

Seminarios del Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería 2022

Título de Tesis: Diseño y optimización de las cadenas de suministros de biorrefinerías sustentables en la Argentina

Tesista: Ing. Lucas Maximiliano Machin Ferrero

Director: Dr. Fernando Daniel Mele

Resumen

Introducción

Ante diversos riesgos a nivel global como el cambio climático, el aumento de la población y el agotamiento de los recursos no renovables, aparece la necesidad y urgencia latente de implementar políticas que aseguren la sostenibilidad de los sistemas productivos convencionales. En un contexto agroindustrial, cobra interés el diseño de cadenas de suministros (CS) de biorrefinerías buscando la máxima utilización posible de biomasa regional y evaluar la sustentabilidad de las diversas alternativas.

En el plan de tesis se propuso el desarrollo de estrategias mediante modelado matemático, para una gestión óptima de las CS agroindustriales incorporando tecnologías que permitan la diversificación mediante la obtención de nuevos productos (tales como electricidad, biogás y productos químicos) a partir de los recursos biomásicos de la provincia de Tucumán.

Avances asociados al trabajo de tesis doctoral

En esta tercera participación en las Jornadas de Seminarios del Doctorado en Ciencias Exactas e Ingeniería, se presentarán avances con respecto al plan de tesis. Principalmente se ha desarrollado un marco metodológico para el diseño multicriterio de CS de biorrefinerías bajo consideraciones de sustentabilidad mediante tres etapas:

Etapa 1: Se realiza el modelado de las distintas unidades de la CS de fuentes biomásicas y sus productos derivados mediante formulaciones lineales y lineales mixtas enteras. Mediante un enfoque de optimización mono-objetivo con un criterio económico (mínimos costos totales), se diseña la CS que responda a una dada cartera de bioproductos que se desee obtener en la región bajo estudio. Esta etapa se repite para distintos escenarios, cada uno con diferentes ofertas/demandas de bioproductos. [2] [4]

Etapa 2: Evaluación de las soluciones obtenidas en la *Etapa 1* a través de indicadores ambientales, mediante la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (LCA), y sociales, a partir de datos socioeconómicos de cada región.

Etapa 3: Se realiza una clasificación de estos escenarios basada en el modelo de análisis envolvente de datos (DEA) para evaluar la eficiencia de acuerdo con los indicadores económicos, ambientales y sociales calculados en las etapas anteriores. De esta etapa se obtiene un *ranking* de los escenarios propuestos en la *Etapa 1*, pudiéndose identificar cuáles resultan relativamente eficientes considerando los mencionados indicadores. [1]

La propuesta metodológica se aplica al caso de la biomasa disponible en la provincia de Tucumán (caña de azúcar, residuos agrícolas de cosecha de la caña, cáscara de limón y residuos de poda del limón).

Avances asociados a los Cursos de posgrado

Al momento de realización de estas jornadas, se ha cumplido con el 100% de las horas de cursos de posgrado para cumplir con los requerimientos del Doctorado.

Vinculación y colaboración con grupos de trabajo internacionales

Se ha realizado una estadía doctoral en la Escuela Politécnica Federal de Zúrich (ETH Zúrich) entre los meses de enero y abril del 2022. Allí se participó en trabajos relacionados con la evaluación ambiental de sistemas y productos, lo que permitió la actualización en materia de las herramientas de interés para este plan de tesis doctoral. Al presente se mantiene la vinculación para la continuación de los trabajos por parte de ambos grupos.

Por otro lado, se continua la vinculación con investigadores de Colombia en avances referidos a la planificación de la producción sustentable de aceite de palma en Colombia mediante el diseño y optimización de cadenas de suministro. Los materiales y métodos que se utilizan en estos trabajos son similares a los del plan de esta tesis doctoral. [3]

Difusión / Presentaciones en reuniones científicas

[1] **Machin Ferrero, L. M.**; Wheeler, J.; Cabrera Jiménez R., Mele, F. D. *Optimal design of sustainably efficient biorefineries supply chains*. Artículo Completo en revisión. 51 Jornadas Argentinas de Informática. Sociedad Argentina de Informática (SADIO). Buenos Aires, Argentina, **2022**.

[2] **Machin Ferrero, L. M.**; Wheeler, J.; Mele, F. D. *Supply chain of sugarcane and its lignocellulosic biomass biorefineries in Argentina - An optimal design approach*. Revista. Artículo Completo. 50 Jornadas Argentinas de Informática. Sociedad Argentina de Informática (SADIO). Buenos Aires, Argentina, **2021**.

[3] Peña González, D. D.; **Machin Ferrero, L. M.**; Cortés Borda, D.; Barrios Sarmiento, A.; Domínguez Santiago, M.; Mele, F. D. *Planificación de la cadena de suministros sustentable de la palma aceitera en Colombia*. IX Conf. Internacional sobre Análisis de Ciclo de Vida en Latinoamérica 2021, Buenos Aires, 31 de mayo al 4 de junio de **2021**.

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Difusión / Artículos en Revistas Internacionales

En este periodo se han logrado publicar parte de los avances asociados al trabajo de tesis comentados en este resumen [4] y en las ediciones anteriores de las Jornadas de Seminarios [5] [6] [7].

[4] **Machin Ferrero, L. M.**; Mele, F. D. *Optimal Design of Sugar-Cane-Based Biorefinery Networks in Argentina*. ACS Sustainable Chemistry & Engineering (**2022**). doi.org/10.1021/acssuschemeng.2c00921

[5] **Machin Ferrero, L.M.**; Wheeler, J.; Mele, F.D. *Life cycle assessment of the Argentine lemon and its derivatives in a circular economy context*. Sustainable Production and Consumption (**2022**). doi.org/10.1016/j.spc.2021.11.014

[6] **Machin Ferrero, L.M.**, Araujo, P.Z., Nishihara Hun, A.L., Valdeón, D. H., Mele, F.D. *Water footprint assessment of lemon and its derivatives in Argentina: a case study in the province of Tucumán*. Int J Life Cycle Assess 26, 1505–1519 (**2021**). https://doi.org/10.1007/s11367-021-01939-5

[7] **Machin Ferrero, L.M.**, Araujo, P.Z., Valdeón, D. H., Nishihara Hun, A.L., Mele, F. D. *Water footprint of lemon production in Argentina*. Science of The Total Environment (**2021**). https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151614