

Desarrollo de envases activos a partir de carbón activado obtenido de residuos de biomasa para alargar la vida útil de frutas y verduras (ENCARBIO)

Jessica Chaparro Garnica y Diego Cazorla Amorós

Instituto de Materiales. Universidad de Alicante. Apartado 99. 03080 Alicante.

El grupo de investigación Materiales Carbonoso y Medio Ambiente (MCMA) de la Universidad de Alicante a través del proyecto ENCARBIO, aprovecha residuos de biomasa lignocelulósica para la preparación de carbones activados que adsorban el etileno emitido por las frutas y/o verduras durante su proceso de maduración, lo que ayuda a retrasar su deterioro. El equipo de ENCARBIO, proyecto financiado por la Agencia Valenciana de la Innovación en el programa valorización y transferencia de resultados de investigación a las empresas (INNVA1/2022/26), lo forman Diego Cazorla Amorós, Emilia Morallón, Ángel Berenguer Murcia y Jessica Chaparro Garnica. Además, cuenta con la colaboración de ITENE, centro tecnológico especialista en I+D+i en envases y embalaje.

El objetivo principal del proyecto ENCARBIO es la optimización y escalado de la síntesis de carbones activados con texturas porosas definidas que, obtenidos a partir de diferentes tipos de residuos agroalimentarios, se incorporen en diferentes matrices poliméricas con el fin de tener nuevos envases que actúen adsorbiendo las moléculas emitidas durante el proceso de maduración de frutas y verduras frescas, causante de su rápido deterioro. El desarrollo de envases activos a partir del uso del carbón activado logrará mejorar la conservación y extender la vida útil de frutas y verduras frescas, contribuyendo a la reducción global de desperdicio alimentario.

Este proyecto se alinea con la nueva ley de residuos y suelos contaminados en España, la cual busca fomentar una economía circular y baja en carbono. Según la Comisión Europea y la organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura 1/3 de los alimentos para consumo humano a nivel mundial son desperdiciados. Más concretamente en Europa ~ 88 millones de toneladas de alimentos son desperdiciados lo que corresponde a ~ 143.000 millones de euros. Según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en España la fruta es el alimento que más se desperdicia en España junto con las verduras, hortalizas, lácteos, bebidas, pan y productos cárnicos frescos. Por lo tanto, el desarrollo de tecnologías de conservación es fundamental para reducir los desperdicios alimentarios, especialmente en aquellos productos perecederos como las frutas y verduras. Las mejoras de las tecnologías de conservación mediante envasado constituyen una alternativa a prácticas de postcosecha tradicionales, más agresivas, menos sostenibles y con más riesgos para la salud humana. En respuesta a la necesidad de mejorar estos aspectos, se vienen desarrollando soluciones de envase innovadoras como es la

tecnología de envases activos.

El desarrollo del presente proyecto presenta ciertas ventajas relacionadas con la metodología convencional de síntesis de los carbones activados, usando un método más eficiente que se puede aplicar a diferentes precursores y en el que el contenido de humedad de la materia prima no es un problema. De esta forma, casi el 40% de peso del residuo se pueda transformar en un nuevo recurso utilizando el procedimiento desarrollado por el grupo de investigación. Por otra parte, tiene ventajas medioambientales ya que la valorización de los residuos de biomasa evita que acaben siendo incinerados o depositados en vertederos emitiendo gases y líquidos durante su descomposición al medio ambiente, y económicas, al disminuir los costes de nueva materia prima para la síntesis de carbón activado. En definitiva, con todo esto se puede llegar a dar solución a dos problemáticas detectadas en el mercado. Por un lado, valorizar los subproductos producidos en la industria agroalimentaria y, por otro, aumentar la vida útil de los productos alimentarios envasados para conseguir ampliar los horizontes de exportación, abriendo nuevos mercados.

Durante la ejecución del proyecto se ha llevado a cabo la optimización y escalado del proceso de síntesis de carbones activados a partir de residuos agroalimentarios con excelentes propiedades texturales. Además, se ha optimizado el método de incorporación de carbón activado en materiales de envase para alcanzar las propiedades porosas deseadas. Con esto, se ha logrado el desarrollo de *films* flexibles activos con adecuada capacidad de adsorción de etileno.

