

Análisis de Estrategias de Economía Circular para Botellas de PET en Argentina: Un enfoque Integrado

Analysis of Circular Economy Strategies for PET Bottles in Argentina: An Integrated Approach

Presentación: 03/09/2024

Doctoranda:

María Agustina ZAPATA MARTINEZ

Grupo CLIOPE, Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional, Mendoza - Argentina
azapata@mendoza-conicet.gob.ar

Directora:

Bárbara María CIVIT

Codirector:

Alejandro Pablo ARENA

Resumen

Las consecuencias ambientales por el alto consumo de plásticos en una Economía Lineal (extraer- usar-tirar) son una preocupación mundial. Sin dudas, se deben buscar estrategias de producción y consumo de este material que sean más sustentables. Es por ello que la Economía Circular se presenta como potencial respuesta a la problemática. Este trabajo forma parte de la tesis doctoral titulada "Reducción del impacto ambiental durante el ciclo de vida de productos plásticos de un solo uso en Argentina, mediante la aplicación de estrategias de Economía Circular. Desarrollo de indicadores regionales". El objetivo general de la tesis es contribuir a la sustentabilidad industrial mediante la propuesta de sistemas circulares que reduzcan el impacto total asociado a la producción y consumo de plásticos en Argentina. En particular, este estudio se centra en evaluar la eficacia de las estrategias de Economía Circular en la cadena de botellas de PET grado alimenticio en Argentina. Para lograr esto, se abordarán los desafíos técnicos, sociales y económicos relacionados con la implementación de estas estrategias, utilizando una combinación de tres metodologías: Análisis de Flujo de Materiales (AFM), Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y Optimización.

Palabras clave: plástico de un solo uso, ACV, circularidad

Abstract

The environmental consequences of high plastic consumption in a linear economy (extraction-use-disposal) are a global concern. Clearly, more sustainable production and consumption strategies for this material need to be sought. The Circular Economy presents itself as a potential solution to this problem. This work is part of the doctoral thesis entitled "Reducing the Environmental Impact Throughout the Lifecycle of Single-Use Plastic Products in Argentina through the Application of Circular Economy Strategies. Development of Regional Indicators". The general objective of the thesis is to contribute to industrial sustainability by proposing circular systems that reduce the overall impact associated with the production and consumption of plastics in Argentina. Specifically, this study focuses on evaluating the effectiveness of circular economy strategies in the

food-grade PET bottle chain in Argentina. To achieve this, technical, social and economic challenges associated with the implementation of these strategies will be addressed using a combination of three methodologies: Material Flow Analysis (MFA), Life Cycle Assessment (LCA) and Optimization.

Keywords: single-use plastic, LCA, circularity

Introducción

El plástico forma parte de nuestra vida cotidiana, presentando múltiples ventajas debido a su bajo costo y bajo peso haciéndolo óptimo para su aplicación en diversas áreas. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, desde la década de 1970 la producción de plásticos ha aumentado a un ritmo mayor que el de cualquier otro material. Si las tendencias de crecimiento se mantienen, se estima que la producción mundial de materia prima plástica llegará a 1.100 millones de toneladas para el año 2050. Sin embargo, la manera en que producimos y consumimos plásticos, así como la gestión de estos materiales al final de su vida útil, se ha convertido en un problema de preocupación global. Las consecuencias van desde el agotamiento de recursos no renovables y la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) durante su producción, hasta la contaminación por macro y micro plásticos en prácticamente todos los ecosistemas del planeta, entre otros impactos negativos al ambiente. Este problema se agrava aún más cuando gran parte del plástico se utiliza en productos de un solo uso, estos productos tienen un ciclo de vida corto y a menudo terminan en vertederos, lo que representa un desafío ambiental considerable. De acuerdo a la Cámara Argentina de la Industria Plástica (CAIP), en 2021 el consumo anual de plástico por habitante en Argentina fue de 40,8 kg, y aproximadamente el 45% de los productos plásticos se destina a embalajes, que suelen ser plásticos de un solo uso.

