



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL  
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
UNIDAD MÉRIDA  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA HUMANA

**PRÁCTICAS Y CONOCIMIENTOS SOBRE RECICLAJE DE PET DE  
UNIVERSITARIOS DE CARRERAS AFINES A LAS CIENCIAS AMBIENTALES  
EN MÉRIDA, YUCATÁN**

Tesis que presenta:

**María de la Luz Ruiz y Limón**

Para obtener el grado de:

**Maestra en Ciencias en la especialidad de Ecología Humana**

Directora de tesis:

**Dra. Almira Lydia Hoogesteyn Reul**

## *Agradecimientos*

### *Agradecimientos institucionales*

Agradezco al Centro de Investigación y de Estudios Superiores del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, por la oportunidad de ingresar al programa de la Maestría en Ciencias en la Especialidad de Ecología Humana. Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías por otorgarme una beca de maestría que me permitió realizar mis estudios de posgrado en Mérida, Yucatán, (No. de CVU: 1233096).

Agradezco a la Dra. Almira Hoogesteyn Reul, directora de esta tesis, por su acompañamiento en este proceso formativo, por sus enseñanzas, tolerancia, tiempo y dedicación, por su genuino interés de siempre impulsarme a desarrollar y mejorar las habilidades de eso que llamamos “hacer ciencia”. Gracias por creer en mí, por su paciencia y comprensión.

Agradezco al comité asesor de esta tesis por su valiosa retroalimentación. A la Dra. Dolores Cervera Montejano, por su sabiduría y compromiso en mi trabajo, por darme mucha luz y orientación en los primeros pasos de este proyecto. A la Dra. Mayanín Sosa Alcaraz, por su amabilidad, atención y valiosos comentarios a mi trabajo, por abrirme una puerta familiar de convivencia más allá de la academia y el espacio en el Tecnológico de Mérida.

Agradezco a todas las personas del Departamento de Ecología Humana y al personal del CINVESTAV Unidad Mérida, investigadores, trabajadores y administrativos. A todos los maestros que me orientaron y compartieron sus saberes en torno a la ecología humana, sus comentarios en cada presentación de avances enriquecieron los puntos de discusión de este trabajo. A Celeste y el personal del Dpto., por su valiosa gestión en todos los procesos administrativos que exige este posgrado. A Irene de la biblioteca. Al equipo pequeñito pero especial en el Laboratorio de Salud Ambiental, al M. en C. José Luis Febles Patrón y la Candidata a Dra. Sofi Lázaro. Sus palabras de motivación fueron un motorcito para seguir.

Agradezco a todo el personal administrativo y autoridades estudiantiles de las universidades que visité en Mérida durante mi trabajo de campo, Universidad Marista de Mérida, Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Mérida de la UNAM, Universidad Anáhuac Mayab, Universidad Autónoma de Yucatán en su Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias y Facultad de Ingeniería, Universidad Modelo y al Instituto Tecnológico de Mérida. Esta tesis no habría sido posible sin su apoyo y las facilidades que me brindaron.

Mi gratitud a todas, todes y todos lxs estudiantes que decidieron formar parte de este estudio. Por regalarme un espacio de su tiempo para el diálogo, compartirme sus conocimientos, inquietudes, interés y entusiasmo por el tema que abordé con ellos.

### *Agradecimientos personales*

A mis papás, María Isabel y Gil Ricardo, quienes estuvieron pendientes de mí todos los días desde que me mudé a Mérida, sus palabras de aliento y ánimo fueron una motivación permanente en mi andar de este posgrado. Por apapacharme desde la distancia y siempre procurar nuestra unidad familiar, sé que ustedes también crecieron junto conmigo en este proceso en el que sus “ruizys” migraron del nido. Muchas gracias siempre, siempre. LAMmmm.

Agradezco a mis hermanas Pao y Mer. Que aunque estuviésemos separadas físicamente siempre fueron una compañía cercana y constante, un sostén emocional durante toda la maestría. Esta transición a la vida adulta es desafiante, pero qué bonito es sentir las cerquita y seguir compartiendo nuestros logros. Les admiro y amo mucho.

