

Seminarios del Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería 2023

Título de Tesis: Estrategias de diseño y optimización de procesos para el desarrollo de una industria química sustentable derivada de la biomasa en Tucumán

Tesista: Ing. Ana María Cuezco

Director: Dr. Fernando Daniel Mele

Co-directora: Dra. Paula Zulema Araujo

Resumen

La concentración de CO₂ en la atmósfera aumentó de 250 ppm en la era preindustrial a más de 417 ppm en 2022 (Friedlingstein *et al.*, 2022), con efectos en el calentamiento global y el cambio climático. En este contexto, la captura y utilización de carbono (CCU) se ha convertido en una alternativa prometedora para transitar hacia un sector químico de bajas emisiones (Ioannou *et al.*, 2023). CCU abarca un amplio conjunto de rutas químicas que utilizan CO₂ como materia prima en la producción de compuestos de interés comercial en reemplazo a productos petroquímicos (Barbera *et al.*, 2020). Una de las posibilidades de CCU es la transformación de CO₂ residual a productos de un solo carbono (C₁) tales como: urea, metanol, ácido fórmico, metano y gas de síntesis (Meunier *et al.*, 2020; Leonzio, 2018), los cuales se constituyen como compuestos químicos plataforma de una industria sustentable.

En esta tercera participación en las Jornadas de Seminarios del Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería, se presentarán avances relacionados con el desarrollo de mi plan de tesis. El objetivo general es realizar tareas de investigación y desarrollo para sustentar la toma de decisiones sobre qué combinaciones de materias primas, recursos y tecnologías químicas deberían implementarse para mejorar el desempeño socioeconómico y ambiental del sector químico, de cara a un cambio de paradigma de fuentes no renovables a fuentes renovables, con especial hincapié en las agroindustrias características de la provincia de Tucumán. Se estudia la integración de rutas de producción de compuestos químicos C₁ a partir de biomasa regional, para reemplazar en los mercados esos productos de origen fósil.

Actualmente estoy trabajando en la producción de compuestos C₁ a partir del CO₂ biogénico generado en la industria sucroalcoholera. Las fuentes de CO₂ consideradas son los gases de combustión de bagazo de la caña de azúcar y los gases emitidos en la fermentación de melaza y jugo de caña en las destilerías. En particular, para el producto metanol, finalicé la etapa de diseño y simulación del proceso de síntesis a partir de CO₂ de ambas fuentes, utilizando el software UniSim Design[®], y los estudios ambientales de análisis de ciclo de vida, utilizando el software SimaPro[®]. Estos resultados se completarán con un estudio económico, para concluir el análisis multicriterio técnico, económico y ambiental de esta alternativa CCU. Otra vía de producción estudiada, la de metano, se encuentra en la etapa de construcción de los inventarios para el análisis ambiental, habiéndose concluido la etapa de simulación, el estudio de integración energética y el análisis del desempeño técnico. Para los productos urea y ácido fórmico realicé un análisis bibliográfico exhaustivo de materias primas y rutas químicas de producción sustentable, y se está comenzando con la etapa de diseño y simulación.

Parte de los resultados de la investigación descripta se han presentado en jornadas y congresos de la temática (período 2022-2023):

✓ **Cuezzo, A. M.**, Araujo, P. Z., Wheeler, J. y Mele, F. D. *Síntesis de metanol a partir de CO₂ biogénico de la industria sucroalcoholera*. XV Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA (CODINOA 2022), 29 y 30 de septiembre de 2022.

✓ Olivera, V., **Cuezzo, A. M.**, Araujo, P. Z. y Mele, F. D. *Simulación de la producción de metano en la industria sucroalcoholera*. Simposio Argentino de Informática Industrial e Investigación Operativa- 51° Jornadas Argentinas de Informática (JAIIO 2022), 17 al 28 de octubre de 2022.

✓ **Cuezzo, A. M.**, Olivera, V., Wheeler, J., Araujo, P. Z. y Mele, F. D. *Análisis de sustentabilidad de la producción de compuestos C₁ en una biorrefinería de caña de azúcar*. X Encuentro Argentino de Ciclo de Vida - IX Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica (ENARCIV 2022), INTI Córdoba, Argentina, 3 y 4 de noviembre de 2022.

✓ **Cuezzo, A. M.**, Araujo, P. Z., Wheeler, J. y Mele, F. D. *Production of single-carbon chemicals from multi-source industrial CO₂. Techno-economic and environmental analysis*. 11th World Congress of Chemical Engineering, 4 al 8 de junio de 2023 (aceptado).

Por otro lado, se publicó el estudio tecno-ambiental de producción de metanol por hidrogenación de CO₂ de los gases de fermentación en la revista internacional *Journal of CO₂ Utilization* (Q₁):

✓ **Cuezzo, A. M.**, Araujo, P. Z., Wheeler, J. y Mele, F. D. (2023). *Modeling and environmental implications of methanol production from biogenic CO₂ in the sugarcane industry*. *Journal of CO₂ Utilization*, 67, 102301.

Finalmente, las actividades curriculares realizadas en el período 2022-2023 son las siguientes:

✓ Curso de posgrado “Análisis Ambiental Cuantitativo de Alternativas de Proyectos” (40 horas). Docente responsable: Dra. Susana Llamas. Aprobado.

✓ Curso de posgrado “Simulación de Procesos Químicos” (60 horas). Docente responsable: Dr. Enrique Eduardo Tarifa. En curso.

Referencias

Barbera, E., Mantoan, F., Bertucco, A., & Bezzo, F. (2020). *Hydrogenation to convert CO₂ to C₁ chemicals: Technical comparison of different alternatives by process simulation*. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 98(9), 1893-1906.

Friedlingstein, P., O'sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Gregor, L., Hauck, J., ... & Zheng, B. (2022). *Global carbon budget 2022*. *Earth System Science Data*, 14(11), 4811-4900.

Ioannou, I., Javaloyes-Antón, J., Caballero, J. A., & Guillén-Gosálbez, G. (2023). *Economic and Environmental Performance of an Integrated CO₂ Refinery*. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*.

Leonzio, G. (2018). *State of art and perspectives about the production of methanol, dimethyl ether and syngas by carbon dioxide hydrogenation*. *Journal of CO₂ Utilization*, 27, 326-354.

Meunier, N., Chauvy, R., Mouhoubi, S., Thomas, D., De Weireld, G. (2020). *Alternative production of methanol from industrial CO₂*. *Renewable Energy*, 146, 1192-1203.