La Economía Circular (EC) emerge como una posible solución a este problema. Es un concepto de economía industrial restaurativa basado en tres principios: eliminar los desechos y la contaminación desde el diseño, mantener los productos y materiales en uso, y regenerar sistemas naturales. La EC tiene como objetivo la reducción de la necesidad de extracción de recursos, fomentando la reutilización, la reparación y el reciclaje en lugar del consumo lineal de "extraer-usar-descartar". (Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Desarrollo

Según Peña et al. (2021), el interés mundial actual en la EC abre una oportunidad para hacer que los patrones de consumo y producción de la sociedad sean más eficientes y sostenibles en cuanto al uso de los recursos. No obstante, este creciente interés también exige precaución: es necesario un método apropiado para evaluar si una estrategia de EC específica contribuye efectivamente a conseguir el consumo y la producción sustentables. En efecto, la circularidad por sí sola no garantiza una mejora ambiental: puede que se resuelva un problema, como la generación de residuos, pero a expensas de un mayor consumo de energía o un mayor impacto climático. Además, es importante considerar otras características que afectan a los sistemas circulares, como la calidad del material, factores económicos y sociales, lo que hace que la conversión de la Economía Lineal (EL) a EC sea complicada. Con metodologías de análisis adecuadas, es posible implementar la circularidad y lograr mejoras ambientales desde la perspectiva del ciclo de vida.

La investigación en curso propone analizar, como caso de estudio de plásticos de un solo uso en Argentina, la cadena de botellas de tereftalato de polietileno (PET) grado alimenticio. Se explorarán las diferentes estrategias de EC y EL existentes en el país para su fin de vida. La determinación del sistema y las estrategias presentes en Argentina surge de trabajos previos de caracterización de la producción y el consumo de plásticos en el país. La determinación del sistema, con sus características y las estrategias presentes en Argentina surge de trabajos previos de caracterización de la producción y el consumo de plásticos en el país. En esta elección se han tenido en cuenta factores sociales y económicos, partiendo de la premisa de que el PET es un material

comercializable, por lo que no tendría mayores restricciones económicas, y que su baja circularidad puede estar influenciada por los hábitos de los ciudadanos.

El estudio pretende modelar la complejidad del sistema y encontrar la mejor estrategia y manejo del material a lo largo de la cadena del producto. Esta ruta óptima debe minimizar los impactos ambientales negativos y supone maximizar la circularidad. Sin embargo, el sistema enfrenta restricciones debido a la pérdida de cantidad y calidad del material, lo que hace difícil lograr una circularidad completa. Para ello, se plantea integrar tres metodologías: Análisis de Flujo de Materiales (AFM), que permitirá seguir el flujo de materiales a lo largo de la cadena; Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para modelar los impactos ambientales asociados a cada proceso mediante factores de caracterización de las categorías de impacto que se evalúen, como el factor de emisión de GEI; y metodologías de optimización para establecer las restricciones correspondientes de calidad y la ecuación objetivo de minimizar los impactos negativos ambientales, determinando cuál es la mejor ruta en Argentina para este tipo de productos. De esta forma, se podrá analizar las variables que hacen que un producto y material sea más circular, y evaluar si una mayor circularidad material asegura mejoras ambientales.

Como se mencionó, las consideraciones sociales y económicas están incluidas en la definición del sistema y en algunas de las restricciones. Por ejemplo, una variable relacionada al aspecto social es el porcentaje de residuos que son separados correctamente por los ciudadanos para ser reciclados. Y un ejemplo del aspecto económico se observa en la elección del producto: según el índice de reciclabilidad (Observatorio de Higiene Urbana de la Ciudad, 2023), las botellas de PET grado alimenticio son un producto de alta reciclabilidad. Este indicador se basa principalmente en la posibilidad de comercialización de los materiales en los centros verdes (de recuperación y valorización de residuos), es decir, generalmente presentan compradores estables y logran reinsertar los residuos en el circuito productivo sin inconvenientes. Además, según otro estudio del mismo ente, las botellas de PET son un producto de fácil separabilidad, lo que significa que no requiere esfuerzo para ser separado. Estos dos indicadores muestran que es un producto con potencial circular desde el punto de vista económico (reciclabilidad) y social (separabilidad).

