

## **Seminarios del Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería 2022**

**Tema:** Desarrollo y evaluación de materiales como agentes de separación para la purificación de biogás

**Tesista:** Ing. María Emilse Aráoz

**Director:** Dr. Ing. Adolfo María Avila

### **1. Motivación**

El nuevo modelo de economía circular requiere el desarrollo de procesos de separación que permitan la captura de especies que generen un impacto negativo en el medio ambiente y que puedan ser recicladas o reutilizadas en otros procesos. En este contexto, los materiales carbonosos renovables resultan de gran interés como materia prima para la generación de nuevos agentes de separación para la purificación de biogás, la captura de CO<sub>2</sub>, el tratamiento de aguas residuales, el desarrollo de microseparadores entre otras aplicaciones. Son materiales versátiles y de fácil funcionalización que permiten el desarrollo de una plataforma química basada en materiales sustentables.

### **2. Objetivos**

- 2.1.** Desarrollar materiales que actúen como agentes de separación para encontrar mejores opciones en términos de pureza, productividad y costo.
- 2.2.** Diseñar y construir un dispositivo o módulo de evaluación para los agentes de separación a desarrollar.
- 2.3.** Evaluar el funcionamiento de los materiales en su capacidad de separación de las impurezas que acompañan al biometano y modificarlos mediante funcionalización y pos-tratamientos para mejorar su performance.

### **3. Avances de plan de tesis (Agosto 2022 – Marzo 2023)**

#### *Desarrollo de material carbonoso electroactivo para la captura de CO<sub>2</sub>.*

Se desarrolló un material adsorbente estructurado electroactivo de geometría tubular derivado de materiales renovables como los residuos de biomasa. Los mismos tienen la capacidad de calentarse al aplicar voltaje entre sus extremos. En base a una materia prima de alta disponibilidad a nivel local, los tubos fabricados representan una oportunidad para numerosas aplicaciones tecnológicas en procesos de separación y reacción.

#### *Estudio de la aplicación captura y control de CO<sub>2</sub> en bajos niveles de concentración (invernaderos agrícolas)*

Se relleno el adsorbente carbonoso con zeolita 13X, un adsorbente de gran selectividad, para formar un material estructurado híbrido de mayor capacidad de adsorción de CO<sub>2</sub>. Este adsorbente híbrido permite adsorber CO<sub>2</sub> a partir de fuentes de bajas concentraciones (1.0, 4.0 y 13.8% de CO<sub>2</sub> en N<sub>2</sub>). Se encuentra en desarrollo el estudio de su aplicación en ciclos consecutivos de adsorción y desorción por calentamiento directo para incorporar CO<sub>2</sub> en ambientes de invernaderos agrícolas con el objetivo de mejorar el rendimiento de las plantas. Se destaca el desarrollo de un adsorbente estructurado híbrido y electroactivo con versatilidad significativa ya que diferentes adsorbentes específicos de alta selectividad pueden ser incluidos

dentro de los tubos. Son aptos para arreglos multitubulares para su aplicación en procesos de separación a escala.

#### Contadores de membrana electroactivos para la recuperación de agua limpia

El material carbonoso tubular electroactivo puede ser utilizado como contador de membrana para la desalinización de aguas. Se desarrolló un módulo de medición que permite la circulación de una solución de NaCl en agua por el interior del tubo de manera continua. Al aplicar voltaje entre los extremos del material, se incrementa la concentración de sólidos disueltos en la corriente de salida del sistema, demostrándose la vaporización y la posibilidad de incrementar la producción de agua en forma significativa.

Se destaca la demostración original de la factibilidad de desalinizar aguas en base a elementos fabricados con materiales renovables como los residuos de biomasa con alta disponibilidad local. Entre las muchas aplicaciones posibles asociadas a la desalinización de aguas, se destaca el tratamiento de efluentes líquidos de biodigestores.

#### **4. Publicaciones**

- 4.1.** Avila, A. M., **Araoz, M. E.** Merging Renewable Carbon-Based Materials and Emerging Separation Concepts to Attain Relevant Purification Applications in a Circular Economy. *Ind. Eng. Chem. Res.* 2023, 62, 4793–4799
- 4.2.** Trejo González, J. A., **Araoz, M. E.**, Herrera, J. P., & Avila, A. M. (2022). Scalable and Renewable Electromembrane Contactors for Freshwater Recovery through Membrane Distillation. *Ind. Eng. Chem. Res.* 2022, 61, 16, 5493–5501
- 4.3.** **Aráoz, M. E.**; Marcial, A. F.; Trejo González, J. A.; Avila, A. M. (2021) Renewable and electroactive biomass-derived tubes for CO<sub>2</sub> capture in agro-industrial processes. *ACS Sustainable Chem. Eng.* 2021, 9, 23, 7759–7768
- 4.4.** Montes, P., Trejo González, J. A., **Aráoz, M. E.**, Iglesias, G. L., Trujillo, R. M., Madrid, R. E., & Avila, A. M. (2020). Renewable carbon-based materials for enhanced ion concentration polarization in sustainable separation devices. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(4), 104001
- 4.5.** Marcial, Adrián F.; **Aráoz, M. E.**; Avila, Adolfo M. “Separación CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>: evaluación de materiales adsorbentes y diseño conceptual del ciclo de adsorción”. *Revista Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA* (2020).

#### **5. Patentes**

Avila, A. M.; **Aráoz M. E.** P20210102418 - CONICET/UNT - 27/08/2021.

#### **6. Presentaciones en Congresos y Jornadas de Investigación**

- 6.1.** **Aráoz, M. E.**; Marcial, A. F.; Trejo González, J. A.; Avila, A. M. “Renewable and thermoelectric biocarbon tubes for CO<sub>2</sub> capture in adsorption cycles” 11<sup>th</sup> World Congress of Chemical Engineering. Buenos Aires. 2023. Trabajo a presentar.
- 6.2.** **Aráoz, M. E.**; Avila, A. M. “Material renovable electroactivo para la captura y el control de CO<sub>2</sub> a bajas concentraciones”. XXIX Jornadas de Jóvenes Investigadores de AUGM. Bolivia. 2022. Poster.

#### **7. Cursos de posgrado aprobados**

Cuento con un total de 504 horas de cursos de posgrado específicos aprobados.