(ES) Residuos de manzana: Una fuente sostenible de materiales de carbono y compuestos valiosos.

La implantación de estrategias sostenibles basadas en el uso de residuos como recursos renovables es un desafío real al que se enfrenta la sociedad actual. Sin lugar a dudas, la valorización de los desechos biomásicos generados en actividades industriales proporcionaría grandes beneficios en términos de costes de fabricación, dependencia de combustibles fósiles y diversos impactos medioambientales.

Un buen ejemplo lo constituye el residuo sólido generado por las industrias procesadoras de manzanas (principalmente, productoras de zumos y sidras). Este desecho, constituido por pieles, pulpa, tallos y semillas se ha utilizado tradicionalmente como alimento para el ganado. Sin embargo, la rápida y descontrolada fermentación de este material rico en azúcares y con un alto grado de humedad, el bajo contenido de

proteínas y la disponibilidad estacional limitan esta aplicación a una pequeña fracción de los 20-25 millones de toneladas generadas anualmente en todo el mundo. Aunque en los últimos años se ha incluido en los flujos para el compostaje, se estima que todavía más del 70% se deposita en vertederos o se incinera. Esta gestión tan poco eficiente genera un costo adicional para la industria y una contaminación del suelo, agua, y aire que no pueden obviarse.

Un buen ejemplo lo constituye el residuo sólido generado por las industrias procesadoras de manzanas (principalmente, productoras de zumos y sidras). Este desecho, constituido por pieles, pulpa, tallos y semillas se ha utilizado tradicionalmente como alimento para el ganado. Sin embargo, la rápida y descontrolada fermentación de este material rico en azúcares y con un alto grado de humedad, el bajo contenido de proteínas y la disponibilidad estacional limitan esta aplicación a una pequeña fracción de los 20-25 millones de toneladas generadas anualmente en todo el mundo. Aunque en los últimos años se ha incluido en los flujos para el compostaje, se estima que todavía más del 70% se deposita en vertederos o se incinera. Esta gestión tan poco eficiente genera un costo adicional para la industria y una contaminación del suelo, agua, y aire que no pueden obviarse.

El proyecto CEMOWAS[2] promueve la transferencia de conocimiento y tecnología desde el sector científico para la dinamización de la I+D+i sobre una gestión sostenible de residuos sólidos orgánicos. En el marco de dicho proyecto, investigadores de distintos centros del CSIC (Instituto de Ciencia y Tecnología del Carbono (INCAR), Instituto de Ciencias Agrarias (ICA) e Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN)), con el apoyo del Consorcio para la Gestión de los Residuos Sólidos en Asturias (COGERSA) y el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias (SERIDA), han mostrado que el residuo sólido de manzana es un recurso fácilmente explotable para obtener

materiales porosos de carbono de bajo coste y con características físico-químicas adaptadas para operar eficientemente en una gran variedad de aplicaciones. Como ejemplo, simples activaciones tanto físicas como químicas permiten obtener carbones activados con superficies específicas de 1000-2000 m^2/g. Con una porosidad tan desarrollada pueden actuar, entre otros usos, en la adsorción de contaminantes líquidos y gaseosos, pero también en aplicaciones más avanzadas como el almacenamiento de energía eléctrica en supercondensadores.

Esta investigación multidisciplinar también ha mostrado la posibilidad de una valorización integral de estos desechos mediante una nueva tecnología denominada carbonización hidrotermal (HTC). Planteado como una biorrefinería, el proceso HTC consigue estabilizar este residuo en forma de un sólido parcialmente carbonizado (*hidrochar o hidrocarbón*) mientras se generan, simultáneamente, compuestos valiosos en la fase acuosa obtenida como subproducto líquido.

El *hidrochar* producido tras simples tratamientos a temperaturas entre 180 y 230ºC bajo presión autógena durante periodos cortos de tiempo (2-4 horas) retiene el 82-96% de la energía y el 80-93% del carbono presente en el residuo inicial y constituye un combustible neutro en CO_2 con un poder calorífico cercano a 30 MJ/kg. Por otro lado, las propiedades agroquímicas y estructurales de este subproducto sólido sugieren su potencial para la mejora química, física y biológica de suelos empobrecidos (corrección de pH del suelo, capacidad de intercambio catiónico y la retención de nutrientes). Finalmente, su buen comportamiento como precursor de carbones activados proporciona otra ventaja adicional para hacer el proceso más competitivo. Por su parte, la fracción líquida resultante contiene numerosos polifenoles con alta actividad antioxidante y ácidos grasos de interés para, entre otros sectores, la industria cosmética.

Las características de los subproductos sólidos y líquidos pueden adaptarse a la aplicación final seleccionando la temperatura de reacción, mientras que la duración del proceso tiene menos impacto. Es importante destacar que al aprovechar la elevada humedad del residuo como reactivo (no se requiere secado previo) y transcurrir a temperaturas mucho más bajas, el tratamiento HTC presenta muy prometedor como alternativa más sostenible a otros procesos termoquímicos.

Información más detallada en los siguientes links:

- *Digital CSIC http://hdl.handle.net/10261/201846 (Versión del editor: https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b04266*
- *Digital CSIC http://hdl.handle.net/10261/215887 (Versión del editor:https://doi.org/j.biortech.2020.123395*