



ARTÍCULO ORIGINAL

Generación y manejo de PET en la FCByA UV-Tuxpan

Juan Manuel Pech-Canché ^{1*}, María de los Ángeles Hernández Cuervo ¹,
Blanca Esther Raya-Cruz ¹

¹ Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Región Poza Rica - Tuxpan, Universidad Veracruzana. Km 7.5 Carretera Tuxpan-Tampico, Col. Universitaria, 92860, Tuxpan, Veracruz, México.

Recepción 09 de octubre de 2023. Aceptación 23 de octubre de 2023

PALABRAS CLAVE

Conservación, educación ambiental, residuos, educación plásticos,

Resumen

En los últimos años se ha generado una gran producción de plásticos a nivel global, entre los cuales se encuentran el polietileno tereftalato (PET). El objetivo del presente trabajo es caracterizar los residuos de botellas de PET que se generan en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (FCByA) de la Universidad Veracruzana (UV) región Poza Rica - Tuxpan. Entre agosto y diciembre de 2019 se contabilizaron todos los productos depositados en un contenedor en la Facultad, separándolos por tipo de producto y volumen. Se registró una mayor generación en octubre, principalmente de botellas de refresco, sin compactar, y de un volumen de 600 ml; todas las botellas colectadas fueron enviadas a disposición final a una planta recicladora local. Lo anterior muestra que el consumo es mayoritariamente para dosis individuales, por lo cual, se requiere desarrollar estrategias, tanto educativas como operativas, para minimizar la generación del PET y optimizar su manejo, además de reducir el consumo de bebidas gasificadas que puedan poner en riesgo la salud de la población de la Facultad.

KEYWORDS

Conservation,
environmental education,
plastics, waste

Abstract

In recent years, a large production of plastics has been generated globally, among which are polyethylene terephthalate (PET). The objective of this work is to characterize the PET bottle waste generated in the Faculty of Biological and Agricultural Sciences (FCByA), Poza Rica - Tuxpan region of the Universidad Veracruzana. Between August and December 2019, all products deposited in a container at the Faculty were counted and separated by type of product and volume. A greater generation of PET was recorded in October, mainly of soft drink bottles, without being compacted, and with a volume of 600 ml; all collected bottles were sent for final disposal to a local recycling plant. The above shows that consumption is mostly for individual doses, so, it is necessary to develop strategies, both educational and operational, to minimize the generation of PET and optimize its management, in addition to reducing the consumption of carbonated beverages that may put at risk the health of the population of the Faculty.

Introducción

Actualmente en todo el planeta se vive una emergencia ambiental por la contaminación del aire, la tierra y el agua, siendo uno de los grandes problemas la creciente generación diaria de residuos, los cuales, con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (2022), pueden definirse como “cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó”.

Para la regulación de los residuos a nivel estatal, se cuenta con la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave (2018). A nivel federal se cuenta con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) (2021), la cual considera tres tipos de residuos: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos peligrosos y residuos de manejo especial. Dentro de los RSU existe una subdivisión que separa a los residuos orgánicos de los inorgánicos, y dentro de estos últimos se incluyen a los plásticos, cuyo uso se comenzó a intensificar a raíz de la revolución industrial debido a la gran versatilidad en su uso. Entre los diferentes productos plásticos se encuentra el polietileno tereftalato (PET), cuyo principal uso ha sido para el envasado de bebidas carbonatadas, esto debido a que puede evitar que el gas de las bebidas se escape, es más resistente a las fracturas que el vidrio, además de que tiene un bajo peso específico, lo que favorece su transportación (León-Olivares et al, 2022; Góngora Pérez, 2014), lo que ha generado que actualmente representen una grave amenaza ambiental debido a lo extendido de su uso cotidiano y sus grandes volúmenes de producción globales (Lebreton y Andrady, 2019).

Entre las estrategias desarrolladas para reducir el impacto de los residuos plásticos se encuentra el reciclaje y su reutilización, sin embargo, aunque estos esfuerzos todavía no son suficientes para contrarrestar su producción masiva (Lebreton y Andrady, 2019), es importante continuar desarrollándolos para mejorar su eficiencia.

A nivel institucional, la Universidad Veracruzana (UV), a través del Reglamento para la Gestión de la Sustentabilidad (2015), ha establecido una serie de prácticas sustentables, que incluyen la abstención en la adquisición de productos de plástico con recursos oficiales y la promoción de la disminución en su uso. Sin embargo, para incrementar el éxito de estas medidas, se deben desarrollar adecuados programas de manejo de residuos en las entidades académicas, esto porque dichas prácticas sustentables institucionales no restringen la adquisición de productos de plástico de forma externa y su ingreso a las entidades académicas.

