

LIZETH Y. VARGAS-NAVARRO, HÉCTOR A. RUIZ*, ROSA M. RODRÍGUEZ-JASSO**

Biorefinery Group, Departamento de Investigación en Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, 25280, Saltillo, Coahuila, México

Autores de correspondencia: * Héctor A. Ruiz (hector_ruiz_leza@uadec.edu.mx), y ** Rosa M. Rodríguez-Jasso (rrodriguezjasso@uadec.edu.mx).

Producción de prebióticos

a través de residuos agroindustriales
y su impacto en la microbiota intestinal



Imagen ilustrativa / Creada con Inteligencia Artificial. ChatGPT, OpenAI, 2026.

INTRODUCCIÓN

La palabra bacteria comúnmente se asocia con enfermedades e infecciones y la idea de que existan millones de ellas viviendo en nuestro intestino suena preocupante, pero ¿es malo tener bacterias en el estómago?. La respuesta es no, ya que no todas las bacterias son dañinas a nuestra salud. Las que se conocen como probióticos y viven en el intestino grueso, juegan un papel muy importante en la salud gastrointestinal. Recientemente se ha incrementado el interés por el desarrollo de ingredientes que estimulen el crecimiento de los probióticos debido a que alteraciones en estos microorganismos se asocian a un amplio rango de enfermedades que van desde trastornos gastrointestinales hasta afecciones metabólicas. Dicho esto, no deberías preocuparte por tener bacterias en el estómago, pero si por saber cuidarlas.

LOS PROBIÓTICOS EN LA MICROBIOTA INTESTINAL

Al conjunto de microorganismos presentes en el intestino (bacterias, hongos, virus, entre otros), se le conoce como microbiota intestinal y en específico al microorganismo vivo que aporta beneficios en la salud se le conoce como probiótico.

Las bacterias más comúnmente presentes son *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y *Bacillus*. Dichas bacterias pueden otorgar muchos beneficios en la salud cuando están en equilibrio, pero por el contrario pueden causar problemas a causa de una mala alimentación, ingesta constante de antibióticos, estrés, actividad física irregular, entre otros factores (Maftei et al., 2024).

Cuando la microbiota está dañada y existen más bacterias malas que buenas, se pueden consumir los probióticos como suplemento alimenticio y actualmente se han incorporado a alimentos como bebidas, helados, yogurt, pan, entre otros. Generalmente, se recomienda ingerirlos por un periodo de tiempo y después suspender su uso debido a que un consumo prolongado provoca que el intestino encuentre un equilibrio y los beneficios que se observaban en un inicio disminuyan. Por el contrario, los prebióticos se pueden usar de forma constante para fungir su papel y sostener el equilibrio intestinal (Latif et al., 2023).

LOS PROBIÓTICOS EN LA MICROBIOTA INTESTINAL

La asociación científica internacional de probióticos y prebióticos define a los prebióticos como *"un ingrediente fermentado selectivamente que produce cambios específicos en la composición o actividad de la microbiota intestinal, lo que confiere beneficios a la salud del huésped"* (Gibson et al., 2017).

Para que un compuesto sea clasificado como prebiótico debe resistir a un pH ácido en el estómago, contribuir al crecimiento de las bacterias intestinales promoviendo la salud y al no ser absorbido en el tracto gastrointestinal debe llegar al colon (Davani-Davari et al., 2019).

En el colon los prebióticos se vuelven el alimento favorito de algunas bacterias. Estas los fermentan y producen compuestos llamados ácidos grasos de cadena corta, que no solo nutren las células del intestino, sino también ayudan a reducir la inflamación, fortalecen el sistema inmune y favorecen al equilibrio entre bacterias buenas y malas (Yoo et al., 2024).

