

Análisis teórico de impactos ambientales en la producción de polines a partir de PEAD

Julio Brito R. ¹, Alexis Luna S. ¹, Gabriela Hernández-Luna ^{2,3,*}, Rosenberg J Romero ², Juan Carlos García Castrejón ²

¹ Maestría en Sustentabilidad Energética, Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, (62209) Mor., México

² Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, (62209) Mor., México

³ Escuela de Técnicos Laboratoristas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, (62209) Mor., México

* Autor de correspondencia: gabriela.hernandez@uaem.mx; Tel.: (+52 777 329 70 84).

Área de participación (Diseño de Procesos Sustentables/Análisis de Ciclo de Vida). **Ponencia Presencial.**

Recibido: 6 de mayo de 2023

Aceptado: 15 de junio de 2023

Publicado: 23 de noviembre de 2023

Palabras clave: Reciclaje, Análisis de Ciclo de Vida, Tecnologías Renovables.

Introducción. A partir de mediados del siglo pasado, los plásticos se han incorporado en la sociedad industrializada en un gran número de aplicaciones haciendo más fácil gran cantidad de procesos, sin embargo, además de beneficios, existe un impacto ambiental significativo, pues aproximadamente el 99 % de ellos se derivan de recursos fósiles (Espinosa y García, 2021) aunado al incremento de CH₄ y C₂H₄ generado en la etapa de degradación bajo radiación solar (Roger et. al., 2018) exacerbando así el gran problema de Cambio Climático que enfrentamos, esta es una de las razones por la cual nos encontramos en búsqueda de alternativas con menor impacto ambiental de éste y otros procesos. Los termoplásticos constituyen cerca del 80% de la producción de plásticos a nivel mundial. De acuerdo a lo anterior, los comúnmente reciclados por consumo son el polietileno (PE), el polipropileno (PP), el poliestireno (PS) y el cloruro de polivinilo (PVC), con cerca del 30% máximo por tipo (European Commission, 2016). En referencia a lo antes descrito, el reciclaje del polietileno de alta densidad (PEAD) representa un porcentaje menor y varía según la zona (Bataineh, 2020). Con la idea de prolongar la vida útil de este tipo de materiales además de contribuir a la reducción de desechos sólidos y coadyuvando a la mitigación del Cambio Climático, en este trabajo se propone analizar la reutilización de PEAD como materia prima para la elaboración de polines, los cuales tienen variadas aplicaciones, tales como, delimitar áreas, creación de cabañas, decoración de interiores, etc. El ciclo de vida de un producto comienza desde la extracción de la materia prima y culmina con su vida útil cuando éste se convierte en un residuo (Romero, 2003). En este estudio, se aplicó la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para comparar la generación de emisiones en la producción de un polín con dos sistemas: el primero corresponde a un polín de concreto armado con tecnología convencional y el segundo utilizando reciclaje de PEAD como materia prima, mediante tecnología renovable (PET-ER). De acuerdo al método de asignación aplicado, el reciclado de PEAD ofrece importantes beneficios ambientales sobre la tecnología convencional.

Materiales y Métodos. La primera tecnología analizada para la elaboración de polines emplea fuentes energéticas fósiles, convencionales, mientras que la segunda usa fuentes de energía renovable (solar). Este análisis tiene como objetivo identificar, además de cuantificar las emisiones originadas por la producción del polín tomando en cuenta cada elemento que integra el sistema de producción junto con la fuente energética requerida en el proceso. Al realizar ACV comparativos, es importante definir la unidad funcional del sistema, el servicio o función objetivo, el polín en este caso. La cuantificación de emisiones se realizó considerando límites del sistema de la puerta a la puerta, empleando el software OpenLCA por ser libre, de cálculo rápido y confiable en la evaluación del ciclo de vida, disponiendo de una amplia base de datos indispensable en este proceso (GreenDelta, 2022). Se analizaron cuatro categorías de impacto, Toxicidad humana, Calentamiento Global, Agotamiento de fuentes fósiles y Oxidación fotoquímica considerando el método de

evaluación de impacto (CML-IA, 2016). Los resultados se presentan a continuación.

Resultados. La Tabla 1 integra los resultados obtenidos comparativos de ambas tecnologías en la elaboración de un polín.

Tabla 1. Comparación de resultados de las categorías de impacto para ambas tecnologías: Convencional y PET-ER.