Agradezco de manera especial a mi primo Nayo, Guido Ruiz Castillejos, por confiar en mí y abrirme las puertas de su hogar en Francisco de Montejo. Muchas cosas bonitas en Mérida fueron posibles gracias a el privilegio de compartirme tu espacio, la cercanía al cinves y la posibilidad de moverme en bici, estar rodeada del bello jardín que cuidas con tanto amor y el apreciar tu pasión por la pintura al óleo, los momentos de convivencia con una cheve y platicar de la familia, y la vida. A Geno, que desde Tecoh venía cada sábado y compartimos pláticas agradables en el desayuno y la comida.

Agradezco a mi Tío Carlos, que su cuerpo partió en este periodo, pero su sabiduría y respeto por la diversidad me han inspirado profundamente. Te llevo siempre conmigo.

A mi abue Mati, por tus porras, por tus ganas de vivir y contagiarme tu motivación de seguir adelante frente a las adversidades. “Viejo el viento y todavía sopla”. A mis tíos Luis, Isidro, Lupe, que sus saludos y ánimos nunca faltaron.

Dos años en una vida de 28 es poquito, pero este tiempo en la tierra meridana me ha brindado lo más maravilloso de haber llegado aquí: todas las amistades que conocí y reencontré, y que poco a poco hemos construido vínculos tan íntimos y preciosos que estoy segura serán para

toda la vida. A Kris, Ingrith y Yane, compañeras de generación en la maestría, pero sobre todo las amigas quienes siempre fueron mi cobijo y apoyo, la culminación de este posgrado no hubiera sido sino por ustedes. A Ale, que después de ocho años coincidimos en esta ciudad calurosa, gracias por brindarme un pedacito de tu hogar desde que el primer día que pisé Mérida, nunca dudes que seguiré procurando la oportunidad de volvernos a ver, y estar. A Silvana, qué linda la amistad que hemos ido tejiendo. A Ángela, por formar parte de nuevos descubrimientos. A Xime, que en los últimos meses hemos empezado a construir un espacio seguro. A más bandita meridana y de cinves en sus tres departamentos (EH, recursos del mar y física aplicada), con quienes compartí muchas alegrías especiales y también me ofrecieron su hombro para el desahogo: Jaz, Emily, Eliana, Javi, Frank, Adri, Charly, Vianey, Dayna, Pau. A mi familia nadadora del Estadio Salvador Alvarado y las aguas abiertas, Adri de SLP, Carlos, Andy, Joel, Yessi, Yi, Beto, el coach más chévere Alex Pulido, Wilma, Marita, Vero, Mariela, y todxs quienes estoy olvidando mencionar. Su confianza en mí para crecer en este deporte y sus porras me han llenado de inspiración y entusiasmo.

Finalmente también agradezco a mis amigos de la maravillosa CDMX y Tlaxcala, que nunca han dejado de acompañarme en la vida y echarme todas las porras durante este proceso de maestrante. Adri, Razo, Ari, Ara, Wen, Char, Cica, Ruth, Estrella, Lucía, Carmelita, Rubén, Fer, Kari, Cintia, Sergio, Tía Vicky, Susi, el clan de la P5. A Rodrigo, que la oportunidad de reencontrarnos por la península me hizo descubrir el mundo de la escalada e intentar actividades que me han hecho confiar más en mí. A mis amigos de Lab de Estudios Sociales de la Ciencia de la Facultad de Ciencias de la UNAM, aunque tomé rumbos diferentes, aquí seguimos. A la familia de adnocitos, su amor por divulgar la ciencia es una gran inspiración para continuar con esos andares.

Extensos los agradecimientos porque así soy al hablar y así me siento: extensamente agradecida con todxs ustedes.