RESIDUOS AGROINDUSTRIALES COMO FUENTE DE PREBIÓTICOS

Existen diferentes tipos de prebióticos como fructooligosacáridos, galactooligosacáridos, betaglucanos, xilooligosacáridos (XOS), arabinosilanos, entre otros que muy seguramente has consumido sin darte cuenta, ya que están presentes en diversos alimentos como plátano, cebolla, ajo, nueces y tomate (**Figura 1**); pero, aunque la dieta puede aportarlos, las cantidades suelen ser pequeñas (Obayomi et al., 2024)

Diversos estudios han señalado que para obtener beneficios en la salud se recomienda un consumo diario de entre 3 y 8 g de prebióticos, aunque la cantidad óptima depende del tipo de prebiótico. En el caso de los xilooligosacáridos se han observado efectos positivos con dosis de 1.4 g al día. Se reporta que un consumo excesivo puede causar leves molestias digestivas como gases o malestar abdominal (Lyu et al., 2020).

En los últimos años la demanda en el consumo de prebióticos ha aumentado debido a que su disposición en fuentes naturales se ve limitada. Por esa razón, la ciencia ha buscado nuevas estrategias en su producción, explorando el uso de residuos agroindustriales, logrando que a lo que normalmente no se le da un uso, pueda convertirse en un recurso valioso para la salud.

Los residuos agroindustriales que se han estudiado corresponden principalmente a subproductos de la agroindustria que quedan después del procesamiento de materias primas, por ejemplo, la paja de trigo, bagazos de agave o cascara de granos. Generalmente no son aprovechados y su acumulación puede convertirse en un problema ambiental contribuyendo a la contaminación del suelo, agua y aire. Sin embargo, debido a su composición pueden ser aprovechados para transformarse en productos de valor agregado como bioenergía, bioplásticos o ingredientes funcionales (Almaraz-Sánchez et al., 2022).

Estos residuos agroindustriales, también llamados “materiales lignocelulósicos” están compuestos principalmente de los biopolímeros como celulosa, hemicelulosa y lignina, que están presentes en la pared celular de este material vegetal. La fracción de hemicelulosa está compuesta principalmente por pentosas, hexosas y ácidos orgánicos (**Figura 2**). Dentro de las pentosas, la xilosa tiene importante relevancia porque constituye la estructura de los xilanos, biopolímeros que, al pasar por un proceso conocido como hidrólisis, producen estos XOS (Huang et al., 2021).

TIPOS DE PREBIÓTICOS

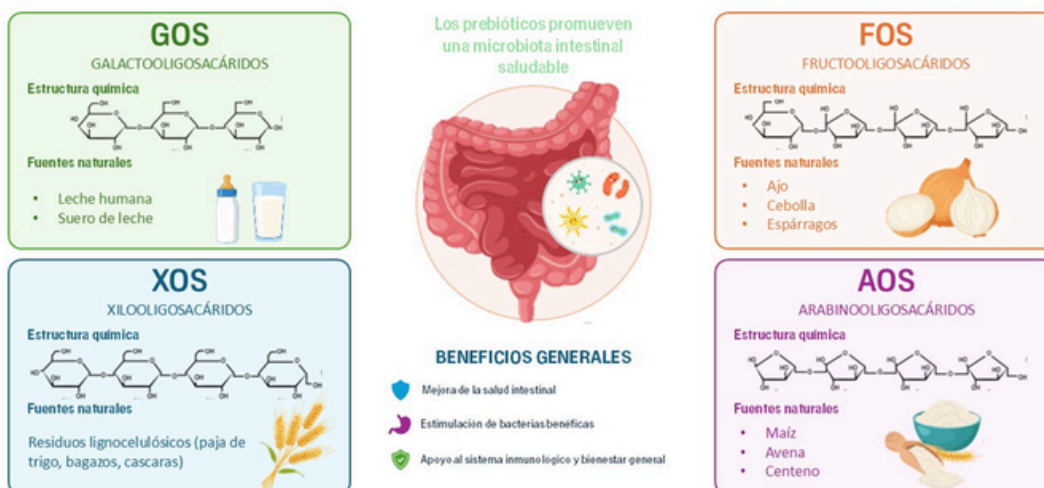


Figura 1. Tipos de oligosacáridos y su estructura química

Para lograr la separación o hidrólisis de la hemicelulosa de la fracción de celulosa y lignina, existen diferentes procesos que pueden ser biológicos, físicos o químicos. Entre ellos el tratamiento hidrotérmico destaca por su eficiencia y el uso únicamente de agua.

