

Artículo de Revisión

POLIOLES: PROPIEDADES Y SÍNTESIS

POLYOLS: PROPERTIES AND SYNTHESIS

Alejandro Rodríguez Borges^{1*} <https://orcid.org/0009-0007-8104-3553>
Lourdes Zumalacárregui de Cárdenas¹ <https://orcid.org/0000-0001-6921-737X>
Osney Pérez Ones¹ <https://orcid.org/0000-0002-0366-0317>

¹ Grupo de Análisis de Procesos. Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" (CUJAE), La Habana, Cuba.

Recibido: Abril 17, 2026; Revisado: Abril 26, 2026; Aceptado: Mayo 13, 2026

RESUMEN

Introducción:

Los polioles son un grupo de edulcorantes precursores de una amplia gama de productos de interés. Se producen por hidrogenación catalítica de monosacáridos o mezcla de estos en presencia de catalizadores metálicos o mediante fermentación microbiana. El sorbitol, el manitol y el xilitol son de los más conocidos por ser ampliamente utilizados en diferentes industrias.

Objetivo:

Revisar en la bibliografía lo que se expone sobre la producción industrial y propiedades de tres polioles de interés: sorbitol, manitol y xilitol.

Materiales y Métodos:

Se realizó una revisión bibliográfica en Google Académico y *ResearchGate*, priorizando publicaciones recientes. Se compararon rutas de síntesis y se resumieron las propiedades de los polioles seleccionados.

Resultados y Discusión:

El sorbitol es considerado como molécula plataforma. Se usa en la producción de alimentos, fármacos y polímeros. Su obtención se basa en la hidrogenación catalítica de glucosa. El manitol es menos soluble y menos dulce que el sorbitol, con baja higroscopicidad. Se produce por hidrogenación de fructosa o de manosa, enzimáticamente o por fermentación microbiana. El xilitol presenta un sabor similar al azúcar y poder anticariogénico. Se emplea en la producción de chicles, productos



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

* Autor para la correspondencia: Alejandro Rodríguez, Email: arb30@nauta.cu



dentales y cosméticos. Se obtiene por hidrogenación de xilosa, aunque la vía biotecnológica ofrece mayor selectividad y sostenibilidad.

Conclusiones:

Los polioles son alternativas saludables al azúcar con aplicaciones en múltiples industrias. El sorbitol, manitol y xilitol destacan por sus propiedades funcionales y beneficios para la salud. Las rutas biotecnológicas emergen como opciones más sostenibles frente a los procesos químicos tradicionales.

Palabras clave: hidrogenación catalítica; manitol; polioles; sorbitol; xilitol.

ABSTRACT

Introduction:

Polyols are a group of sweeteners that serve as precursors for many interesting products. They are produced by catalytic hydrogenation of monosaccharides or mixtures thereof in the presence of metallic catalysts, or by fermentation using microorganisms. Sorbitol, mannitol, and xylitol are three of the best-known polyols due to their widespread use in different industries.

Objective:

To review the literature regarding the industrial production and properties of three polyols of interest: sorbitol, mannitol, and xylitol.

Materials and Methods:

A bibliographic review was conducted using Google Scholar and ResearchGate, prioritizing recent publications. Synthesis routes were compared and the properties of the selected polyols were summarized.

Results and Discussion:

Sorbitol is considered a platform molecule. It is used in the production of food, pharmaceuticals, and polymers. Its production is based on the catalytic hydrogenation of glucose. Mannitol is less soluble and less sweet than sorbitol, with low hygroscopicity. It is produced by the hydrogenation of fructose or mannose, either enzymatically or by microbial fermentation. Xylitol has a sugar-like taste and anticariogenic properties. It is used in the production of chewing gum, dental products, and cosmetics. It is obtained by the hydrogenation of xylose, although the biotechnological route offers greater selectivity and sustainability.

Conclusions:

Polyols are healthy alternatives to sugar with applications in multiple industries. Sorbitol, mannitol, and xylitol stand out for their functional properties and health benefits. Biotechnological routes are emerging as more sustainable options compared to traditional chemical processes.

Keywords: catalytic hydrogenation, mannitol, polyols, sorbitol, xylitol.

1. INTRODUCCIÓN

El consumo elevado de azúcar continúa siendo un factor clave en el desarrollo de enfermedades metabólicas a nivel global, mientras que su producción tradicional genera notables impactos sobre los recursos de tierra y agua. Estos desafíos han intensificado la

búsqueda de edulcorantes alternativos que puedan reducir la ingesta calórica, mejorar resultados metabólicos y que se alineen con los objetivos de sostenibilidad industrial (Arévalo et al., 2025; Ayoub, 2026; Daher et al., 2025; Patel et al., 2025).

Los polioles son un grupo de edulcorantes que día a día ganan un significativo espacio en el mercado ya que se comportan como el azúcar, pero con menor aporte calórico (Suckling et al., 2025). Son conocidos también como polialcoholes o alcoholes polihídricos. Para su obtención, a los azúcares reductores de los que se derivan, se les sustituye un grupo carbonilo de una aldosa o cetosa por un grupo hidroxilo (Cordeiro et al., 2021; Larrea & Quiles, 2021). Pertenecen al grupo de edulcorantes nutritivos y tienen menor riesgo de provocar caries dentales; el nivel de glucosa en la sangre no se eleva, lo cual los hace aptos para el consumo de pacientes diabéticos (Sotamba & Zarumeño, 2023). Pueden encontrarse de manera natural en frutas y verduras, pero se producen artificialmente para usarse como aditivos que refuerzan el color, endulzan y conservan los alimentos (Lima et al., 2022).