Resultados

Se ha avanzado en la determinación del sistema y en el desarrollo de las ecuaciones de balance de masa. Actualmente, se está trabajando en la definición de las restricciones y funciones objetivo, así como en la identificación de las categorías de impacto relevantes para la evaluación y sus correspondientes factores de caracterización de los procesos. De la revisión bibliográfica en curso, ya se han identificado hallazgos importantes que dan indicios de cuáles categorías y etapas del ciclo de vida son más significativas. Por ejemplo, el estudio realizado por Stefanini y otros (2021), cuyo título podría traducirse al español como "Plástico o vidrio: una nueva evaluación ambiental con un indicador de residuos marinos para la comparación de botellas de leche pasteurizada," muestra que las botellas de R-PET tienen menor impacto ambiental en comparación con PET, vidrio retornable y vidrio no retornable. Las botellas de vidrio no retornable resultaron ser las menos favorables debido a su alta demanda energética y peso en el transporte. Sin embargo, los autores proponen un nuevo indicador "Indicador de Residuos Marinos" (MLI), que revela que las botellas de vidrio retornable tienen una menor probabilidad de dispersarse en el mar. Los resultados de este estudio también indican que, después de la normalización, las categorías de impacto más significativas para PET y R-PET son MLI, escasez de recursos fósiles, consumo de agua y calentamiento global. Se continuará revisando más estudios y recomendaciones internacionales para obtener una visión completa y actualizada sobre cuáles son los impactos ambientales claves a analizar.

Los próximos pasos contemplan la resolución del sistema mediante herramientas informáticas, el análisis de los resultados y la divulgación de los hallazgos. Se espera que esto contribuya a mejorar la gestión de los plásticos en Argentina.

Conclusiones

Implementar estrategias circulares es un desafío no solo técnico, debido a las limitaciones físicas de los materiales y los procesos industriales, sino también social, ya que requiere cambios en los hábitos de consumo. A esto se suma una variable sumamente importante: la económica. Además, se debe asegurar que estos modelos de producción y consumo garanticen la reducción de los impactos ambientales buscados. Por lo tanto, se requieren estudios que contemplen el sistema completo de forma integrada.

Este trabajo contribuye a la creación de un marco sistémico que considera todos estos factores. La evaluación del ciclo de vida de los plásticos y el desarrollo de indicadores regionales específicos son pasos clave para garantizar que las soluciones propuestas sean efectivas y sostenibles a largo plazo.

Referencias

Cámara Argentina de la Industria Plástica (CAIP). (2021) Anuario Estadístico de la Industria Plástica. Actualización 2021. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CAIP

Ellen MacArthur Foundation, (2017). Concept. What is a circular economy? A framework for an economy that is restorative and regenerative by design. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept> (último acceso 22/07/2024).

Observatorio Urbano de la Ciudad. Asociación Sustentar (2023). Índice de separación en origen: Documento metodológico. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. <https://asociacionsustentar.org/observatorio> (último acceso 22/07/2024).

Observatorio Urbano de la Ciudad. Asociación Sustentar (2023). Índice de Reciclabilidad. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. <https://asociacionsustentar.org/observatorio> (último acceso 22/07/2024).

Peña C, Bárbara Civit, Alejandro Gallego-Schmid, Angela Druckman, Armando Caldeira- Pires, Bo Weidema, Eric Mieras, Feng Wang, Jim Fava, Llorenç Milà i Canals, Mauro Cordella, Peter Arbuckle, Sonia Valdivia, Sophie Fallaha and Wladimir Motta (2021) Using life cycle assessment to achieve a circular economy - The International Journal of Life Cycle Assessment <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01856-z>

Stefanini, R., Borghesi, G., Ronzano, A., Vignali, G. (2021). Plastic or glass: A new environmental assessment with a marine litter indicator for the comparison of pasteurized milk bottles. The International Journal of Life Cycle Assessment, 26(4), 767-784. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01804-x>

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. (s. r.). Beat Plastic Pollution. Retrieved from <https://www.unep.org/interactives/beat-plastic-pollution> (ultimo acceso 22/07/2024).