

Editorial

Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular



Manuel Romero-Sáez

Grupo de Investigación Química Básica, Aplicada y Ambiente
Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín - Colombia.
manuelromero@itm.edu.co

El modelo de producción actual, basado en una economía lineal de “*Extraer, Fabricar, Consumir, Desechar*”, hace que la cantidad de residuos que se generan sea cada vez mayor. Según la Organización de las Naciones Unidas, cada año se recolectan en el mundo una cantidad estimada de 11.200 millones de toneladas de residuos sólidos y, según el Banco Mundial, los desechos a nivel global crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes [1, 2]. Solo por poner algunos ejemplos, cada minuto se compran en el mundo 1.000.000 de botellas plásticas, y al año se usan en el planeta 5 billones de bolsas de plástico de usar y tirar [1]. Además, de todo el plástico producido en la historia, solo se ha reciclado el 9 %, y aproximadamente un 12 % se ha incinerado. Por lo tanto, el 79 % restante se ha acumulado en vertederos, basureros o en el medio ambiente. Afortunadamente, la conciencia sobre el tratamiento de los residuos plásticos está aumentando, debido en parte a visibilidad de éstos en zonas como mares, playas y ríos.

Otro tipo de residuos, aparentemente menos peligrosos o contaminantes, son los agroindustriales. Éstos se generan en las diferentes etapas de los procesos productivos agrícolas, que van desde procedimientos relacionados con el cultivo hasta la obtención de la materia prima o actividades de procesamiento de ésta. Si bien este tipo de residuos son naturales, su mala disposición también puede generar problemas ambientales y sociales, como altas emisiones de CO₂ y partículas por la quema incontrolada, la contaminación de cuerpos de aguas por lixiviados, generación de malos olores o proliferación de ratas e insectos. La producción de este tipo de residuos es muy variable, tanto en tipo como en localización, por lo que es muy difícil tener datos concretos de su generación a nivel mundial. Sin embargo, para ilustrar el volumen de producción, se puede indicar que los alimentos más producidos en el mundo son la caña de azúcar y el arroz, con 1.800 y 509 millones de toneladas producidos en 2020, respectivamente. En el caso de la caña, se estima que por cada 1.000 kg de azúcar producida se que generan entre 30 y 65 toneladas de residuos, y en el caso del arroz, por cada tonelada de grano para consumo final se produce casi otra tonelada de residuos, entre paja y cascarilla. De manera más local, se estima que solo en Colombia, las actividades de los principales cultivos agrícolas, como plátano, caña de azúcar, banano, caña panelera, arroz, café, maíz o palma de aceite, generan más de 71 millones de toneladas de residuos al año, de las cuales solo el 17 % son aprovechados en algún uso secundario [3].

Toda esta cantidad de residuos que generamos a nivel global, y los efectos negativos que éstos tienen, hace necesario que se cambie el modelo de producción, y se adopte un modelo basado en la economía circular. Este modelo está inspirado en la naturaleza, ya que, al igual que pasa en los campos, selvas o bosques, “los restos de hoy alimentarán nueva vida mañana”. Llevando este modelo al sistema de producción, se puede decir que la economía circular se basa en que “los residuos que generamos deben servir como materia prima para producir nuevos productos”. Producir bienes bajo este modelo tiene importantes beneficios, como disminuir la explotación de los recursos naturales, reducir las emisiones, apoyar la economía

local, aumentar la eficiencia produciendo más con menos, aumentar la competitividad al depender menos de las importaciones, la creación de empleos con alto valor añadido, o el fomento de la innovación y modernización de la industria.

Los residuos agroindustriales pueden contribuir de manera importante a la economía circular, ya que pueden ser usados como materias primas en diferentes procesos de producción. Estos residuos se pueden clasificar en dos tipos diferentes. Por un lado, residuos de campo, como hojas, tallos, vainas de semillas y tallos que permanecen en el campo después de la cosecha. Por otro lado, los residuos de procesos, como melaza, cáscaras, bagazos, vástagos, semillas, hojas, tallo, paja, pulpa, rastrojo y raíces, que están presentes después de que los cultivos se transforman en productos para consumo final [4].