Los polioles procedentes de la biomasa que más interés han despertado en las últimas décadas son el sorbitol, el manitol y el xilitol, derivados de monosacáridos y disacáridos. Estos tres polioles resaltan dentro de los más comunes por sus aplicaciones en la industria alimentaria, farmacéutica, cosmética y de polímeros (García, 2022; González et al., 2024; Meneses et al., 2023).

Lo anteriormente expuesto motiva a que el objetivo de este artículo sea revisar en la bibliografía lo que se expone sobre la producción industrial y propiedades de tres polioles de interés: sorbitol, manitol y xilitol.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó mediante una revisión bibliográfica en Google Académico y *ResearchGate*, priorizando publicaciones recientes de los últimos cinco años. Se analizaron estudios sobre las propiedades físico-químicas, aplicaciones industriales y rutas de producción de sorbitol, manitol y xilitol.

Se compararon principales vías de síntesis química, enzimática y biotecnológica, integrando datos de simulaciones de procesos reportadas entre 2020 y 2026. Además, se evaluó la viabilidad técnica y económica en el contexto cubano, considerando limitaciones de infraestructura y disponibilidad de materias primas.

La metodología permitió sistematizar información de diversas fuentes y elaborar un panorama general sobre el papel de estos polioles e la industria.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. *Propiedades físicas y químicas*

3.1.1. *Propiedades del sorbitol*

El sorbitol es un poliol de origen natural que presenta una estructura molecular de cadena abierta de seis carbonos y seis grupos hidroxilos (García, 2022; Gonzaga et al., 2019). Se encuentra en las algas rojas y en frutas como la pera, la cereza, la manzana y en cantidades mínimas en las uvas, por lo que se utiliza en ensayos para detectar la adulteración del vino. En forma anhidra, es un polvo blanco, inodoro y cristalino, soluble en agua y glicerina, prácticamente insoluble en etanol y casi insoluble en solventes orgánicos comunes. Es inerte ante ácidos diluidos y álcalis a 97 °C. Tiene un

carácter viscoso, pH alrededor de 7; su sabor característico es dulce y refrescante. Posee un 60 % de la dulzura de la sacarosa y no deja gusto amargo en la boca (Gonzaga et al., 2019; Marques et al., 2016; Ruíz, 2018).

El sorbitol se considera como una de las moléculas plataforma más importante debido a su versatilidad como material de partida para la producción de un gran número de productos. Su hidrogenólisis produce polioles inferiores como el xilitol y alcoholes como glicerol, metanol y etanol, como puede observarse en la figura 1. Estos compuestos, a su vez, pueden convertirse en otros productos de mayor valor agregado (Rodríguez et al., 2025; Asasta et al., 2024; García, 2022; Cubo, 2020; Banu et al., 2012).

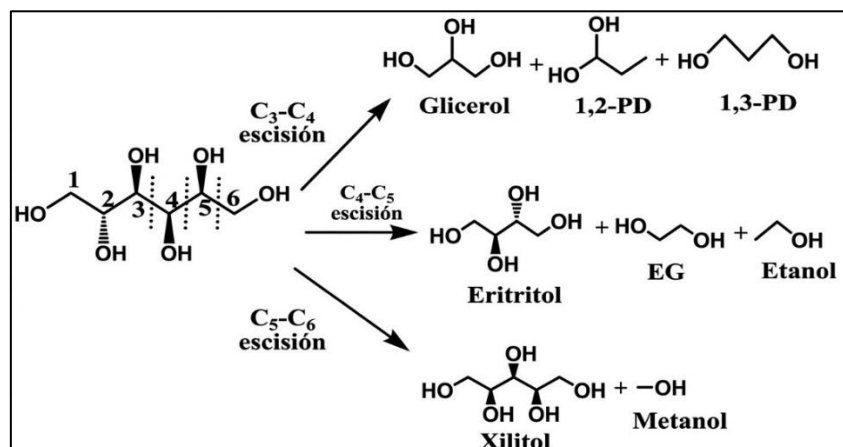


Figura 1. Productos de la hidrogenólisis del sorbitol formados mediante diferentes escisiones del enlace C-C. Fuente: (Banu et al., 2012)

3.1.2. Propiedades del manitol

El manitol es un alcohol de azúcar de seis carbonos. Originalmente se elaboraba a partir de la flor del fresno. Se le denominaba maná por su supuesta semejanza con el alimento bíblico (Chinaza, 2017). Químicamente, la estructura molecular del manitol y sus demás propiedades son muy similares a las de su estereoisómero sorbitol. Sin embargo, la solubilidad del manitol en agua es significativamente menor a la del sorbitol y a las de la mayoría de los otros polioles. Se encuentra distribuido ampliamente en la naturaleza y es el poliol más abundante en el reino vegetal (Bleckwedel, 2017; Petrides, 2020).

Su dulzor es inferior en comparación con otros polioles y su elevado índice de metabolización justifica su uso en la industria alimentaria (González et al., 2024). Entre sus características fisicoquímicas, se pueden destacar su escasa reactividad química y su baja higroscopicidad. Por esto, el manitol no se caracteriza por la absorción de humedad del ambiente. Estas propiedades, junto a su sabor dulce 50 % menor que el de la sacarosa y con un valor calórico también reducido respecto a este azúcar, hacen del manitol un compuesto con diversas aplicaciones (Bleckwedel, 2017).