## *Índice de contenido*

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Lista de abreviaturas</i> .....  | 7         |
| <i>Índice de figuras</i> .....  | 8         |
| <i>Indice de cuadros</i> .....  | 9         |
| <i>Resumen</i> .....  | 10        |
| <i>Abstract</i> .....   | 12        |
| <i>Introducción</i> .....   | 14        |
| <i>Marco teórico</i> .....  | 17        |
| 1.    PET, composición, propiedades y producción .....  | 17        |
| 2.    Reciclaje de PET .....  | 20        |
| 2.1 <i>Reciclaje químico</i> .....  | 20        |
| 2.2 <i>Reciclaje mecánico</i> .....   | 20        |
| 2.3 <i>Aspectos energéticos, económicos y ambientales del reciclaje mecánico</i> .....  | 23        |
| 2.4 <i>Panorama del reciclaje mecánico en México y el mundo</i> .....   | 25        |
| 3.    Gestión de residuos PET en México y en Yucatán .....  | 27        |
| 1.1 <i>Legislación de residuos</i> .....  | 27        |
| 1.2 <i>Datos nacionales y estatales sobre residuos de PET</i> .....   | 29        |
| 4.    Greenwashing del reciclaje .....  | 31        |
| 4.1 <i>Conceptualización de greenwashing</i> .....  | 31        |
| 4.2 <i>Ejemplos de greenwash en el manejo de los residuos plásticos</i> .....   | 32        |
| 5.    Conocimientos y comportamientos medioambientales .....  | 35        |
| 5.1 <i>El conocimiento como predictor de las conductas pro-ambientales</i> .....  | 35        |
| 5.2 <i>Perspectivas teóricas sobre la influencia del greenwashing en los conocimientos y prácticas medioambientales</i> ..... | 37        |
| 5.3 <i>Mecanismos racionales como barrera ante el greenwash</i> .....   | 38        |
| <b>Objetivos</b> .....  | <b>40</b> |
| <b>Metodología</b> .....  | <b>41</b> |
| <b>Objetivo específico I</b> .....  | 41        |
| <b>Objetivos específicos II y III</b> .....   | 42        |
| <i>Diseño del estudio</i> .....   | 42        |
| <i>Población y sitios de estudio</i> .....  | 42        |
| <i>Método de muestreo</i> .....   | 44        |
| <i>Procedimiento</i> .....  | 44        |
| <i>Diseño del instrumento: cuestionario aplicado por una entrevistadora</i> .....   | 46        |
| <b>Resultados</b> .....   | <b>48</b> |
| <b>Objetivo específico I</b> .....  | 48        |

|   |            |
|---|------------|
| <i>Generación y acopio de residuos PET en Yucatán .....</i>                                   | <i>48</i>  |
| <i>Reciclaje de PET en Yucatán .....</i>  | <i>50</i>  |
| <b>Objetivo específico II .....</b>   | <b>54</b>  |
| <i>Variables demográfico-educativas.....</i>  | <i>54</i>  |
| <i>Conocimientos sobre la problemática.....</i>   | <i>56</i>  |
| <i>Conocimientos sobre el proceso del reciclaje.....</i>                                      | <i>56</i>  |
| <i>Conocimientos sobre la gestión de residuos plásticos y PET en Mérida.....</i>              | <i>59</i>  |
| <i>Conocimientos sobre responsabilidades .....</i>  | <i>60</i>  |
| <i>Fuentes de información.....</i>  | <i>62</i>  |
| <b>Objetivo específico III.....</b>   | <b>63</b>  |
| <i>Prácticas sobre consumo de PET.....</i>  | <i>63</i>  |
| <i>Prácticas de manejo y disposición de residuos de PET.....</i>                              | <i>63</i>  |
| <i>Uso de los Puntos Verdes.....</i>  | <i>65</i>  |
| <b>Discusión .....</b>  | <b>68</b>  |
| <b>Objetivo específico I.....</b>   | <b>68</b>  |
| <b>Objetivo específico II .....</b>   | <b>71</b>  |
| <i>Perfil de los estudiantes .....</i>  | <i>72</i>  |
| <i>Conocimientos sobre la problemática del reciclaje.....</i>                                 | <i>73</i>  |
| <i>Conocimientos sobre reciclaje de PET.....</i>  | <i>74</i>  |
| <i>Conocimientos sobre la gestión de los residuos plásticos a nivel local y estatal .....</i> | <i>80</i>  |
| <i>Conocimientos sobre responsabilidades .....</i>  | <i>82</i>  |
| <i>Fuentes de información.....</i>  | <i>89</i>  |
| <b>Objetivo específico III.....</b>   | <b>93</b>  |
| <i>Consumo de botellas de PET .....</i>   | <i>93</i>  |
| <i>Manejo de residuos y uso de Puntos Verdes .....</i>  | <i>96</i>  |
| <b>Conclusiones.....</b>  | <b>102</b> |
| <b>Referencias .....</b>  | <b>105</b> |
| <b>Anexos.....</b>  | <b>120</b> |