Uno de los usos más clásicos es su uso en procesos de compostaje. Este proceso permite la reutilización de residuos orgánicos heterogéneos mediante un bioproceso aeróbico, que los convierte en abono (compost) para el aumento de la población microbiana existente en los suelos. Son numerosos los residuos agroindustriales que se usan de manera controlada en la producción de compost, como estiércol de cerdo y pollo, tallo de maíz o trigo, serrín y restos de madera, cáscara de cítricos, paja de arroz, bagazo de caña o fibras de algodón [4]. Sin embargo, esta es una práctica que se hace de manera no controlada en muchas zonas de producción, lo que puede generar problemas ambientales.

Por otro lado, el aumento del costo de la materia prima para la producción de alimento para animales hace que sea necesario buscar alternativas más económicas y que permitan obtener un producto con un buen valor nutricional. Para que un residuo agroindustrial pueda ser utilizado con este fin debe presentar una composición fisicoquímica particular. Son varios los residuos de la agroindustria que cumplen estos requisitos, y se han utilizado en la producción de alimentos para diferentes tipos de animales, como aves, rumiantes o cerdos, entre otras especies. Algunos de ellos son cáscaras de cítricos y otras frutas, residuos de producción de aceite de oliva, girasol y canola, pulpa de remolacha, bagazo de caña y orujo de tomate [5]. En la última década se han evaluado nuevos coproductos, como la torta de semillas de cáñamo, el ginseng rojo, la pasta de canola, el follaje y afrecho de yuca y las cáscaras de café, con niveles aceptables de calorías, fibra y proteínas.

Otro campo en el que se pueden emplear los residuos agroindustriales como materias primas es la producción de biocombustibles [6]. Éstos se definen como aquellos combustibles que se obtienen a partir de biomasa u otros residuos orgánicos, y debido a su papel potencial para abordar los desafíos actuales de la energía y el medio ambiente, han recibido una atención significativa por parte de científicos de diversas disciplinas y países. De manera más concreta, los biocombustibles que son obtenidos a partir de residuos de las industrias agroalimentarias, de los cultivos o de la fracción orgánica de los residuos urbanos se denominan de segunda generación o avanzados, ya que no se obtienen directamente a partir de cultivos agrícolas destinados a la producción de alimentos. Los más producidos son el bioetanol y el biodiesel, y se obtienen a partir de residuos agrícolas, cultivos leñosos, o material vegetal de desecho de cultivos destinados a la alimentación que ya cumplieron su propósito alimentario. Algunos ejemplos son la fibra de maíz, el orujo de uva, el rastrojo de maíz, tallo de algodón, bagazo de caña de azúcar o de sorgo dulce, residuos de remolacha azucarera cruda, racimos vacíos de palma aceitera, serrín o borra de café.

Por otro lado, la incorporación de residuos agroindustriales a los materiales de construcción como sustitutos del cemento, ofrece la posibilidad de establecer un amplio desarrollo a nivel ambiental, social, y económico, permitiendo construir de una manera más sostenible. El cemento es el producto manufacturado más usado en el mundo, y por cada tonelada de cemento producido se emiten a la atmósfera unos 900 kg de CO₂. El uso de cenizas de residuos agroindustriales, como cascarilla de arroz, bagazo de caña, restos de madera, hoja

de bambú, mazorca de maíz, paja de trigo o cáscara de cacahuete [7], ha permitido la producción de concretos con el reemplazo de cemento de hasta el 20-30 %, manteniendo unas propiedades de resistencia y durabilidad del material que permite su uso normativo en aplicaciones tanto estructurales como no estructurales, dependiendo del caso.