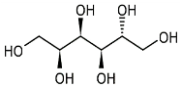
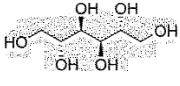
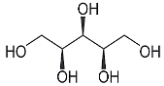
3.1.3. Propiedades del xilitol

El xilitol se puede encontrar en la corteza del abedul y en pequeñas cantidades en algunas plantas, frutas y vegetales. Es producido a nivel industrial a partir del xilano como materia prima (Ochog, 2023). Es un poliol de cinco carbonos derivado de la xilosa y es un producto químico renovable de gran valor agregado procedente de la biomasa (Zaykovskaya et al., 2026). Presenta una estructura molecular abierta con cinco

grupos hidroxilo, cada uno conectado a un átomo de carbono. El xilitol puro es un polvo blanco cristalino que se parece al azúcar, tanto a la vista como en su sabor (Petrides et al., 2023). No posee olor, presenta una elevada importancia comercial debido a su poder edulcorante y al ser una molécula de plataforma, el xilitol posee propiedades físico-químicas significativas que facilitan su uso en las industrias alimentaria, farmacéutica y odontológica y puede someterse a diversos procesos de transformación para obtener numerosos compuestos (Santos et al., 2024). Es metabolizado en el hígado y en la sangre. No obstante, no produce cambios significativos en los niveles de insulina (Palomino, 2024).

En la tabla 1 se muestran las fórmulas químicas, estructuras moleculares, masa molar, aporte calórico y poder edulcorante de estos polioles.

Tabla 1. Características del sorbitol, manitol y xilitol

<i>Nombre</i>	<i>Fórmula química</i>	<i>Masa molar (g/mol)</i>	<i>Estructura molecular</i>	<i>Aporte calórico (kJ/g)</i>	<i>Calor endotérmico de solución (kJ/kg)</i>	<i>Poder edulcorante</i>
Sorbitol	$C_6H_{14}O_6$	182,17		16,74	110 - 120	0,5 - 0,6
Manitol	$C_6H_{14}O_6$	182,17		6,69	135 - 140	0,4 - 0,5
Xilitol	$C_5H_{12}O_5$	152,15		10,04	145,70	0,95 - 1,00

Fuente: Elaboración propia. Datos tomados de (Awofe et al., 2025; Cordeiro et al., 2021; García, 2022; Gombás et al., 2003; González et al., 2024)

3.2. Rutas de producción

3.2.1. Producción de sorbitol

El sorbitol se puede producir química o biotecnológicamente. El proceso químico, mediante hidrogenación catalítica de glucosa, es el que comúnmente se ha aplicado industrialmente a nivel mundial (Vernando et al., 2024). En este proceso químico se emplean catalizadores metálicos que son metales de transición como níquel, rutenio, platino y rodio soportados en óxidos, carbonos, polímeros y zeolitas. Una elevada eficiencia, facilidad de uso, bajo costo y relativa seguridad ambiental hacen que la técnica catalítica de fabricación de sorbitol que emplea sistemas heterogéneos sea cada vez más viable (Rozali & Alexzman, 2021; Zhang et al., 2016).

Rozali & Alexzman, (2021) estudiaron la producción de sorbitol mediante la vía convencional, la hidrogenación catalítica de la glucosa, destacando el empleo de catalizadores de rutenio (Ru) soportados en diferentes materiales, dado que se ha demostrado que estos catalizadores tienen una alta actividad catalítica. Estos autores plantean que el Ru presenta mayor actividad catalítica y estabilidad de todas las fases activas, lo que resuelve el problema de la lixiviación de la fase activa que en ocasiones ocurre con el níquel (Ni). El Ru es más caro que el Ni debido a que es un metal noble, por lo que, consecuentemente se ha recubierto sobre varios soportes sólidos como carbón activado, sílice, dióxido de titanio y zeolitas para minimizar su costo. Analizaron diferentes rendimientos catalíticos según el tipo de catalizador utilizado. Los resultados

demonstraron que se logró un rendimiento de sorbitol superior al 80 % cuando se utilizan catalizadores basados en Ru.

Grandes esfuerzos se han realizado para convertir celulosa directamente en sorbitol empleando catalizadores basados principalmente en rutenio, platino y níquel (Cesário & Gaya, 2024). Vernando et al. (2024) plantean que la producción directa de sorbitol a partir de celulosa, utilizando un catalizador de Cu/Al/Fe en una baja concentración de ácido fosfórico (0,08 % p/p), alcanza un rendimiento máximo del 68 % de sorbitol, sin embargo, la conversión catalítica simultánea de celulosa en sorbitol bajo presión de hidrógeno (5,0 MPa) a 170 °C y 205 °C, utilizando Ru como catalizador, arrojó un rendimiento máximo del 75 % de sorbitol. Además, estos autores analizaron la producción de sorbitol a 130 °C y 8,8 MPa empleando dextrosa como materia prima y catalizador níquel-raney mediante la simulación del proceso en Aspen Hysys obteniendo un rendimiento de 70 %. Luego evaluaron la eficiencia energética del proceso optimizando las condiciones operativas donde, haciendo referencia a Yang et al. (2023), plantean que en la producción de sorbitol a 130 °C, utilizando el catalizador Ru/ASMA@AC y presión de 4,0 MPa, se logra una mayor conversión de aproximadamente 92,70 %. Este resultado refuerza lo planteado por Rozali & Alexzman, (2021) acerca del empleo de catalizadores de Ru en la producción de sorbitol.

Rodríguez et al. (2025) se propusieron como objetivo evaluar la viabilidad técnica y económica de sustituir la glucosa por siropes ricos en fructosa en la producción de sorbitol en una planta cubana, dada la baja disponibilidad de glucosa. Proponen esta alternativa para aumentar la producción y diversificar los productos, incorporando manitol que actualmente es importado. Analizaron la hidrogenación catalítica de la fructosa, simulando el proceso en el software *SuperPro Designer* v10.0, donde obtuvieron sorbitol y manitol en proporción 75 % y 25 % respectivamente. Etapas claves del proceso fueron simuladas. Económicamente el proceso es viable, pero para que sea implementado, se debe llevar a cabo una inversión en la planta para incorporar al proceso los equipos (cristalizador, centrífuga de canasto y secador rotatorio) que permiten obtener y separar el manitol del sorbitol. El modelo obtenido fue validado comparando los resultados con datos de referencia obteniendo errores relativos inferiores al 5 %, lo que confirma su precisión.

