

## **Un futuro sostenible para la industria azucarera: ¿cómo aprovechar al máximo los residuos agroindustriales?**

La industria agroindustrial es uno de los sectores económicos más importantes de México, pero también genera una gran cantidad de residuos, en el caso de la industria azucarera los residuos son bagazo de caña, la cachaza y las vinazas, que pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente (Maradei-García et al., 2019). La gestión adecuada de estos residuos es crucial para asegurar la sostenibilidad del sector y contribuir a la economía circular (Pan et al., 2019).

El bagazo de caña es la fibra que queda después de extraer el jugo de la caña de azúcar, este residuo tiene un alto contenido de celulosa y lignina, lo que lo hace ideal para la producción de materiales como papel, cartón, tableros de aglomerado y bioplásticos. Además, el bagazo también se puede utilizar como combustible en calderas para generar energía térmica y eléctrica, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero (Shahi et al., 2020).

La cachaza, que es el residuo sólido que queda después de la evaporación del jugo de la caña de azúcar, puede ser utilizada como materia prima para la producción de fertilizantes orgánicos debido a su alto contenido de nutrientes. Por otro lado, las vinazas, que son los residuos líquidos resultantes del proceso de destilación, pueden ser utilizadas como fertilizantes líquidos o como sustrato para la producción de biogás mediante digestión anaeróbica.

La celulosa es un polímero natural que se encuentra en la pared celular de las plantas. En la industria, se utiliza principalmente a partir de la madera, pero se puede obtener a partir de desperdicios agrícolas, como el bagazo de caña de azúcar, residuos de maíz, paja de trigo, entre otros. La celulosa de desperdicio agrícola se puede utilizar en la producción de una amplia gama de materiales sostenibles debido a su abundancia, bajo costo y su capacidad para ser renovable y biodegradable (Pan et al., 2019).

- **Papel y cartón:** La celulosa es el principal componente del papel y el cartón. La utilización de celulosa de desperdicio agrícola para la producción de estos materiales reduce la necesidad de talar árboles y contribuye a la conservación de los bosques.

- Bioplásticos: Los bioplásticos son plásticos que se derivan de fuentes renovables y biodegradables en lugar de fuentes no renovables como el petróleo. Estos bioplásticos pueden tener diversas aplicaciones, desde envases y embalajes hasta componentes de automóviles y materiales de construcción (Cheng et al., 2019)
- Materiales compuestos: La celulosa se puede combinar con otros materiales como plásticos, fibras naturales o metales para producir materiales compuestos con propiedades antimicrobianas, mecánicas o térmicas mejoradas (Hernández-López et al., 2024). Estos materiales compuestos pueden utilizarse en diversas aplicaciones, como la construcción, la automoción y la industria aeroespacial.

El aprovechamiento de residuos agroindustriales como materia prima para la producción de nuevos materiales reduce de la contaminación ambiental pues se reduce la cantidad de residuos que se envían a los vertederos, lo que ayuda a mitigar el impacto ambiental de la industria azucarera y al mismo tiempo, promueve la reutilización y el reciclaje de recursos, lo que contribuye a una economía circular. También se debe considerar que la celulosa de desperdicio agrícola es una alternativa renovable a la celulosa derivada de la madera, lo que ayuda a reducir la dependencia de recursos no renovables. Por último, el desarrollo y la producción de nuevos materiales a partir de residuos agroindustriales pueden generar nuevos empleos en la industria verde (Cheng et al., 2019).

Como conclusión, el aprovechamiento de residuos agroindustriales, como el bagazo de caña, para la producción de nuevos materiales a partir de celulosa de desperdicio agrícola representa una oportunidad crucial para asegurar un futuro sostenible para la industria azucarera en México. Esta práctica ofrece una serie de beneficios ambientales y económicos, y puede contribuir a la creación de una economía circular más resiliente y sostenible. La inversión en investigación y desarrollo tecnológicos es esencial para ampliar la adopción de esta práctica y maximizar su potencial.