Además de en la producción de nuevos materiales o bienes, la adecuada utilización de algunos residuos agroindustriales puede ser de gran utilidad en procesos de descontaminación de aguas. Así, se han empleado residuos sin modificar, como la cascarilla de arroz o la corteza de coco, para eliminar colorantes de corrientes de agua por adsorción, con eficiencias superiores al 90 %. Otros residuos, como el bagazo de caña de azúcar o el rastrojo de maíz, se han empleado en este proceso con muy buenos resultados tras ser sometidos a tratamientos ácidos para mejorar sus propiedades [8]. Además de la eliminación de colorantes, los residuos agroindustriales también son empleados en la adsorción de metales pesados. Ejemplo de ello son el bagazo de caña, en la eliminación de plomo, la cáscara de banano, la cascarilla de arroz y la cáscara de mandarina, adsorbiendo plomo y cromo, y los residuos de café, en la eliminación de cobre y cadmio.

Además de las aplicaciones mencionadas, los residuos agroindustriales pueden emplearse como materia prima en otros procesos, como el desarrollo de empaques bioplásticos, la obtención de aceites esenciales, polifenoles y extractos aromáticos naturales para la industria cosmética y la extracción de compuestos bioactivos útiles para el sector farmacéutico. Por lo tanto, los residuos agroindustriales poseen un alto potencial de aprovechamiento gracias a su variada composición química y propiedades físicas, y deben dejar de verse como un problema, para pasar a ser una oportunidad. Los estudios destinados a reutilizar estos residuos de forma sostenible han avanzado significativamente a escala de laboratorio y están comenzado a implementarse a escala industrial. Además, la generación de energía a partir de biomasa de residuos agroindustriales y la producción de biomateriales están ganando espacio, y son una tendencia de crecimiento prometedora. Si se continúa con estos estudios y se apuesta cada vez más por su implantación, los residuos agroindustriales pueden llegar a ser la principal fuente de materia prima de buena parte de los procesos productivos.

REFERENCIAS

- [1] Organización de las Naciones Unidas, “Todos podemos cambiar la situación en los siguientes ámbitos.” <https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures>
- [2] S. Kaza; L. C. Yao; P. Bhada-Tata; F. Van Woerden, *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: World Bank, 2018. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- [3] L. V. Peñaranda Gonzalez; S. P. Montenegro Gómez; P. A. Giraldo Abad, “Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia,” *Rev. Investig. Agrar. y Ambient.*, vol. 8, no. 2, pp. 141–150, Sep. 2017. <https://doi.org/10.22490/21456453.2040>
- [4] M. H. M. Zainudin *et al.*, “Enhancement of Agro-Industrial Waste Composting Process via the Microbial Inoculation: A Brief Review,” *Agronomy*, vol. 12, no. 1, p. 198, Jan. 2022. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010198>
- [5] A. Vastolo; S. Calabrò; M. I. Cutrignelli, “A review on the use of agro-industrial CO-products in animals’ diets,” *Ital. J. Anim. Sci.*, vol. 21, no. 1, pp. 577–594, Dec. 2022. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2022.2039562>
- [6] D. Lee *et al.*, “Recent progress in the catalytic thermochemical conversion process of biomass for biofuels,” *Chem. Eng. J.*, vol. 447, p. 137501, Nov. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.137501>
- [7] V. D. Katare; M. V. Madurwar; S. Raut, “Agro-Industrial Waste as a Cementitious Binder for Sustainable Concrete: An Overview,” in *Sustainable Waste Management: Policies and Case Studies*, Singapore: Springer Singapore, 2020, pp. 683–702. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7071-7_62

- [8] J. Mo; Q. Yang; N. Zhang; W. Zhang; Y. Zheng; Z. Zhang, “A review on agro-industrial waste (AIW) derived adsorbents for water and wastewater treatment,” *J. Environ. Manage.*, vol. 227, pp. 395–405, Dec. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.069>