En la tabla 2 se muestra una comparación entre estas investigaciones analizadas.

Tabla 2. Resumen de las investigaciones analizadas sobre la producción de sorbitol

Parámetro	Rodríguez et al. (2025)	Rozali & Alexzman, (2021)	Vernando et al. (2024)	Yang et al. (2023)
Materia prima	Jarabe rico en fructosa (75 °Brix)	D-glucosa	Glucosa extraída de celulosa	Glucosa
Catalizador	Níquel-raney	Rutenio soportado en diferentes materiales	Níquel-raney	Ru/ASMA@AC
Condiciones	160 °C 5,5 MPa	80 – 120 °C 1,25 – 5,5 MPa	130 °C 8,8 MPa	130 °C 4,0 MPa
Rendimiento	75 %	89 – 100 %	70 %	92,70 %

Del análisis comparativo de estos cuatro artículos, se concluye que la diferencia en los rendimientos no se debe exclusivamente al catalizador empleado, sino también a la materia prima y las condiciones de reacción. Cuando se parte de glucosa pura, los catalizadores de rutenio soportados alcanzan rendimientos superiores a 95 %, gracias a su alta capacidad para disociar el hidrógeno activamente en la superficie metálica. En cambio, el níquel-raney requiere presiones más elevadas y es más susceptible a la lixiviación, aunque también puede lograr altas conversiones de glucosa en sorbitol. Cuando se utiliza fructosa, se produce una mezcla controlada de sorbitol y manitol, independientemente del catalizador que se use, ya que ambos metales, rutenio o níquel, activan el hidrógeno de forma similar pero la estructura de la fructosa permite obtener sorbitol y manitol a la vez. Cuando se parte de celulosa, en lugar de glucosa pura, se dificulta la ruptura de los enlaces químicos de celulosa para la liberación de glucosa, y tienen lugar reacciones secundarias. Estos factores limitan el rendimiento práctico a aproximadamente 75 % o menos.

Phannarangsee et al. (2024) demostraron que la cepa termotolerante *Zymomonas mobilis* ZM AD41 puede producir sorbitol de manera eficiente a partir de subproductos de la industria agroazucarera, como la melaza de caña y el bagazo hidrolizado, mediante fermentación a 37 °C. Tras evaluar distintas proporciones de melaza de caña/bagazo hidrolizado, determinaron que la melaza sola y la mezcla 3:1, ofrecieron los mejores rendimientos, alcanzando concentraciones máximas de 31,23 y 30,45 g/L de sorbitol, respectivamente, mientras que el bagazo hidrolizado solo resultó ineficiente (0,45 – 0,56 g/L) debido a su alto contenido de sodio que inhibe el crecimiento bacteriano. El proceso se beneficia de la capacidad de ZM AD41 de crecer a temperaturas relativamente altas, lo que reduce el riesgo de contaminación y simplifica el control de fermentación.

3.2.2. Producción de manitol

El manitol se produce principalmente mediante una reacción de hidrogenación de la fructosa o de la manosa, siendo una de las primeras alternativas utilizadas para la producción de manitol. Debido al precio relativamente alto de la fructosa, se utilizan principalmente jarabes de fructosa-glucosa más económicos como materia prima. La sacarosa, al reducirse mediante hidrólisis ácida en una mezcla de glucosa y fructosa, también produce los mismos productos en la proporción de una parte de manitol por tres partes de sorbitol. Más del 20 % de la glucosa puede ser transformada en manitol en este procedimiento, gracias a las interconversiones de manosa, fructosa y glucosa en medios alcalinos (García et al., 2025; Bleckwedel, 2017).

Petrides (2020) obtuvo manitol tras simular en *SuperPro Designer* v11.0 la tecnología de producción de este poliol utilizando jarabe de glucosa al 95 % de pureza como materia prima. El proceso combina transformaciones químicas, separación avanzada y operaciones de cristalización ya que primeramente la glucosa es convertida parcialmente en manosa en un reactor utilizando la enzima epimerasa. Se emplea cromatografía de lecho móvil simulado (SMB, por sus siglas en inglés) para separar glucosa y manosa, donde se obtiene la manosa con aproximadamente un 87 % de pureza. Esta es una etapa compleja por la similitud estructural de ambas moléculas. La manosa concentrada se somete a hidrogenación catalítica en presencia de níquel-raney a 6 MPa y 130 °C y como producto principal se obtiene manitol. Además de manitol,

también se obtienen otros polioles como el sorbitol y el maltitol, los cuales permanecen en las corrientes madres. Estas corrientes se reciclan hacia los tanques de disolución de cristalización con el propósito de mantener la pureza del manitol cristalizado, ya que, al redirigir los otros polioles al circuito de disolución, se evita que cristalicen junto con el manitol.

El manitol también puede producirse por vía enzimática mediante la reducción de fructosa a manitol por acción de la enzima manitol-2-deshidrogenasa (MDH). Esta enzima requiere de un cofactor que puede ser nicotinamida adenina dinucleótido reducido (NADH) o nicotinamida adenina dinucleótido fosfato reducido (NADPH). El proceso de síntesis de manitol por fermentación microbiana presenta ventajas. Mediante esta vía es posible alcanzar rendimientos cercanos al 84 – 88 % de conversión de fructosa a manitol, con concentraciones reportadas de hasta 42 g/L en condiciones favorables de cultivo como un pH controlado de 5,0, 37 °C y agitación de 100 rpm.