PROCESO EN LA PRODUCCIÓN DE PREBIÓTICOS

El primer paso en el proceso de producción de prebióticos mediante un tratamiento hidrotérmico consiste en someter el residuo agroindustrial en agua a altas temperaturas y presiones, generalmente en un reactor (**Figura 3**).

Durante este proceso, el medio se acidifica debido a la ionización del agua, facilitando la ruptura de la hemicelulosa. Al finalizar el proceso, se obtienen dos fases, en la fase sólida permanece en su mayoría la celulosa y la lignina, por otro lado, la fase líquida esta enriquecida por hemicelulosa, de esta manera se logra una separación efectiva de las fracciones (Shiva et al., 2023).

Durante el proceso hidrotérmico también se generan productos de degradación a partir de los azúcares que no solo afectan la pureza de los prebióticos, también las propiedades organolépticas. Por esta razón, una etapa clave después del proceso hidrotérmico es la purificación (Pinales-Márquez et al., 2021).

Algunas estrategias de purificación incluyen extracción con solventes, resinas, cromatografía y técnicas de filtración con membranas permitiendo obtener un prebiótico seguro y de calidad para aplicaciones en alimentos (Rashid & Sohail, 2021). El interés científico se centra no solo en demostrar sus múltiples beneficios, sino también en la optimización de técnicas de producción, mejora en sistemas de purificación y la incorporación de estos ingredientes en innovadoras matrices alimentarias.