Particularmente, en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (FCByA), región Poza Rica - Tuxpan, ya se ha desarrollado una propuesta para el manejo de residuos sólidos institucionales (Sandoval Camaño, 2015), derivado de la cual se registró que los principales residuos generados correspondieron a plásticos, incluyendo PET, (17.6%), papel y cartón (15.7%), residuos sanitarios (14.8%), residuos orgánicos (14.1%), vidrio (10.4), así de residuos como metal, unicele, tetra pack, entre otros (27.4%). Además, a partir de un análisis FODA, se reporta que la dependencia cuenta con las condiciones adecuadas para desarrollar de forma exitosa un programa de manejo de residuos, esto considerando que se cuenta con el espacio físico para la separación de los residuos, además de que el perfil académico de los diferentes programas educativos que se imparten favorece que las políticas de protección ambiental puedan permear entre la comunidad académica y estudiantil.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es caracterizar los residuos de botellas de PET que se generan en la FCByA-UV, región Poza Rica -Tuxpan, a fin de proponer medidas para reducir su generación y mejorar su manejo dentro de la Facultad, que puedan estar alineadas con las políticas institucionales de sustentabilidad.

Material y métodos

El presente trabajo se realizó en la FCByA-UV de la región Poza Rica - Tuxpan, con sede en la ciudad de Tuxpan, Veracruz, la cual alberga cinco programas educativos de licenciatura y cuatro programas educativos de posgrado, todos acreditados por las instancias correspondientes, y con una matrícula total de 1100 estudiantes y 85 académicos (Cuervo, 2021).

Para la colecta de PET, debido a cuestiones logísticas, sólo se colocó un contenedor de aproximadamente 3.4 m³ (1.5 mts de largo, ancho y alto) en un área de alto flujo de personas en la Facultad, en el cual se incluyeron las principales indicaciones para el depósito de las botellas (vaciar, compactar y cerrar), y que fue revisado mensualmente entre agosto y diciembre de 2019. Los residuos de PET colectados se catalogaron de dos maneras: 1) tipo de producto, incluyendo refrescos, agua purificada, suero y jugo; 2) volumen del producto. Como variable de respuesta se consideró la cantidad de botellas, contabilizando de manera independiente las botellas que pudieran haber sido compactadas con base en las indicaciones descritas en la rotulación del contenedor.

Para analizar si existen diferencias entre la cantidad de botellas compactadas y sin compactar entre meses, tipo y volumen del producto, se realizaron pruebas de χ^2 mediante el programa estadístico R versión 4.0.3. (R Core Team, 2020).

Resultados

De manera general, se colectaron un total de 5,225 botellas PET, con una mayor proporción de botellas sin compactar (64%, 3336 botellas) que compactadas (36%, 1889 botellas). Con base en la temporalidad, se registraron diferencias significativas en la colecta de productos a lo largo de los meses ($\chi^2 = 10.205$; gl = 4; $p = 0.037$), con una mayor proporción de productos en el mes de octubre y la menor en diciembre, siendo en todos los casos mayor el número de productos sin compactar que compactados (Figura 1).

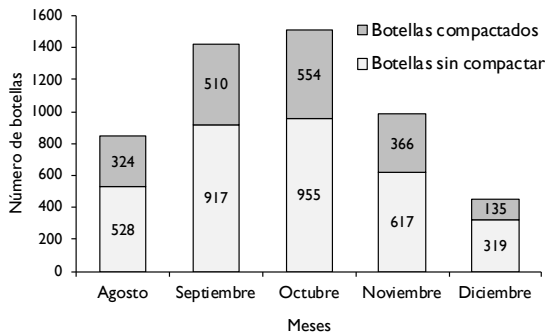


Figura 1. Botellas de PET colectadas a lo largo de los meses.

Con relación a los tipos de productos, la mayor proporción corresponden a refrescos y agua purificada, y en menor proporción a suero y jugos, registrando una diferencia

significativa entre ellos ($\chi^2 = 25.122$; gl = 3; $p = 1.45^{-5}$) (Figura 2).