Las bacterias lácticas homofermentativas bajo ciertas condiciones de cultivo pueden convertir la glucosa o fructosa en manitol empleando varias enzimas; en cambio las bacterias lácticas heterofermentativas, como *Lactobacillus reuteri* CRL 1101 y *Fructobacillus tropaeoli* CRL 2034, pueden convertir fructosa en manitol en una sola reacción al utilizar la fructosa presente como aceptor de electrones externos, alcanzando actividades enzimáticas de MDH de 4,72 unidades enzimáticas por miligramo de proteína en cepas silvestres y hasta 7,88 cepas en mutantes mejoradas (Bleckwedel, 2017).

3.2.3. Producción de xilitol

El método de conversión química de producción de xilitol consiste en la hidrogenación catalítica de la xilosa. Es un proceso trifásico en presencia de un catalizador metálico, siendo el níquel-raney el más utilizado. Se realiza en condiciones de elevadas temperatura y presión, de 80 °C - 140 °C y 5,1 MPa respectivamente. Requiere que la xilosa esté altamente purificada para evitar la presencia de otros azúcares que generan subproductos no deseados. La solución resultante se concentra y el xilitol se recupera por cristalización, con una pureza de 98 % y un rendimiento de 50 % - 60 % con respecto a la xilosa inicial o el 8 % - 15 % de la materia prima. En este contexto, los indicadores de costo más relevantes son: el gasto energético derivado de las condiciones severas de operación, el alto precio y desgaste del catalizador metálico y la complejidad y costo de las etapas de purificación (Mathur et al., 2025; Queiroz et al., 2022; Clauser et al., 2024; Delgado et al., 2020).

El proceso de hidrogenación catalítica de la xilosa consta de cinco pasos: (1) Hidrólisis ácida de la biomasa lignocelulósica para obtener azúcares monoméricos; (2) Tratamiento del hidrolizado para purificar la xilosa; (3) Hidrogenación catalítica de la xilosa; (4) Purificación del xilitol; (5) Cristalización del xilitol. Mediante este método se puede convertir aproximadamente entre el 50 % y el 60 % del xilano del hidrolizado en xilitol. Esta ruta encuentra como barrera el elevado consumo energético debido a la elevada temperatura de trabajo, las condiciones de alta presión para la hidrogenación de la xilosa y las etapas de separación y purificación del xilitol (Delgado et al., 2020; Santos et al., 2024; Umai et al., 2022).

La conversión biotecnológica de xilosa a xilitol se lleva a cabo por microorganismos que producen enzimas para el metabolismo de la xilosa. El sustrato, la xilosa, se obtiene

de la fracción rica en hemicelulosa de la biomasa lignocelulósica. La levadura es el sustrato predominante (Espinoza, 2020; Umai et al., 2022).

Los principales pasos de la ruta biotecnológica para la producción de xilitol consisten en: (1) Pretratamiento de la biomasa lignocelulósica; (2) Hidrólisis; (3) Concentración y desintoxicación del hidrolizado hemicelulósico; (4) Bioconversión de xilosa en xilitol; y (5) Purificación, recuperación y cristalización del xilitol (Queiroz et al., 2022; Santos et al., 2024).

A pesar de satisfacer la demanda actual del mercado y ser mayormente empleado a escala industrial, los indicadores de costo de este proceso explican por qué el xilitol obtenido por vía química resulta caro y poco competitivo, además de ser un proceso intensivo en mano de obra y tener baja selectividad. Por el contrario, la producción fermentativa de xilitol se realiza en condiciones más suaves, tiene una mayor selectividad del proceso, lo que facilita la recuperación del producto y resulta ser una alternativa potencial para reducir costos de producción (Hernández-Pérez et al., 2019; Mathur et al., 2023; Petrides et al., 2023; Santos et al., 2024; Siriwong et al., 2026; Umai et al., 2022). En la tabla 3 se muestra una comparación de estas dos vías de producción en cuanto a indicadores de costo y rendimiento.

Tabla 3. Comparación entre las rutas química y biotecnológica de producción de xilitol

Ruta de producción	Método y materia prima	Condiciones de operación	Rendimiento/ productividad	Indicadores de costo
Química	Hidrogenación catalítica de xilosa	80 °C – 140 °C 4,0 MPa – 5,1 MPa 3 h– 5 h de reacción	50 %– 60 % de conversión de xilosa a xilitol	Proceso de elevado costo por consumo de energía y equipos especializados; múltiples etapas de purificación que encarecen el producto
Biotecnológica	Fermentación de residuos lignocelulósicos	30 °C – 42 °C pH 5,0 – 7,0 0,1 MPa	Ejemplo con bagazo de caña: 9,5 g/L de xitol. Rendimiento: 0,48 g/g de xilosa	Rendimiento económico: 0,002 USD/USD invertido en nutrientes y productos químicos

Fuente: Elaboración propia. Datos tomados de (Mathur et al., 2023; Petrides et al., 2023; Santos et al., 2024; Siriwong et al., 2026; Umai et al., 2022)

Aunque Mathur et al. (2025) investigaron de forma novedosa el empleo del bagazo de cerveza, un subproducto residual de la industria cervecera, como materia prima sostenible y rentable para la producción de xilitol utilizando la levadura *Pichia fermentans*, en la producción biotecnológica de xilitol se han usado con mayor frecuencia levaduras del género *Candida* (principalmente *C. guilliermondii*, *C. parapsilosis* y *C. tropicalis*), así como a las levaduras *Scheffersomyces stipitis*, *Debaryomyces hansenii* y *Kluyveromyces marxianus*. En estos microorganismos, la conversión de xilosa a xilitol depende de la enzima xilosa reductasa, que necesita un cofactor reducido como la nicotinamida adenina dinucleótido reducido (NADH) o la nicotinamida adenina dinucleótido fosfato reducido (NADPH) (Ledezma et al., 2018; Queiroz et al., 2022; Santos et al., 2024).

