on metabolic parameters and malignancy. *Journal of Diabetology*, 12(3), 246–251. https://doi.org/10.4103/jod.jod_49_20