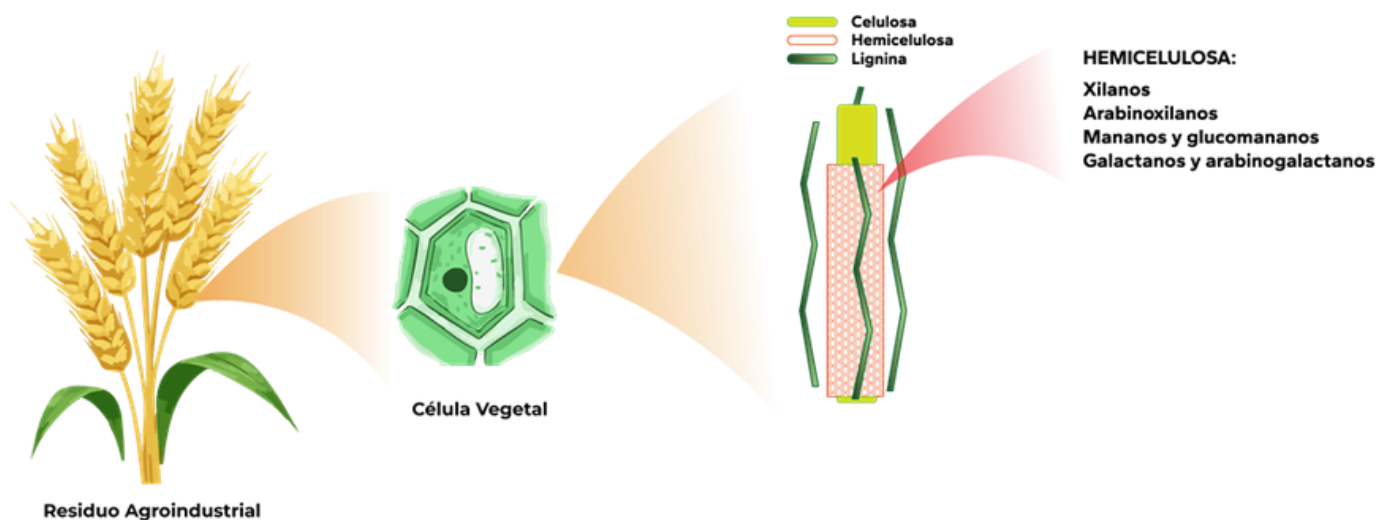


Figura 2. Estructura de la pared vegetal de residuos lignocelulósicos

CONCLUSIÓN

Los prebióticos son fundamentales para mantener el equilibrio de la microbiota intestinal, contribuyendo en la prevención de diversas enfermedades. Producirlos a partir de residuos agroindustriales representa una estrategia innovadora transformando un problema ambiental en una solución para la salud. Ahora que conoces toda esta información, ¿Cómo vas a cuidar a tus bacterias?

REFERENCIAS

- Almaraz-Sánchez, I., Amaro-Reyes, A., Acosta-Gallegos, J. A., & Mendoza-Sánchez, M. (2022). Processing Agroindustry By-Products for Obtaining Value-Added Products and Reducing Environmental Impact. *Journal of Chemistry*, 2022, 3656932. <https://doi.org/10.1155/2022/3656932>
- Davani-Davari, D., Negahdaripour, M., Karimzadeh, I., Seifan, M., Mohkam, M., Masoumi, S. J., Berenjian, A., & Ghasemi, Y. (2019). Prebiotics: Definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications. *Foods*, 8(3), 92. <https://doi.org/10.3390/foods8030092>
- Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K. S., Cani, P. D., Verbeke, K., & Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, 14(8), 491–502. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>