### *Lista de abreviaturas*

ACV – Análisis del Ciclo de Vida  
ALPLA – Austrian International Acting Plastics  
ANIPAC – Asociación Nacional de Industrias del Plástico A. C.  
CICY – Centro de Investigación Científica de Yucatán  
CIP – Código de Identificación de los Plásticos  
DBGIR – Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos  
ECOCE – Ecología y Compromiso Empresarial  
INEGI – Instituto Nacional de Estadística y Geografía  
LGIREY – Ley para la Gestión Integral de los Residuos del Estado de Yucatán  
LGPGIR – Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos  
NAPCOR – National Association for PET Container Resources  
MT – Millones de Toneladas  
OECD – Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos  
PCV – Policloruro de Vinilo  
PEAD – Polietileno de Alta Densidad  
PEBD – Polietileno de Baja Densidad  
PET – Polietileno de Tereftalato  
PETr – Polietileno de Tereftalato reciclado  
PP – Polipropileno  
PS – Poliestireno  
PUR – Poliuretano  
PV – Punto Verde  
RSU – Residuos Sólidos Urbanos  
SEMARNAT – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
SIGER – Sistema Intermunicipal de Gestión de Residuos Sólidos  
T – Toneladas  
3R – Reducir, Reutilizar, Reciclar

## *Índice de figuras*

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Química de la polimerización del tereftalato de polietileno .....   | 17 |
| <b>Figura 2.</b> Códigos de identificación de las resinas plásticas .....  | 18 |
| <b>Figura 3.</b> Demanda global en la industria plástica de resina de PET en Millones de toneladas .....   | 19 |
| <b>Figura 4.</b> Principales compuestos derivados del reciclaje químico del PET.....   | 20 |
| <b>Figura 5.</b> Proceso que comprenden la etapa de separación del reciclaje de PET.....   | 21 |
| <b>Figura 6.</b> Procesos previos al reprocesamiento del PET .....   | 22 |
| <b>Figura 7.</b> Tecnologías para el reprocesamiento de los plásticos .....  | 23 |
| <b>Figura 8.</b> Porcentaje de ahorros ambientales del PET reciclado versus PET virgen.....  | 25 |
| <b>Figura 9.</b> Dimensiones del conocimiento relacionado al ambiente.....   | 36 |
| <b>Figura 10.</b> Ubicación de los sitios de estudio.....  | 44 |
| <b>Figura 11.</b> Ejemplo del cartel utilizado para invitar a los estudiantes a participar en el estudio .....   | 45 |
| <b>Figura 12.</b> Etapas que comprendieron el trabajo de campo .....   | 45 |
| <b>Figura 13.</b> Plásticos en el Relleno Sanitario de Mérida .....  | 49 |
| <b>Figura 14.</b> Esquema de la trayectoria de las botellas de PET post-consumo que llegan a la planta de acopio en Umán, Yucatán .....                                    | 52 |
| <b>Figura 15.</b> Interior del centro de acopio visitado.....  | 56 |
| <b>Figura 16.</b> Almacenamiento de PET en el centro de acopio visitado.....   | 52 |
| <b>Figura 17.</b> Recolección del PET por parte PetStar.....   | 53 |
| <b>Figura 18.</b> Contenedor exclusivo para la disposición de PET por parte de una compañía refresquera.....   | 58 |
| <b>Figura 19.</b> Contenedor exclusivo para la disposición de PET en la vía pública por parte del Ayuntamiento de Mérida.....  | 54 |
| <b>Figura 20.</b> Porcentaje de representación de los estudiantes por tipo de carrera y número de matrícula inscrita para cada una en el período de trabajo de campo ..... | 55 |



