

TRABAJO COMPLETO

17. CIENCIAS, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Desarrollo y evaluación de materiales carbonosos derivados de biomasa como agentes de separación para la captura de CO₂

Autor: Araoz, María Emilse; araoz.emilse@gmail.com

Co-autor: Marcial, Adrian Facundo; adrianfacundomarcial@gmail.com

Orientador: Avila, Adolfo María; aavila@herrera.unt.edu.ar

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

Universidad Nacional de Tucumán

Resumen

El objetivo de este trabajo es el desarrollo y la evaluación de materiales que puedan actuar como agentes de separación en la captura de CO₂ tanto en gases de postcombustión como en procesos de purificación de biogás para obtener gas natural renovable o biometano. Se evaluaron experimentalmente tres tipos de materiales: dos materiales carbonosos derivados de biomasa y una zeolita comercial a modo comparativo. El método de evaluación fue desarrollado en el laboratorio (desorción por lecho fijo) y permite la caracterización y la optimización de los materiales para funcionar como agentes de separación

Palabras claves: materiales carbonosos, adsorción de CO₂, purificación de biogás

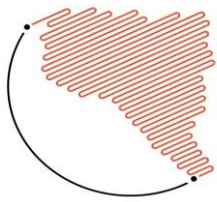
Introducción

Es de suma importancia el desarrollo de nuevos materiales sustentables que puedan ser utilizados como agentes de separación en procesos de purificación. En este sentido, los residuos de biomasa tienen un rol clave como fuente de materia prima al ser recursos renovables y abundantes. El objetivo de este trabajo es el desarrollo y la evaluación de adsorbentes que puedan actuar como agentes de separación en la captura de CO₂ tanto en gases de postcombustión como en procesos de purificación de

biogás para obtener gas natural renovable o biometano. Se puso especial énfasis en la caracterización de materiales carbonosos (biocarbón) en base a residuos de agrícolas de cosecha debido a su alto potencial para ofrecer alternativas sustentables en procesos de separación.

Objetivos

1. Desarrollo de materiales adsorbentes a partir de residuos agrícolas de cosecha de caña de azúcar.



2. Desenvolvimento de um método de avaliação de los materiales producidos.
3. Evaluación de la capacidad de adsorción de CO₂ de los materiales adsorbentes.

Materiales y métodos

1. Preparación de materiales: se desarrollaron dos tipos de materiales carbonosos por medio de un tratamiento térmico de residuos agrícolas de cosecha (RAC) de caña de azúcar. Los mismos se identifican como biocarbón A y biocarbón B, y difieren en su composición y morfología.
2. Evaluación de la adsorción: se construyó un sistema de medición adecuado para realizar la caracterización de los materiales utilizados (Fig. 1). El mismo cuenta con dos reguladores de flujo, una columna rellena con el material de trabajo, una válvula reguladora, un sensor de presión, y un detector de conductividad térmica (TCD) para monitorear la concentración de los gases de salida. El gas de alimentación usado en los experimentos corresponde a una mezcla de composición 15% CO₂ / 85% N₂.

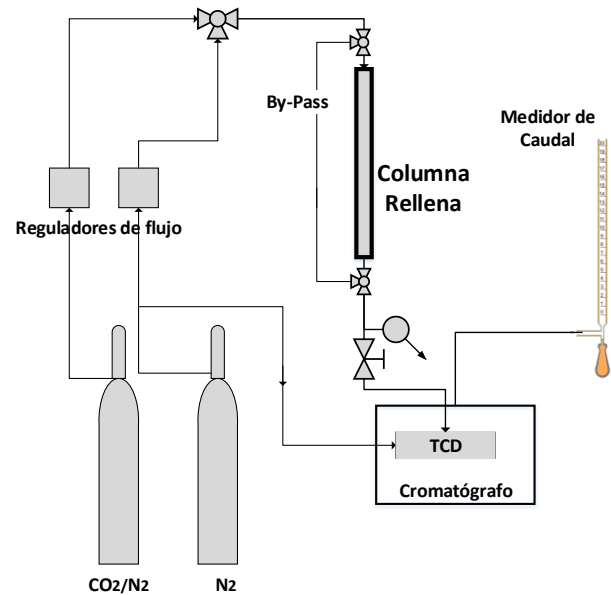
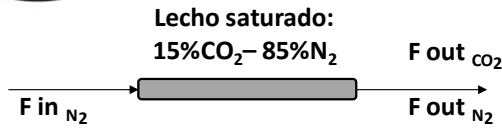
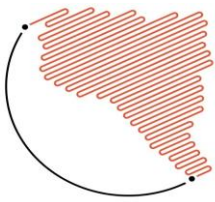


Fig. 1: Esquema del sistema de medición desarrollado en el laboratorio.

Además, se obtuvieron las isotermas de adsorción de CO₂ de los materiales desarrollados utilizando un sortómetro marca Micrometrics ASAP 2020, es decir un método volumétrico estándar de laboratorio.