Gálvez et al. (2026) simulaban la obtención de xilitol a partir de bagazo de caña de

azúcar utilizando el software *SuperPro Designer* v12.0, donde evaluaron dos variantes tecnológicas: la influencia de la humedad del bagazo y la concentración inicial de biomasa en la fermentación. Para el proceso de fermentación de xilosa emplearon el microorganismo *Candida pelliculosa*. Los resultados mostraron una conversión de hemicelulosa a xilosa del 70 % en el caso base, con un rendimiento superior al ajustar la humedad del bagazo al 30 % y un rendimiento de 37,25 mg de xilitol por 100 g de bagazo, valores superiores a los reportados en otras fuentes. El producto final presentó humedad menor al 0,1 % y ausencia de cenizas, cumpliendo estándares de calidad.

4. CONCLUSIONES

1. El sorbitol, el manitol y el xilitol son polioles que representan alternativas saludables frente a la sacarosa, especialmente útiles para diabéticos. Cada uno posee propiedades específicas que los hacen valiosas en distintas industrias.
2. La simulación de procesos con herramientas como *SuperPro Designer* y Aspen Hysys ha demostrado ser clave para optimizar su producción.
3. Aunque la hidrogenación química domina a nivel industrial, las rutas biotecnológicas ofrecen ventajas en sostenibilidad, pero enfrentan limitaciones de rendimiento, costos y escalados.

REFERENCIAS

- Arévalo, P., Rebolledo, N., & Reyes, M. (2025). Non-Nutritive Sweeteners Intake and Its Association With Sugars Intake Among Chilean Toddlers. *Pediatric obesity*, 20(10), e70036. <https://doi.org/10.1111/ijpo.70036>
- Asasta, A. R., Armando, D. W., Tissadharma, J. C., Theo, K. A., & Nobelta, N. (2024). Sugar Alcohol: A Comparison of Xylitol and Sorbitol in Food Application. *Jurnal Global Ilmiah*, 1(4), 231-239. <https://doi.org/10.55324/jgi.v1i4.39>
- Awofe, A. H., Monioluwa, L. A., Wuraola, A. B., & Oluyemisi, O. F. (2025). Microbial production of sweeteners and their industrial applications: Current status and future prospects. *Science World Journal*, 20(1), 186-196. <https://www.ajol.info/index.php/swj/article/view/295344>
- Ayoub, A. (2026). The Sweetener Innovation 4.0 Manifesto: How AI Is Architecting the Future of Functional Sweetness. *Sustainability*, 18(5), 2488. <https://doi.org/10.3390/su18052488>
- Banu, M., Venuvanalingam, P., Shanmugam, R., Viswanathan, B., & Sivasanker, S. (2012). Sorbitol hydrogenolysis over Ni, Pt and Ru supported on NaY. *Topics in Catalysis*, 55(11-13), 897-907. <https://doi.org/10.1007/s11244-012-9864-5>
- Bleckwedel, J. (2017). *Aspectos moleculares de producción de manitol por bacterias lácticas heterofermentativas*. [Trabajo de posgrado para la obtención del grado académico superior de Doctor/a en Ciencias Biológicas, Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina]. <http://hdl.handle.net/11336/83694>
- Cesário, G., & Gaya, M. A. (2024). Aspectos técnico-econômicos para produção de sorbitol a partir do bagaço de cana. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 17(7), e8755. <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.7-355>
- Chinaza, A. (2017). Sugar Alcohols: Chemistry, Production, Health Concerns And
-