## *Índice de cuadros*

|  |    |
|--|----|
| <b>Cuadro 1.</b> Comparación del Análisis del Ciclo de Vida para la producción de una tonelada de resina de PET virgen versus 1 T de PET reciclado .....                                   | 25 |
| <b>Cuadro 2.</b> Reportes de reciclaje para Residuos Sólidos Urbanos, plásticos y PET. ....  | 26 |
| <b>Cuadro 3.</b> Ejemplos de mensajes de greenwashing en productos plásticos de consumo cotidiano. ....  | 33 |
| <b>Cuadro 4.</b> Fuentes consultadas para la descripción del reciclaje de PET en Yucatán. ....   | 41 |
| <b>Cuadro 5.</b> Carreras seleccionadas que conformaron la población de estudio. ....  | 43 |
| <b>Cuadro 6.</b> Características demográficas de los estudiantes entrevistados en el estudio .....   | 55 |
| <b>Cuadro 7.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados a las preguntas sobre sus conocimientos con respecto a la problemática sobre reciclaje .....                     | 56 |
| <b>Cuadro 8.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados a las preguntas sobre sus conocimientos con respecto al proceso de reciclaje de PET .....                        | 57 |
| <b>Cuadro 9.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados a las preguntas sobre conocimientos asociados al reciclaje de PET.....   | 58 |
| <b>Cuadro 10.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados a la pregunta sobre la existencia de una planta de reciclaje de PET en Yucatán, o si creen que exista una. .... | 59 |
| <b>Cuadro 11.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre por qué sí piensan que existe una planta de reciclaje PET en Yucatán.....                                 | 59 |
| <b>Cuadro 12.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre por qué no piensan que exista una planta de reciclaje en Yucatán.....                                     | 59 |
| <b>Cuadro 13.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre lo que hace el Ayuntamiento de Mérida en el manejo de los residuos de PET.....                            | 60 |
| <b>Cuadro 14.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre la responsabilidad en el manejo de los residuos de PET .....  | 61 |
| <b>Cuadro 15.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre sus fuentes de información y si consideran que esta es suficiente.....                                    | 62 |
| <b>Cuadro 16.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre su consumo de botellas de PET.....  | 63 |
| <b>Cuadro 17.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre sus prácticas de manejo y disposición de residuos.....  | 64 |
| <b>Cuadro 18.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre la influencia de la publicidad en sus hábitos de consumo y disposición de residuos PET .....              | 65 |
| <b>Cuadro 19.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre el tipo de separación de residuos que hacen. ....   | 65 |
| <b>Cuadro 20.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre su conocimiento del programa Puntos Verdes en Mérida. ....  | 66 |
| <b>Cuadro 21.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre el uso que hacen de los Puntos Verdes en Mérida .....   | 66 |
| <b>Cuadro 22.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre la frecuencia de uso, distancia a Puntos Verdes y medio de transporte. ....                               | 66 |
| <b>Cuadro 23.</b> Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre las razones por las que no usan el PV .....   | 67 |
| <b>Cuadro 24.</b> Consumo de envases de PET por tipo de universidad pública o privada. ....  | 95 |

## *Resumen*

El Polietileno de Tereftalato (PET) es el polímero más utilizado en la industria de empaqueo y envasado de bebidas y alimentos en el mundo. Debido al incremento en la producción global la gestión de sus residuos es insuficiente. De los 390 millones de toneladas plásticas que se produjeron en 2023, únicamente se recicló el 10%. En México y en Yucatán, el panorama actual muestra un manejo inadecuado de residuos debido a un marco normativo débil, vacíos de información, deficiencias en la operación de los sitios de disposición final, infraestructura insuficiente, y una recolección mezclada de los residuos. En Yucatán no hay reciclaje de PET, únicamente se cuenta con una planta de acopio desde la cual el PET se transporta al Estado de México para su reprocesamiento. Contrario a este escenario, se identificó que empresas y gobiernos plantean al reciclaje como la solución al problema, cuando en la realidad esto no ocurre. Este discurso se incluye es un tipo de *greenwashing* o lavado verde. Concepto que abarca cualquier tipo de mensajes en los que se exagera u omite información sobre los impactos ambientales reales de un producto u organización, lo que genera una imagen engañosa frente a la sociedad. Este *greenwashing* puede influenciar las percepciones y acciones ciudadanas relacionadas al reciclaje.