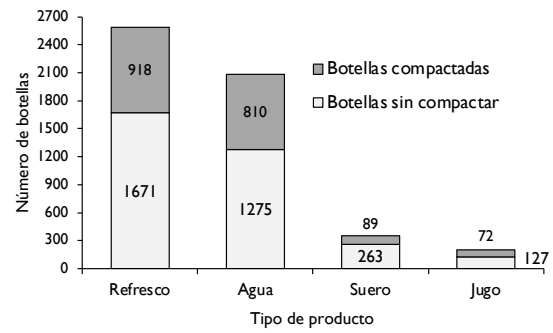


Figura 2. Productos plásticos colectados con base en el tipo de producto.

En función del volumen, la mayor proporción de las botellas PET corresponde a volúmenes de 600 ml y un litro, y en menor proporción a volúmenes muy grandes (más de 3 litros) o muy pequeños (menos de medio litro), que fueron clasificados en la categoría de “otros”, registrando diferencias estadísticamente significativas entre las botellas colectadas ($\chi^2 = 41.96$; gl = 5; $p = 5.99^{-8}$) (Figura 3).

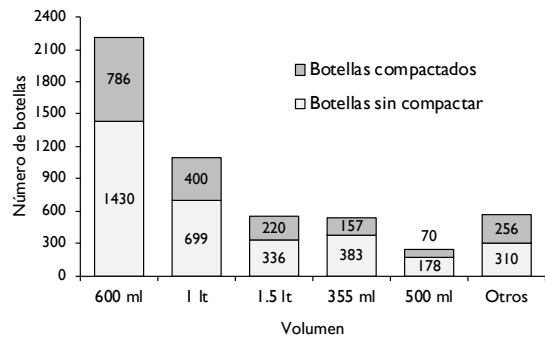


Figura 3. Botellas PET colectadas con base en su volumen.

Del análisis estadístico se registró que existen diferencias significativas al comparar de forma conjunta el tipo de producto y su volumen ($\chi^2 = 120.9$; gl = 20; $p = 2.2^{-16}$), con el mayor volumen y proporción de refrescos correspondiente a presentaciones de 600 ml, mientras que para el caso del agua purificada corresponde a presentaciones de un litro, resaltando que los jugos se registraron prácticamente en todos los volúmenes (Figura 4).

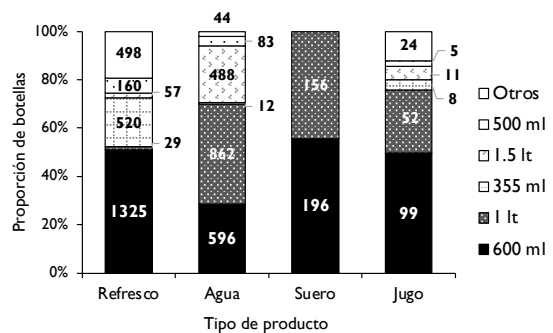


Figura 4. Botellas PET con base en el tipo de producto y su volumen (el eje Y muestra su proporción y los números entre paréntesis la cantidad de botellas generadas).

Discusión

La gran generación de plásticos a nivel mundial ha provocado que prácticamente en todos los ecosistemas del planeta, tanto terrestres como marinos, se encuentren residuos de este tipo, lo que ha servido de base para que actualmente se hable de que estamos en una nueva era geológica, el Antropoceno, la cual es caracterizada por una capa de residuos plásticos que puedan llegar a fosilizarse y ser claramente distinguible en el futuro (Porta, 2021).

En diferentes instituciones educativas de nivel superior, se ha reportado que los residuos de PET se encuentran entre los de mayor generación (Rosales-Flores et al, 2013; Lazo Ramos y Herrera Rejas, 2020), lo que recalca la importancia de desarrollar diferentes estrategias institucionales que contribuyan a disminuir este fenómeno global desde una perspectiva local, incluyendo la caracterización y cuantificación de los residuos, el desarrollo de campañas de concientización, el desarrollo de alternativas para reducir el uso de plásticos, así como su posible comercialización.

Los resultados del presente trabajo permiten identificar que la mayor generación de botellas de PET corresponde con los tiempos de mayor presencia de estudiantes a mitad de semestre (septiembre-noviembre), ya que en los meses extremos del período muestreado (agosto y diciembre) las actividades docentes se encuentran iniciando y terminando, respectivamente, por lo cual el flujo de estudiantes es menor.