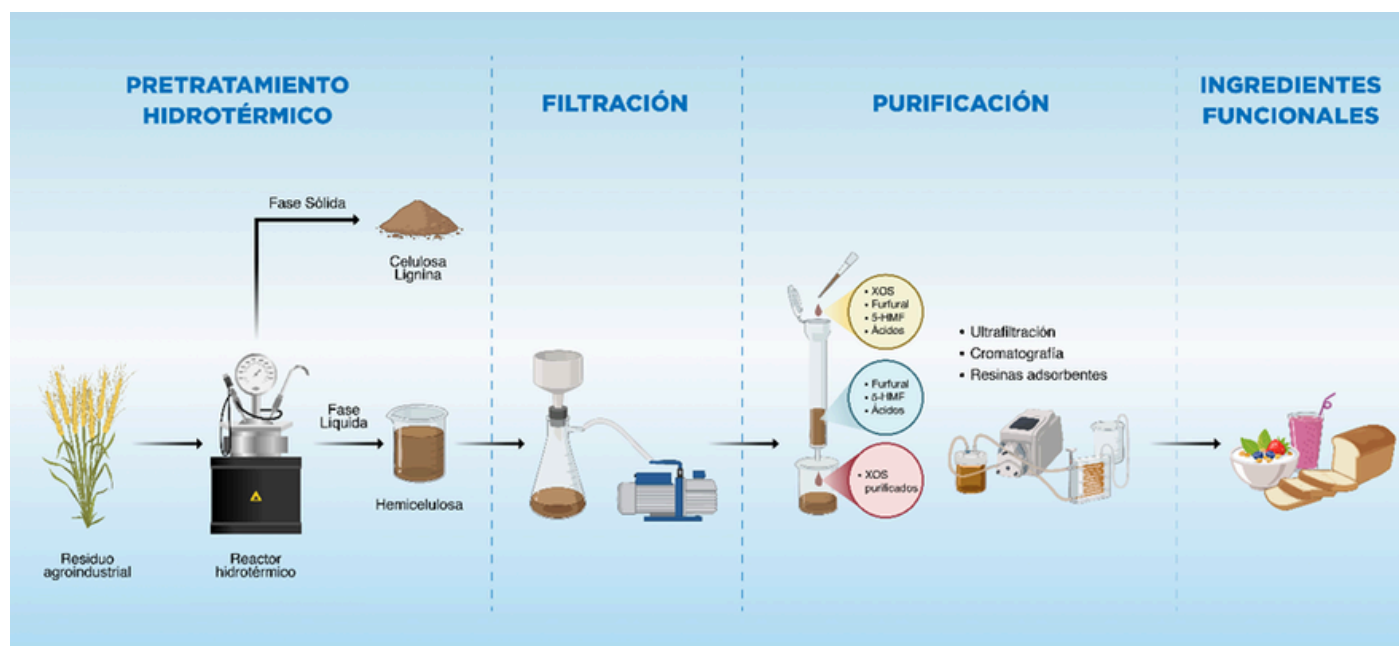


Figura 3. Proceso de extracción de xilooligosacaridos (XOS)

- Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K. S., Cani, P. D., Verbeke, K., & Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, 14(8), 491–502. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>
- Huang, L. Z., Ma, M. G., Ji, X. X., Choi, S. E., & Si, C. (2021). Recent Developments and Applications of Hemicellulose From Wheat Straw: A Review. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9, 690773. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.690773>
- Latif, A., Shehzad, A., Niazi, S., Zahid, A., Ashraf, W., Iqbal, M. W., Rehman, A., Riaz, T., Aadil, R. M., Khan, I. M., Özogul, F., Rocha, J. M., Esatbeyoglu, T., & Korma, S. A. (2023). Probiotics: mechanism of action, health benefits and their application in food industries. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1216674. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1216674>
- Lyu, Y., Debevere, S., Bourgeois, H., Ran, M., Broeckx, B. J. G., Vanhaecke, L., Van de Wiele, T., & Hesta, M. (2020). Dose-Dependent Effects of Dietary Xylooligosaccharides Supplementation on Microbiota, Fermentation and Metabolism in Healthy Adult Cats. *Molecules*, 25(21), 5030. <https://doi.org/10.3390/molecules25215030>
- Maffei, N. M., Raileanu, C. R., Balta, A. A., Ambrose, L., Boev, M., Marin, D. B., & Lisa, E. L. (2024). The Potential Impact of Probiotics on Human Health: An Update on Their Health-Promoting Properties. *Microorganisms*, 12(2), 234. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12020234>
- Pinales-Márquez, C. D., Rodríguez-Jasso, R. M., Araújo, R. G., Loredó-Treviño, A., Nabarlatz, D., Gullón, B., & Ruiz, H. A. (2021). Circular bioeconomy and integrated biorefinery in the production of xylooligosaccharides from lignocellulosic biomass: A review. *Industrial Crops and Products*, 162, 113274. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113274>
- Rashid, R., & Sohail, M. (2021). Xylanolytic *Bacillus* species for xylooligosaccharides production: a critical review. *Bioresources and Bioprocessing*, 8, 16. <https://doi.org/10.1186/s40643-021-00369-3>
- Shiva, Rodríguez-Jasso, R. M., Rosero-Chasoy, G., López-Sandin, I., Morais, A. R. C., & Ruiz, H. A. (2023). Enzymatic Hydrolysis, Kinetic Modeling of Hemicellulose Fraction, and Energy Efficiency of Autohydrolysis Pretreatment Using Agave Bagasse. *Bioenergy Research*, 16(1), 75–87. <https://doi.org/10.1007/s12155-022-10442-0>
- Victoria Obayomi, O., Folakemi Olaniran, A., & Olugbemiga Owa, S. (2024). Unveiling the role of functional foods with emphasis on prebiotics and probiotics in human health: A review. *Journal of Functional Foods*, 119, 106337. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.106337>
- Yoo, S., Jung, S. C., Kwak, K., & Kim, J. S. (2024). The Role of Prebiotics in Modulating Gut Microbiota: Implications for Human Health. In *International Journal of Molecular Sciences*, 25(9), 4834. <https://doi.org/10.3390/ijms25094834>