La presente tesis tuvo por objetivo general describir las prácticas y conocimientos sobre reciclaje de PET que tienen universitarios de carreras afines a las ciencias ambientales en Mérida, Yucatán, y contrastarlos con la realidad del reciclaje en el estado. La metodología consistió en dos partes: i) una consulta detallada de fuentes oficiales de gobierno y empresas, entrevistas con un empleado de la planta de acopio, un propietario de un centro de acopio y una empleada del Ayuntamiento de Mérida que labora en el programa de Puntos Verdes (PV). ii) Mediante un muestreo por conveniencia, la aplicación de 187 cuestionarios a estudiantes en siete instituciones de educación superior en Mérida.

Los resultados de la consulta de información oficial mostraron que no hay cifras reales de consumo y reciclaje de PET, la disponible está incompleta y/o desactualizada. Los universitarios reconocen el problema de la contaminación plástica y solo el 17% consideró que el reciclaje es el principal destino de los residuos de PET. Sin embargo, el 57% reconoció su desconocimiento sobre el proceso y sus conocimientos sobre aspectos básico son escasos. Solo el 12% identificó la correspondencia del PET con su código de identificación plástica, mientras que el 43% confunde este código con la reciclabilidad del plástico. Lo anterior

sugiere que el greenwashing ha influido parcialmente en sus conocimientos. Asimismo el 70% desconoce cómo se gestionan los residuos de PET en el estado. Mencionaron que sus principales fuentes de información sobre el tema son la escuela (88%) y las redes sociales (87%), y reconocen la falta de información verídica y a profundidad tanto en su contexto educativo como fuera de este. El 64% considera que la responsabilidad para el manejo del PET se reparte entre la industria, el gobierno y la sociedad, pero principalmente en los dos primeros sectores.

Los hábitos de consumo y manejo de PET indicaron que el 75% de los estudiantes que realizan algún tipo de separación, separan este material, lo cual sugiere que hacen un esfuerzo consciente para minimizar su impacto. Sus acciones dependen en gran medida de las oportunidades de acción que ofrece su entorno, como el material en que se ofrecen los productos y la disponibilidad de agua purificada y contenedores de separación.

Los resultados recalcan la necesidad de promover el pensamiento crítico sobre la prevalencia del greenwashing del reciclaje, que impulse acciones colectivas para exigir mejores esquemas de consumo y gestión del PET, así como para instar a que el gobierno y la industria asuman la responsabilidad que les corresponde.

### *Abstract*

Polyethylene terephthalate (PET) is the most widely used polymer in the beverage and food packaging industry in the world. Due to the increase in global production, its waste management is insufficient. Of the 390 million tons of plastic produced in 2023, only 10% was recycled. In Mexico and in Yucatán, the current situation shows inadequate waste management due to a weak regulatory framework, information gaps, deficiencies in the operation of final disposal sites, insufficient infrastructure, and mixed waste collection. There is no PET recycling in Yucatán; there is only one collection plant from which PET is transported to the State of Mexico for reprocessing. Contrary to this scenario, it was identified that companies and governments present recycling as the solution to the problem, when in reality this does not occur. This discourse is included in a type of greenwashing. This concept encompasses any type of message that exaggerates or omits information on the real environmental impacts of a product or organization, which generates a misleading image in society. This greenwashing can influence citizens' perceptions and actions related to recycling.

The general objective of this thesis was to describe the practices and knowledge about PET recycling of university students in environmental sciences in Merida, Yucatan, and to contrast them with the reality of recycling in the state. The methodology consisted of two parts: i) a detailed consultation of official government and business sources, interviews with a collection plant employee, a collection center owner and a Merida City Hall employee who works in the Puntos Verdes (PV) program. ii) Through convenience sampling, the application of 187 questionnaires to students in seven higher education institutions in Merida.