Con relación al tipo de producto, la mayor proporción la conforman las botellas de PET de refrescos gasificados, en especial en presentación de 600 ml, lo que puede ser un indicador de que este consumo es para una dosis individual, y que a la vez se ha encontrado que se correlaciona de forma positiva con el índice de masa muscular de estudiantes de la misma Universidad (Sánchez-Viveros et al, 2022), así como de grupos poblacionales de otras regiones del país, en especial durante la pandemia por SARS-CoV-2 (Escalante-Aburto et al, 2022), y que se corresponde con el hecho de que México se ha reconocido como uno de los países con el mayor consumo de este tipo de bebidas a nivel mundial (Théodore et al, 2019), con los consecuentes problemas de salud asociados, como el incremento de sobrepeso, obesidad y diabetes, en especial en la población joven (Rodríguez-Burelo et al, 2014), además de posibles problemas de salud mental relacionados con el bienestar y las conductas agresivas (Puente Lozano, 2022). En segundo lugar, se encuentran las botellas de PET de agua purificada, en especial de un litro, evidenciando que una parte de la población estudiantil prefiere un consumo de bebidas más sano, y en mayor volumen, que los refrescos gasificados.

La mayor proporción de botellas sin compactar registrada en el presente trabajo (64%), demuestra que es necesario reforzar las medidas para lograr la correcta disposición de las botellas de PET dentro del contenedor. Lo anterior se demuestra también por la presencia de botellas de diferentes productos de limpieza (n = 316) a lo largo de todo el período de muestreo, por lo cual se recomienda que se pueda contar con un contenedor adicional para separar este tipo de productos y evitar que se puedan contaminar las botellas de PET y con esto comprometer su reciclaje o disposición final.

Todas las botellas colectadas fueron separadas con base en el tipo de producto, compactadas y enviadas a disposición en una planta recicladora local, sin embargo, debido a que esta planta se encuentra actualmente cerrada, se recomienda considerar su re-utilización a fin de reducir su volumen, así como tratar de encontrar otras plantas recicladoras cercanas para continuar con su reciclaje y evitar que se dispongan como parte de los residuos sólidos de la Facultad.

De igual forma, se recomienda mantener, y de ser posible reforzar, el desarrollo de estas actividades, en especial desarrollando un plan integral de manejo de residuos sólidos que considere un sistema de separación y reciclado de residuos con potencial aprovechamiento para su reincorporación en cadenas de reutilización, acción que no solo se encuentra descrita dentro de las políticas institucionales de la Universidad (Aguilar Sánchez, 2021), sino que también ha demostrado ser una medida efectiva en otras instituciones nacionales al contribuir a la reducción de los volúmenes de generación de PET, además de fomentar una cultura ambiental incrementando la participación de los alumnos en diferentes acciones para el manejo integral de los residuos (Ruíz Morales, 2017).

Una de las medidas implementadas actualmente a favor de la sustentabilidad y los buenos hábitos de consumo y alimentación, ha sido la colocación de un bebedero escolar, mediante el cual se pretende reducir el volumen de botellas de PET en la Facultad, sin embargo, debido a que aún se introducen botellas de PET adquiridas en el exterior, es necesario realizar una campaña permanente, no sólo para promover la adecuada disposición de los residuos de PET, sino también para promover los buenos hábitos alimenticios que prevengan posibles problemas de salud en el futuro. Por lo que se recomienda continuar con este trabajo para determinar la eficiencia de las medidas implementadas, en especial por las nuevas condiciones de sanidad implementadas por la pandemia del Covid-19, además de ampliar esta caracterización de los residuos al primer semestre del año (febrero-julio) ya que se trata de una época con una mayor temperatura, lo que puede hacer que se incremente el consumo de bebidas entre la comunidad estudiantil y académica de la Facultad.

Conclusiones

Mediante el presente trabajo se logró identificar y cuantificar los residuos de botellas PET que se generan en la Facultad, a partir de lo cual se puede hacer el diseño de una estrategia de manejo de estos sabiendo a ciencia cierta las fechas con la mayor generación (septiembre-noviembre), los tipos de residuos más generados (refrescos gasificados) y su volumen (600 ml), además de las debilidades en la forma de disposición (falta de compactación), con lo cual se abona a las políticas de sustentabilidad institucionales.

Contribución de los autores

JMPC, diseño del trabajo, análisis estadístico y redacción.

MAHC, diseño y recolección de datos.

BERC, recolección de datos y redacción.

Financiamiento

No se recibió ningún patrocinio para llevar a cabo este artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Agradecimientos

A las autoridades de la Facultad por la autorización para la colocación del contenedor. A todos quienes ayudaron con la revisión de las botellas PET durante el trabajo de campo. A los dos revisores anónimos que contribuyeron a mejorar la calidad del presente trabajo.

Presentaciones previas

Ninguna.