Los carbones activados se prepararon mediante activación química con ácido fosfórico (H_3PO_4) que es una de las tecnologías que permite alcanzar los mayores rendimientos de producto final. Se llevó a cabo la síntesis de los carbones activados usando dos metodologías, la primera metodología es la activación química convencional mediante la impregnación de los residuos de biomasa con H_3PO_4 en concentraciones elevadas (superiores al 70 % en peso) y posterior tratamiento térmico en atmósfera inerte hasta temperatura de (o superior a) 450 °C. La segunda metodología de síntesis empleada incluye una etapa de carbonización hidrotermal de los residuos de biomasa en presencia de una disolución acuosa diluida de H_3PO_4 (25 % en peso). Para las dos metodologías se optimizó el proceso variando las condiciones experimentales (temperatura, tiempo y relación H_3PO_4 /biomasa), y se analizó su efecto en el rendimiento, propiedades texturales y química superficial de los carbones activados. Los carbones

activados obtenidos se han caracterizado mediante adsorción física de gases, análisis de la química superficial mediante desorción a temperatura programada (DTP) y espectroscopia fotoelectrónica de rayos X (XPS), determinación del pH en el punto de carga cero (pH_{PZC}) y análisis de la morfología de los materiales mediante microscopía electrónica de barrido (SEM).

Se logró obtener carbones activados a partir de cáscara de almendra y hueso de aceituna con rendimientos

cercanos al 45 % mediante las dos metodologías de síntesis mencionadas anteriormente. Estos carbones activados tienen superficies específicas superiores a $1500 \text{ m}^2/\text{g}$. La Figura 1 presenta un ejemplo de las isotermas de adsorción y desorción de N_2 a $-196 \text{ }^\circ\text{C}$ obtenidas para carbones activados preparados a partir de hueso de aceituna mediante activación convencional, usando diferentes relaciones de impregnación $\text{H}_3\text{PO}_4/\text{biomasa}$ (R1 (2:1), R2 (3:1)) y diferentes temperaturas (T1 ($450 \text{ }^\circ\text{C}$), T2 ($550 \text{ }^\circ\text{C}$)).

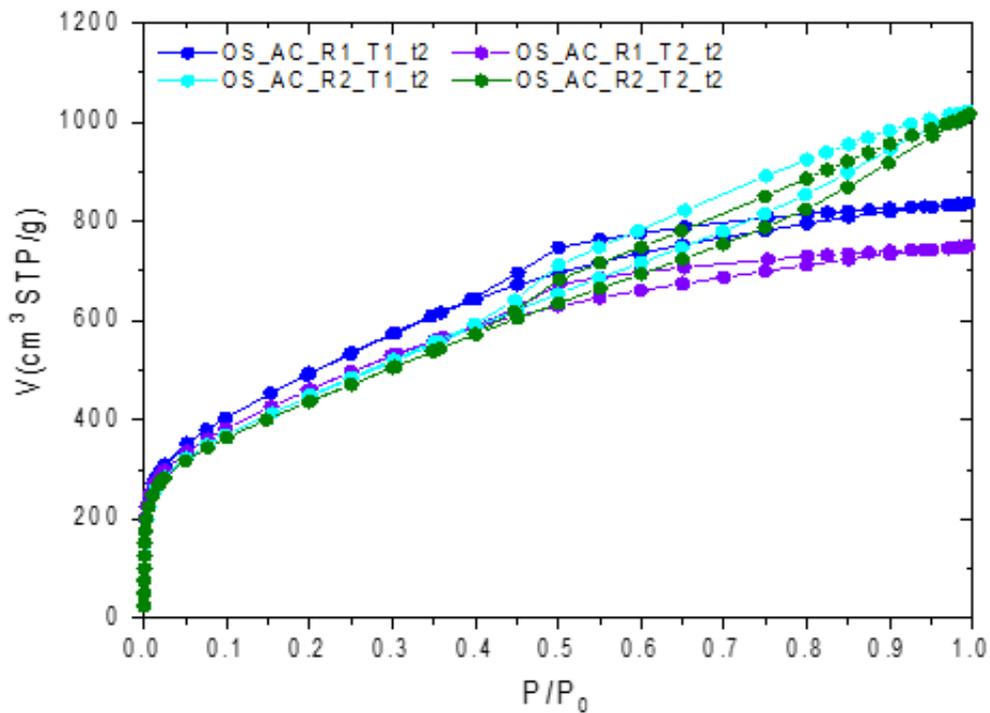


Figura 1. Isotermas de adsorción y desorción de N_2 a $-196 \text{ }^\circ\text{C}$ de los carbones activados preparados a partir de hueso de aceituna (OS) mediante activación convencional.

El equipo de investigadores de **ENCARBIO** se encuentra en fase de validación de los materiales activos desarrollados usando frutas. En la validación de los materiales activos desarrollados se está evaluando el impacto en la vida útil de los productos envasados determinando pérdida de peso, tamaño y se realizará un análisis sensorial (color, olor y textura).

Desde el inicio del proyecto en 2022, se ha contactado con empresas como BONNYSA, FRUILOMAR y PERA DE JUMILLA, las cuales han mostrado mucho interés al conocer el objetivo del proyecto ENCARBIO y proporcionaran sus productos para validación de los envases desarrollados.