The results of the consultation of official information showed that there are no real figures on PET consumption and recycling, the available figures are incomplete and/or outdated. The university students recognize the problem of plastic pollution and only 17% considered that recycling is the main destination of PET waste. However, 57% acknowledged their lack of knowledge about the process and their knowledge of basic aspects is scarce. Only 12% identified the correspondence of PET with its plastic identification code, while 43% confuse this code with the recyclability of plastic. This suggests that greenwashing has partially influenced their knowledge. Likewise, 70% do not know how PET waste is managed in the state. They mentioned that their main sources of information on the subject are school

(88%) and social networks (87%), and they recognize the lack of truthful and in-depth information both in their educational context and outside of it. 64% consider that the responsibility for PET management is shared between industry, government and society, but mainly in the first two sectors.

PET consumption and handling habits indicated that 75% of the students who carry out some type of separation, separate this material, which suggests that they make a conscious effort to minimize its impact. Their actions depend to a large extent on the opportunities for action offered by their context, such as the material in which the products are offered and the availability of purified water and separation containers.

The results underscore the need to promote critical thinking about the prevalence of recycling greenwashing, which drives collective action to demand better PET consumption and management schemes, as well as to urge government and industry to assume their share of responsibility.

## ***Introducción***

El reciclaje es la transformación de los residuos de un material para su reaprovechamiento en nuevos ciclos de producción (Worrel & Reuter, 2014). Ante el aumento acelerado de producción y consumo de plásticos en las últimas décadas, la industria del reciclaje se ha impulsado a nivel global y nacional, no obstante, las cifras actuales sobre el progreso de éste aún son desalentadoras (Gerassimidou et al., 2022). En 2019 la producción global de plásticos registró 370 millones de toneladas, de las cuales solo se recicló el 9% (Kumar *et al.*, 2021).

La tasa de reciclaje en Estados Unidos, el mayor productor de residuos plásticos del mundo es actualmente de apenas un cinco por ciento (Benyathiar et al., 2022). Pero incluso, si las tasas de reciclaje de plástico fueran más altas, el reciclaje por sí solo no puede resolver las graves y amplias crisis sanitarias, socioeconómicas, ambientales y de justicia causadas por la continua producción y contaminación por plásticos. La producción de plástico ha incrementado exponencialmente desde la segunda mitad del siglo XX, y actualmente alcanza una tasa de más de 400 millones de toneladas métricas por año (OECD, 2024), más del doble de la tasa a la que se fabricaban los plásticos hace apenas 20 años, y se espera que en los próximos 10 supere los 500 millones de toneladas (OECD, 2024). Este es claramente un ritmo mucho más rápido que el del reciclaje de plástico real. Está claro que el reciclaje no es suficiente para resolver la crisis de la contaminación plástica.

El PET (Polietileno de Tereftalato) es el material de envasado y empaçado más empleado por la industria plástica en México y en todo el mundo (De Marchi *et al.*, 2020; ANIPAC, 2022). Esto ha ocasionado que la generación de estos residuos se convierta en una problemática en aumento, en la que el reciclaje es insuficiente y la mayor parte del PET que se consume termine acumulándose en el ambiente, almacenado en un vertedero o en la incineración (Kumar et al., 2021). El reciclaje mecánico de PET comprende cuatro etapas principales: clasificación, trituración, lavado y secado, y reprocesamiento (Worrel & Reuter, 2014). Pese a que este proceso ocurre de manera industrial, el reciclaje se enfrenta a diversos aspectos energéticos y económicos que limitan severamente su desarrollo, además tiene un impacto ambiental propio (Zink & Geyer, 2019; Dauvergne, 2018).

De acuerdo con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (2020), se estima que en México el PET corresponde al 2.63% (3159 toneladas) de los Residuos

Sólidos Urbanos (RSU) que se generan diariamente. A nivel nacional los centros de acopio reciben en promedio 8.52 toneladas (t) de PET al día, equivalentes a menos del 1% del PET que se genera (SEMARNAT, 2020). Yucatán registró una generación promedio de 2,016 t/día de RSU, de las cuales se recolecta el 73.76%, y solo el 5.3% se recupera según el tipo de residuos (SEMARNAT, 2020). Esto resalta importantes lagunas de información sobre las cantidades reales de residuos PET que se generan en el estado. Únicamente se cuenta con la estimación del Centro de Investigación Científica de Yucatán (2021), que indica se acopia aproximadamente el 31% de las 50 toneladas de PET que se consumen diariamente, sin embargo, la publicación no señala cómo se calculó esa cantidad (CICY, 2021).