Referencias

- Aguilar Sánchez, M.G. (2021). Programa de Trabajo 2021-2025, Por una transformación integral. Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/documentos/files/2022/03/Programa-Trabajo-2021-2025.pdf>
- Cuervo, L. (2021). Informe de Actividades 2020-2021. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Región Poza Rica - Tuxpan. Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/pozarica/cba/files/2021/12/Primer-Informe-de-Actividades-FCBA-2020-2021.pdf>
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (2021). Diario Oficial de la Federación. Última reforma: 18 de enero de 2021. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_180121.pdf
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (2022). Diario Oficial de la Federación. Última reforma: 11 de abril de 2022. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. (2018). Gaceta Oficial, Órgano del Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Última reforma: 29 de noviembre de 2018. <https://www.legisver.gob.mx/leyes/LeyesPDF/LPGIRS2911182.pdf>
- Escalante-Aburto, A., Huerta Oros, J., Villarreal Arce, M.E., Guerra-Martínez, S.C., Castellanos-Suárez, V., Chávez López-Padilla, A.L. y De Nigris-Villarreal, A.L. (2022). Análisis de las frecuencias de consumo de bebidas ultraprocesadas durante la pandemia de SARS-CoV-2 y su asociación con indicadores del estado nutricional en población Mexicana. *Revista digital REDCien*, 7(15): 47-48. <https://redcien.com/index.php/redcien/article/view/133>
- Góngora Pérez, J.C. (2014). La industria de plástico en México y el mundo. *Comercio Exterior*, 64(5): 6-9
- Lazo Ramos, R.S. y Herrera Rejas, M. (2020). Caracterización de residuos sólidos en el campus capanique de la Universidad Privada de Tacna. *Ingeniería investiga*. 2(1): 177-185.
- Lebreton, L. y Andrady, A. (2019). Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. *Palgrave Communications*, 5: 1-11. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0212-7>
- León-Olivares, F., Gutiérrez-Rodríguez, A. y Palacios-Alquisira, J. (2002). PET, Poli (tereftalato de etileno), material clave para la fabricación de envases de bebidas carbonatadas. *Educación Química*, 13(1): 28-32. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2002.1.66315>
- Porta, L. (2021). Anthropocene, the plastic age and future perspectives. *FEBS Open Bio*. 11: 948-953. <https://doi.org/10.1002/2211-5463.13122>
- Puente Lozano, H.C. (2022). Implicaciones del consumo de refrescos en la salud mental y el comportamiento agresivo. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses*, 42: 30-38.
- Reglamento para la Gestión de la Sustentabilidad. (2015). Universidad Veracruzana. Última reforma: 30 de noviembre de 2015. <https://www.uv.mx/legislacion/files/2015/12/Reglamento-para-la-Gestion-de-la-Sustentabilidad.pdf>
- R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rodríguez-Burelo, M.R., Avalos-García, M.I. y López-Ramón, C. (2014). Consumo de bebidas de alto contenido calórico en México: un reto para la salud pública. *Salud en Tabasco*. 20(1): 28-33. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48731722006>
- Rosales-Flores, M., Saldaña-Durán, C., Toledo-Ramírez, V. y Maldonado, L. (2013). Caracterización y potencial del reciclado de los residuos sólidos urbanos generados en el Instituto Tecnológico de Tepic, una institución de educación superior. *Revista Bio Ciencias*. 2(3): 216-223.
- Ruiz Morales, M. (2017). Contexto y evolución del plan de manejo integral de residuos sólidos en la Universidad Iberoamericana Ciudad de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 33(2): 337-346. <https://doi.org/10.20937/rica.2017.33.02.14>
- Sánchez Viveros, S., Romero Hernández, E.Y., González Fajardo, K.D., Avelino Soto, S.J. y Hernández Ollivier, Z.N. (2022). Consumo de alimentos ultraprocesados y su relación con sobrepeso y obesidad en estudiantes universitarios. *UVserva*. 13: 244-252. <https://doi.org/10.25009/uvs.vi13.2831>
- Sandoval Camaño, E. (2015). Propuesta para el manejo de residuos sólidos institucionales en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, campus Tuxpan. Tesis de Especialización, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias región Poza Rica - Tuxpan, Universidad Veracruzana. México.
- Theodore, F.L., Blanco-García, I. y Juárez-Ramírez, C. (2019). ¿Por qué tomamos tanto refresco en México? Una aproximación desde la interdisciplina. *Interdisciplina*. 7(19): 19-45. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70286>