Categoría de impacto	Convencional	PET-ER	Diferencia (%)
Toxicidad humana (kg 1,4-DB eq)	27,743.15	7,304.88	379.79
Calentamiento global (kg CO ₂ eq)	59,721.47	2,052.10	2,910.26
Agotamiento de fuentes fósiles (MJ)	576,156.45	9,735.47	5,918.12
Oxidación fotoquímica (kg C ₂ H ₄ eq)	44.56	0.89	5,026.07

En la categoría de Toxicidad humana se comprobó que el sistema con tecnología convencional es el mayor contribuyente de emisiones de kg 1,4-DB con una diferencia de casi 300% en comparación con el sistema con tecnología renovable.

Con respecto al impacto del Calentamiento global se demostró que el sistema convencional contribuye significativamente más que el sistema PET-ER con una diferencia cercana al 3,000%.

Los resultados para la categoría de Agotamiento de fuentes fósiles se observaron que el sistema convencional contribuye mayoritariamente con una diferencia de casi 6,000% en comparación con el de tecnología renovable.

Por último, se comprobó que el sistema convencional genera una mayor emisión de kg C₂H₄ que el renovable teniendo un aumento de casi 5,000%. La representación gráfica de los impactos se aprecia en la Figura 1.

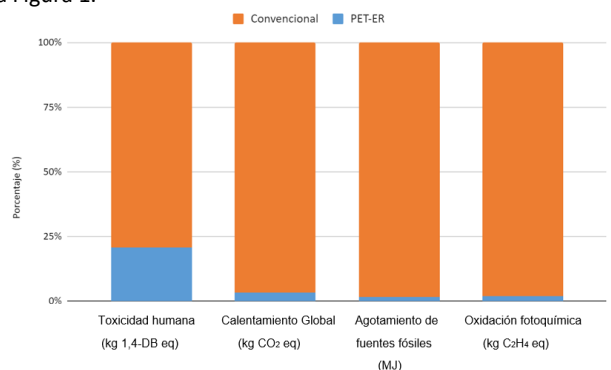


Figura 1. Comparación de resultados de las categorías de impacto para ambas tecnologías: Convencional y PET-ER.

Además de comparar las emisiones entre los dos sistemas, también se logró identificar en cada sistema, cuál de los elementos en su inventario genera mayor cantidad de emisiones en las categorías analizadas.

Conclusiones. Los resultados indicaron que el sistema con tecnología convencional tiene un impacto ambiental mayor en las cuatro categorías analizadas en comparación con el sistema de tecnología renovable. La categoría que mostró un mayor impacto ambiental fue el Agotamiento de fuentes fósiles con un total de 576,156.45 MJ.

El estudio demuestra que el reciclaje de residuos sólidos usando tecnologías renovables es una práctica con mínimos impactos al ambiente, además de contribuir positivamente a la economía circular. El reciclaje de termoplásticos es una solución eficaz para reducir la cantidad de residuos que terminan en vertederos impactando negativamente al ambiente. Con esta estrategia se prolonga la vida útil de materias primas provenientes de fuentes fósiles, además, la utilización de tecnologías renovables en el proceso de reciclaje permitiría minimizar el impacto ambiental, así como fomentar la creación de empleo junto con innovación tecnológica en el sector de la gestión de residuos.

Bibliografía.

- Bataineh, K.M. (2020). Life-Cycle Global Recycled Polyethylene Terephthalate Market Size. *Advances in Civil Engineering*, 2020, 1-15.
- CML-IA Baseline (2016). Universiteit Leiden. <https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-output/science/cml-ia-characterisation-factors>
- European Commission (2016). Study on the optimized separate collection of biowaste (including garden and park waste) and the treatment of biowaste. *Publications Office of the European Union*.
- Espinosa A. y García F. (2021). Amigos de la Tierra y Justicia Alimentaria. Plastívoros. La verdad sobre el ingrediente más tóxico de nuestra generación. Madrid.
- Green Delta. (2022). Open LCA. <https://www.openlca.org/>
- Royer S.-J., Ferrón S., Wilson S. T., Karl D. M. (2018). Production of methane and ethylene from plastic in the environment. *PLoS ONE* 13(8): e0200574. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200574>
- Romero, B. I. (2003). El Análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental. *Boletín IIE*, 91-97.