- Nutritional Importance Of Mannitol, Sorbitol, Xylitol, And Erythritol. *International Journal of Advanced Academic Research. Sciences, Technology & Engineering*, 3(2), 31-66. <https://www.ijaar.org/articles/Volume3-Number2/Sciences-Technology-Engineering/ijaar-ste-v3n2-feb17-p2.pdf>
- Clauser, N. M., Fit, C. G., Cardozo, R. E., Rivaldi, J. A., Felissia, F. E., Area, M. C., & Vallejos, M. E. (2024). Technical, Economic and Environmental Assessment of Xylitol Production in a Biorefinery Platform Toward a Circular Economy. *Sustainability*, 16(23), 10770. <https://doi.org/10.3390/su162310770>
- Cordeiro, M. M., Bueno, T. A., & Dala, B. M. (2021). Polióis como substitutos à sacarose: obtenção, características químicas e implicações à saúde. *Exatas Online*, 12(2), 11-26. <https://www.researchgate.net/publication/360009820>
- Cubo, A. (2020). *Diseño de catalizadores heterogéneos con actividad tándem ácida/hidrogenante para la producción en una etapa de isosorbida a partir de glucosa* [Tesis Doctoral, Universidad Rey Juan Carlos. España]. <http://hdl.handle.net/10115/17542>
- Daher, M., El Darazi, E., Kacim, M., Hobeika, M., & Sacre, Y. (2025). The Effect of Non-Nutritive Sweeteners' Consumption on Body Weight: A Randomized-Controlled Trial. *Food Science & Nutrition*, 13(7), e70691. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70691>
- Delgado, Y., Valmaña, O. D., Mandelli, D., Carvalho, W. A., & Magalhães, L. A. (2020). Xylitol: A review on the progress and challenges of its production by chemical route. *Catalysis Today*, 344, 2-14. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2018.07.060>
- Espinoza, J. L. (2020). Biotechnological production of xylitol from agricultural waste. *Biotecnia*, 22(1), 126-134. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i1.1160>
- Gálvez, N., Julián-Ricardo, M., Liaño, N., Pérez, M., González, E., & Gómez-Julián, A. M. (2026). Analysis of technological alternatives for xylitol production from sugarcane bagasse. *Afinidad*, 83(608), 48-54. <https://doi.org/https://doi.org/10.55815/980000013963>
- García, B. (2022). *Producción de polioles a partir de recursos renovables de origen lignocelulósico mediante transferencia catalítica de hidrógeno empleando catalizadores comerciales de tipo Níquel-raney* [Tesis Doctoral, Universidad Rey Juan Carlos. España]. <http://hdl.handle.net/10115/20011>
- García, L. A., Pérez, O., Moya, R., Suarez, E., & Suarez, C. M. (2025). Determinación de azúcares reductores en siropes invertidos obtenidos por hidrólisis ácida de sacarosa en una industria cubana. *Centro Azúcar*, 52(1), e1100. https://centrozucar.uclv.edu.cu/index.php/centro_azucar/article/view/833
- Gombás, Á., Szabó, P., Regdon, G., & Erős, I. (2003). Study of thermal behaviour of sugar alcohols. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 73(2), 615-621. <https://doi.org/10.1023/A:1025490432142>
- Gonzaga, J., Bispo, R., Dias, A., Delgado, Y., & Pontes, L. A. (2019). Economic and technological aspects of chemical sorbitol production. *Revista Cubana de Química*, 31(3), 388-413. <http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v31n3/2224-5421-ind-31-03-388.pdf>
- González, M. d. J., Pérez, J. G., Contreras, E., Soto, K., García, L., Pérez, E., Islas, D., Ángel, C., & Portillo, L. A. (2024). Uso de Polioles en la Industria de la
-

- Confitería. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 499-528. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11259
- Hernández-Pérez, A., de Arruda, P. V., Sene, L., da Silva, S. S., Kumar, A., & de Almeida Felipe, M. d. G. (2019). Xylitol bioproduction: state-of-the-art, industrial paradigm shift, and opportunities for integrated biorefineries. *Critical Reviews in Biotechnology*, 39(7), 924-943. <https://doi.org/10.1080/07388551.2019.1640658>
- Hidalgo, A., Zumalacárregui, L., Pérez, O., & González, G. A. (2020). Propuesta de incorporación de una línea de manitol en la UEB “Ignacio Agramonte”. *Tecnología Química*, 40(3), 640-654. <https://tecnologiaquimica.uo.edu.cu/index.php/tq/article/view/5174>
- Larrea, V., & Quiles, A. (2021). *Aditivos Edulcorantes: Polialcoholes* Departamento de Tecnología de alimentos. Universitat Politècnica de València. España]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/167344/Larrea?sequence=1>
- Ledezma, E., Ruíz, R., Bustos, G., Montes, N., Roa, V., & Rodríguez, G. (2018). Producción de xilitol a partir de hidrolizados ácidos no detoxificados de bagazo de sorgo por *Debaryomyces hansenii*. *Agrociencia*, 52(8), 1095-1106. <https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1725>
- Lima, M. V., Jiménez, D. J., Porras, C. A., Maurat, A. K., & Álvarez, D. P. (2022). Efectos de azúcares totales sustitutos de sacarosa en la salud bucal. Revisión bibliográfica. *Revista Eugenio Espejo*, 16(2), 101-113. <https://doi.org/10.37135/ee.04.14.11>
- Marques, C., Tarek, R., Sara, M., & Brar, S. K. (2016). Chapter 12 - Sorbitol Production From Biomass and Its Global Market. In S. Kaur Brar, S. Jyoti Sarma, & K. Pakshirajan (Eds.), *Platform Chemical Biorefinery* (pp. 217-227). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128029800000122>
- Mathur, S., Kumar, D., Kumar, V., Dantas, A., Verma, R., & Kuca, K. (2023). Xylitol: Production strategies with emphasis on biotechnological approach, scale up, and market trends. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 35, 101203. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101203>
- Mathur, S., Kumar, D., Kumar, V., Verma, R., Lalhlenmawia, H., & Kumar, D. (2025). Xylitol Production From Brewer's Spent Grain via *Pichia fermentans* Fermentation: Optimization, Scaling, and Isolation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2025(1), 9721088. <https://doi.org/10.1155/jfpp/9721088>
- Meneses, J., Morales, J. I., & Suárez, S. L. (2023). ¿Por qué nos saben dulces las cosas? *Revista Taller Universidad de Guanajuato*, 25(1), 4-12. <https://www.revistafronterabiotecnologica.cibatlaxcala.ipn.mx/volumen/vol25/pdf/vol-25-1.pdf>
- Ochog, M. M. (2023). *Desarrollo de jugos probióticos a base de frutos rojos y xilitol* [Trabajo de Integración Curricular presentado para optar al grado académico de Ingeniera Agroindustrial, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias, Ecuador]. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21168>
- Palomino, Y. M. N. (2024). *Variación del pH y flujo salival tras consumir chicles con sacarosa y xilitol en el colegio primario N° 169 en el año 2023* [Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista, Universidad Nacional Federico Villarreal. Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/8527>
-