## Referencias

Cheng, J., Wang, H., Kang, S., Xia, L., Jiang, S., Chen, M., & Jiang, S. (2019). An active packaging film based on yam starch with eugenol and its application for pork preservation. *Food Hydrocolloids*, 96, 546-554.  
<https://doi.org/10.1016/j.FOODHYD.2019.06.007>

- Hernández-López, R., López-Malo, A., Navarro-Amador, R., & Ramírez-Corona, N. (2024). Sustainable Filters with Antimicrobial Action from Sugarcane Bagasse: A Novel Waste Utilization Approach. *Waste*, 2(1), 122-135. <https://doi.org/10.3390/waste2010007>
- Maradei-García, M. F., Díaz-Ramirez, G., & Linares, G. V.-. (2019). Fibras de bagazo de caña de azúcar como agentes de refuerzo para compuestos naturales: descripción y aplicaciones de compuestos de polímeros. *Revista UIS Ingenierías*, 18(4), 117-130. <https://doi.org/10.18273/REVUIN.V18N4-2019011>
- Pan, Y., Zhao, X., Li, X., & Cai, P. (2019). Green-Based Antimicrobial Hydrogels Prepared from Bagasse Cellulose as 3D-Scaffolds for Wound Dressing. *Polymers 2019*, Vol. 11, Page 1846, 11(11), 1846. <https://doi.org/10.3390/POLYM11111846>
- Shahi, N., Min, B., Sapkota, B., & Rangari, V. K. (2020). Eco-Friendly Cellulose Nanofiber Extraction from Sugarcane Bagasse and Film Fabrication. *Sustainability 2020*, Vol. 12, Page 6015, 12(15), 6015. <https://doi.org/10.3390/SU12156015>

### **Sobre el autor:**

Rosa Hernández López. Licenciada en Ingeniería Química por la Universidad de las Américas Puebla en 2015. Actualmente es candidata a Doctora en Ciencia de Alimentos en la Universidad de las Américas Puebla.

**Contacto:** [rosa.hernandezlz@udlap.mx](mailto:rosa.hernandezlz@udlap.mx)

**Coautores:**

Dra. Nelly Ramírez-Corona. Doctora en Ingeniería Química por el Instituto Tecnológico de Celaya y profesora titular del Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental de la UDLAP desde 2007. Ha publicado más de 60 publicaciones científicas en el área de ingeniería química y de alimentos. Es investigadora nacional (SNII) nivel 1, miembro del Consejo Directivo de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química.

**Contacto:** [nelly.ramirez@udlap.mx](mailto:nelly.ramirez@udlap.mx)

Dr. Aurelio López-Malo. Doctor en Química (Alimentos) por la Universidad de Buenos Aires (Argentina) y profesor del Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental de la UDLAP desde 1987. Ha publicado más de 250 artículos científicos en revistas indizadas de prestigio internacional en el área de ciencia y tecnología de alimentos. Desde 1998 es profesor investigador, miembro del sistema nacional de investigadores de CONAHCYT, actualmente SNII nivel 3 y miembro de la Academia Mexicana de Ciencias.

**Contacto:** [aurelio.lopezm@udlap.mx](mailto:aurelio.lopezm@udlap.mx)

Dr. Ricardo Navarro Amador. Doctor en Química y Fisicoquímica de Materiales por la Universidad de Montpellier (Francia) y profesor e investigador del Departamento de Ciencias Químico Biológicas en la Universidad de las Américas Puebla desde 2018. Su investigación actual se centra en la síntesis y caracterización de materiales híbridos porosos aplicados en la remediación del medio ambiente y en el desarrollo de materiales y nanomateriales para la industria alimentaria. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNII) de CONAHCYT, actualmente en el nivel 1.

**Contacto:** [ricardo.navarro@udlap.mx](mailto:ricardo.navarro@udlap.mx)