

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 CO₂, 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 (Abril 2021 – Agosto 2022)

Desarrollo de material carbonoso electroactivo para la captura de CO₂.

Se desarrollaron materiales electroactivos carbonosos de geometría tubular a partir de residuos agrícolas de cosecha (RAC) de caña de azúcar. Es un material de tipo monolítico con la propiedad de conducir la corriente eléctrica, generando así un efecto electrotérmico (efecto Joule) que permite el calentamiento in situ. La temperatura del tubo puede ser controlada fácilmente manipulando el voltaje aplicado entre sus extremos, resultando de interés para ser usados en ciclos de adsorción y desorción por calentamiento directo.

Como logro científico, tecnológico y de innovación, se destaca el desarrollo de un material adsorbente estructurado electroactivo derivado de materiales renovables como los residuos de biomasa. 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.

Desarrollo de adsorbentes estructurados híbridos y electroactivos

La geometría tubular del material permite su funcionalización al complementarse con una variedad de materiales específicos de alta selectividad, generando adsorbentes estructurados de tipo híbrido. Se demostró que la capacidad de adsorción de CO₂ de los materiales híbridos incrementó respecto al material base. Se comprobó la posibilidad de utilizar un sistema

multitubular para la captura de CO₂ con tubos adsorbentes híbridos en ciclos de adsorción y desorción por calentamiento directo. Finalmente, se observó consistencia y repetibilidad en el comportamiento de estos materiales híbridos en operaciones cíclicas consecutivas.

Como logro científico, se puede destacar 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

Materiales carbonosos renovables de geometría tubular fueron desarrollados a partir de residuos agrícolas de cosecha de caña de azúcar para la recuperación de agua limpia de soluciones con elevada concentración de sólidos disueltos. Los tubos porosos conductores de corriente eléctrica pueden calentarse por efecto Joule, permitiendo la vaporización del agua, permeando el vapor hacia la parte interior del tubo donde se barre con flujo de aire para posterior condensación. Se obtuvieron resultados significativos en producción de agua limpia y en rechazo de sólidos disueltos al comparar con otros contactores de membrana electroactivos. El trabajo fue publicado en la revista *Industrial & Engineering Chemistry Research* (2022).

Como logro científico e innovador, 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. 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
- 4.2. **Araoz, M. E.**; Marcial, A. F.; Trejo González, J. A.; Avila, A. M. (2021) Renewable and electroactive biomass-derived tubes for CO₂ capture in agro-industrial processes. *ACS Sustainable Chem. Eng.* 2021, 9, 23, 7759–7768
- 4.3. Marcial, Adrián F.; **Araoz, M. E.**; Avila, Adolfo M. “Separación CO₂/N₂: evaluación de materiales adsorbentes y diseño conceptual del ciclo de adsorción”. *Revista Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA* (2020).
- 4.4. Montes, P., Trejo González, J. A., **Araoz, 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

5. Patentes

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

6. Cursos de posgrado aprobados

Cuento con un total de 496 horas de cursos de posgrado específicos aprobados