- Patel, Y., Mohamed, O., Patel, S., Ghanem, O. M., Hurt, R. T., & Mundi, M. S. (2025). Rediscovering sweetness: the evolution and impact of non-nutritive and natural sweeteners. *Current Nutrition Reports*, 14(1), 54. <https://doi.org/10.1007/s13668-025-00646-z>
- Petrides, D. (2020). Mannitol Production from Glucose Syrup - Process Modeling and Techno-Economic Assessment (TEA) using SuperPro Designer. [Preprint]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15578.36803>
- Petrides, D., Pérez, A., Da Gama, R., & Misailidis, N. (2023). Xylitol Production via Fermentation from Lignocellulosic Feedstocks – Process Modeling and Techno-Economic Assessment (TEA) using SuperPro Designer. [Preprint]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34516.58248>
- Phannarangsee, Y., Jiawkhangphlu, B., Thanonkeo, S., Klanrit, P., Yamada, M., & Thanonkeo, P. (2024). Sorbitol production from mixtures of molasses and sugarcane bagasse hydrolysate using the thermally adapted *Zymomonas mobilis* ZM AD41. *Scientific Reports*, 14(1), 55-63. <https://doi.org/10.1038/s41598-02456307-8>
- Queiroz, S. S., Jofre, F. M., Mussatto, S. I., & Felipe, M. D. G. A. (2022). Scaling up xylitol bioproduction: Challenges to achieve a profitable bioprocess. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 154, 111789. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111789>
- Rodríguez B, A., Zumalacárregui, L., & Pérez, O. (2025). Simulación del proceso de obtención de sorbitol y manitol empleando siropes ricos en fructosa. *Tecnología Química*, 45(2025), 219-237. <https://tecnologiaquimica.uo.edu.cu/index.php/tq/article/view/5463>
- Rozali, N. H., & Alexzman, Z. A. (2021). Hydrogenation of Glucose into Sorbitol using Ru-based Catalyst: A Short Review. *Malaysian Journal of Catalysis*, 5(1), 1-9. <https://doi.org/10.11113/mjcat.v5n1.152>
- Ruíz, I. (2018). *Propuesta de modificaciones a la producción de glucosa por vía enzimática en la UEB "Chiquitico Fabregat"* [Tesis de pregrado en Ingeniería Química, Facultad de Química y Farmacia. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas Villa Clara, Cuba]. <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/10613>
- Santos, J. R., Diel Rambo, M. K., & Scapin, E. (2024). Recent advances in xylitol production in biorefineries from lignocellulosic biomass: a review study. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 59, e1814. <https://doi.org/10.5327/Z2176-94781814>
- Siriwong, T., Khanpanuek, S., Tippayawat, P., Lunprom, S., & Salakkam, A. (2026). Biovalorization of sugarcane bagasse for xylitol and xylooligosaccharides: Kinetic analysis and preliminary feasibility assessment. *Industrial Crops and Products*, 242, 122921. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2026.122921>
- Sotamba, J. V., & Zarumeño, J. S. (2023). *Viabilidad del uso de Polioles en la elaboración de trufas a partir de chocolate orgánico Paccari al 100% y República del Cacao al 100%* [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Licenciado en Gastronomía y Servicios de Alimentos y Bebidas, Universidad de Cuenca. Ecuador]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/43335>
-

- Suckling, J., Brussino, G., Koukouna, E., Misailidis, N., Koulouris, A., Petrides, D., Morse, S., Raats, M., Scholten, J., Westbroek, C., Halford, J. C. G., Harrold, J. A., Raben, A., & Murphy, R. (2025). Environmental life cycle assessment of producing sorbitol and maltitol from wheat starch using process simulation: The SWEET project. *Journal of Cleaner Production*, 494, 144985. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.144985>
- Umai, D., Kayalvizhi, R., Kumar, V., & Jacob, S. (2022). Xylitol: Bioproduction and Applications-A Review. *Frontiers in Sustainability*, 3, 826190. <https://doi.org/10.3389/frsus.2022.826190>
- Vernando, D. F., Rodifa, M., Muhammad, R. A., & Simanungkalit, R. Y. B. (2024). Improving Energy Efficiency with Heat Exchanger and Optimizing Operating Conditions for Sorbitol Production from Dextrose. *Journal of Chemical Engineering Research Progress*, 1(1), 74-83. <https://doi.org/10.9767/jcerp.20104>
- Yang, X., Li, X., Zhao, J., Liang, J., Zhu, J. (2023). Production of Sorbitol via Hydrogenation of Glucose over Ruthenium Coordinated with Amino Styrene-co-maleic Anhydride Polymer Encapsulated on Activated Carbon (Ru/ASMA@AC) Catalyst. *Molecules*, 28, 4830. <https://doi.org/10.3390/molecules28124830>
- Zaykovskaya, A., Ila, M., Ginter, M., Temmel, E., Schwiderski, M., Stepanski, M., & Louhi-Kultanen, M. (2026). Crystallization-Based Purification of Xylitol Produced by Biotechnological Route. *Chemical Engineering & Technology*, 49(4), e70201. <https://doi.org/10.1002/ceat.70201>
- Zhang, X., Durndell, L. J., Isaacs, M. A., Parlett, C. M. A., Lee, A. F., & Wilson, K. (2016). Platinum-Catalyzed Aqueous-Phase Hydrogenation of D-Glucose to D-Sorbitol. *ACS Catalysis*, 6(11), 7409-7417. <https://doi.org/10.1021/acscatal.6b02369>

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declararan que no existen conflictos de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- Ing. Alejandro Rodríguez Borges. Análisis formal, redacción – primera redacción, redacción – revisión y edición, investigación, validación.
 - Dr.C. Lourdes Zumalacárregui de Cárdenas. Análisis formal, conceptualización, metodología, redacción – revisión y edición, supervisión.
 - Dr.C. Osney Pérez Ones. Análisis formal, metodología, redacción - revisión y edición, supervisión.
-