Resultados y discusión

Mediante este método de desorción por lecho fijo, se pudo medir experimentalmente la capacidad de adsorción de CO₂ en los dos tipos de materiales carbonosos desarrollados y en una zeolita comercial. El cálculo de la capacidad de adsorción ($q^*_{CO_2}$) se obtuvo mediante el siguiente balance de masa de CO₂ en el proceso de desorción, teniendo en cuenta la curva de desorción obtenida con la señal normalizada del detector (Fig. 2).



$$\int_{t_0}^{t_{\infty}} F_{CO_2 out} dt = q^*_{CO_2} \rho_b V_b + C^0_{CO_2} \varepsilon_b V_b$$

$F_{CO_2 out}$: flujo de CO₂ a la salida [mol/s],
 $q^*_{CO_2}$: capacidad de adsorción de CO₂ [mol/kg],
 ρ_b : densidad del lecho [kg/m³],
 V_b : volumen del lecho [m³],
 $C^0_{CO_2}$: concentración de CO₂ [mol/m³],
 ε_b : porosidad del lecho.

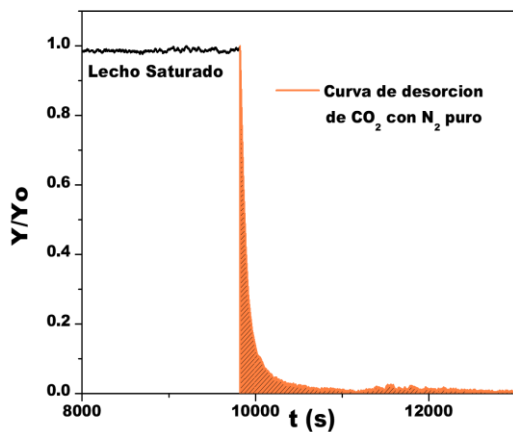


Fig. 2: Curva de desorción de CO₂ con corriente de N₂ puro.

Para evaluar la efectividad y la exactitud del método desarrollado en este trabajo, se compararon las estimaciones de las capacidades de adsorción de CO₂ con las isothermas de adsorción correspondientes, evaluadas por método volumétrico en un sortómetro (Micrometrics ASAP 2020) (Fig. 3).

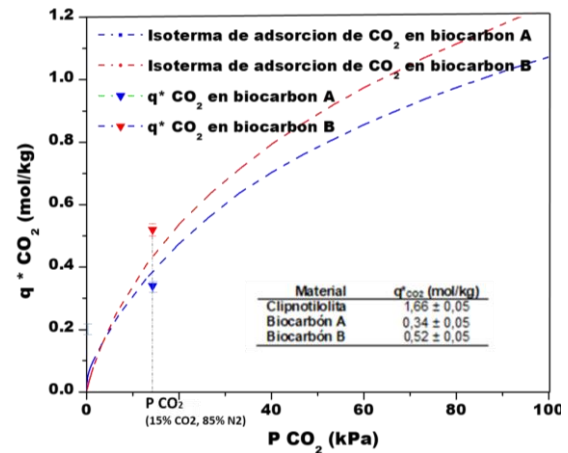


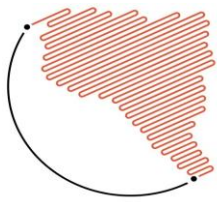
Fig. 3: Isothermas de adsorción de CO₂ en biocarbón a 35°C.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos por el método desarrollado en el laboratorio:

Tabla 1 Resultados obtenidos con el método de desorción por lecho fijo.

Material	$q^*_{CO_2}$ (mol/kg)
Clipnotilolita (zeolita)	1,66 ± 0,05
Biocarbón A	0,34 ± 0,05
Biocarbón B	0,52 ± 0,05

Como puede observarse, tanto con el sortómetro como con la desorción por lecho fijo se obtiene una mejora en la capacidad de adsorción de CO₂ de la muestra B en relación a la muestra A. Además, con la evaluación de la zeolita comercial se comprueba que el método de desorción por lecho fijo permite la evaluación de materiales en un amplio rango de capacidades de adsorción.



Conclusiones

Se desarrollaron materiales basados en residuos de biomasa con capacidad de adsorción de CO₂. El sistema y método por desorción de lecho fijo desarrollados en laboratorio permite estimar capacidades de adsorción de CO₂ para una evaluación comparativa de materiales adsorbentes para su desarrollo tecnológico como agentes de separación en la captura de CO₂.

Referencias bibliográficas

1. V. S. Balashankar, A. K. Rajagopalan, R. Pauw, A. M. Avila, and A. Rajendran (2019) Analysis of a Batch Adsorber Analogue for Rapid Screening of Adsorbents for Postcombustion CO₂ Capture Ind. Eng. Chem. Res., 58, 3314–3328.
2. Samanta, A. Zhao, G. K. H. Shimizu, P. Sarkar, and R. Gupta (2012) Post-Combustion CO₂ Capture Using Solid Sorbents: A Review Ind. Eng. Chem. Res., 51, 1438–1463.

Agradecimientos

- Universidad de Alberta (Canadá) (LabforAdvancedSeparationProcesses)
- LAFISO, FACET
- EEAO (Sección Ingeniería y Proyectos)
- CONICET

Financiamiento

- ANCYPT (CONICET – Préstamo BID – PICT – 2016 – 0815)
- Gobierno de Tucumán (Proyecto SIDETEC N°6)