A través de la consulta en fuentes oficiales del Gobierno de Yucatán y en el informe de la PetStar (empresa recicladora en México) se identificó que en el estado no hay reciclaje de PET. Los residuos que se recuperan se llevan a una planta de acopio ubicada en el municipio de Umán, zona conurbada de Mérida, en la que se clasifica, compacta y almacena en pacas que posteriormente se transportan al Estado de México (PetStar, 2022).

Contrario a este escenario, se identifica la persistencia de un discurso en las campañas de comunicación de empresas e instancias de gobierno locales, en las que se plantea al reciclaje como la panacea a los problemas de contaminación plástica, y en la que se coloca a los consumidores como los principales responsables de esta crisis (De Jong et al., 2018). Este planteamiento se enmarca en el “*greenwashing*” o “lavado verde”, el cual hace referencia a las acciones de empresas, corporaciones y organizaciones que buscan maquillar, omitir, o exagerar información sobre los impactos ambientales reales derivados de sus procesos productivos, con la intención de aparentar una imagen verde o ambientalmente responsable (Nemes et al., 2022). Debido a la amplia difusión que se hace del reciclaje, los conocimientos y prácticas de las personas se han visto influenciadas por este tipo de mensajes que no muestran la realidad de la contaminación plástica (Braga et al., 2019).

La gestión de los residuos plásticos y del PET involucra un conjunto de actividades donde participan los generadores de residuos, responsables políticos y la sociedad civil (Kumar et. al., 2021). En este sentido, la participación de la sociedad es un componente importante de las acciones que, desde el conocimiento sobre el reciclaje, pueden motivar a la ciudadanía para exigir soluciones reales ante la problemática, y promover cambios en los

patrones de consumo y disposición de residuos que coadyuven a reducir los plásticos en el ambiente (Diana et al., 2022).

Desde una observación preliminar, se identificó que el conocimiento asociado al reciclaje que tiene el público en general suele ser erróneo o incompleto, lo que puede acentuar más los efectos negativos que puede tener el greenwash en la sociedad (Schmuck et al., 2018). Dentro de este sector sociedad, los estudiantes universitarios son una población relevante para este estudio, porque tienen una agencia potencial en las iniciativas presentes y futuras para impulsar soluciones a las problemáticas socioambientales (Wendlandt et. al., 2022). Las juventudes son un grupo particularmente interesado en estas cuestiones y que ha comenzado a tener una presencia importante en el activismo ambiental, por lo que sus acciones pueden impactar en las agendas políticas, económicas y sociales en favor de estrategias integrales para abordar las crisis ambientales actuales (Pickard et al., 2022).

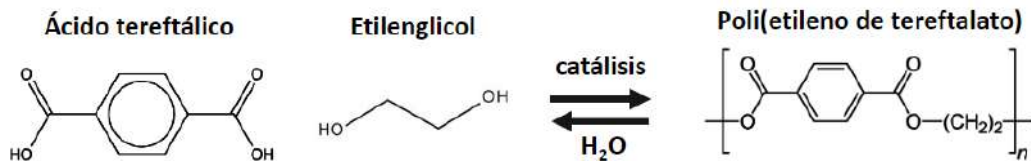
Con base en el planteamiento anterior, en este trabajo nos propusimos hacer una investigación exploratoria sobre los conocimientos y prácticas sobre reciclaje de PET, que tienen estudiantes universitarios de carreras afines a las ciencias ambientales en Mérida, Yucatán. Las preguntas que guiaron la investigación fueron: *¿cómo se lleva a cabo el proceso de reciclaje de PET en Yucatán?, ¿qué saben los estudiantes universitarios de Mérida sobre el reciclaje de PET?, y ¿qué hacen los estudiantes universitarios de Mérida con los envases de PET?*



## Marco teórico

### 1. PET, composición, propiedades y producción

El tereftalato de polietileno (PET) es un material derivado del petróleo que se conforma a partir de la polimerización de dos moléculas: el etilenglicol y el ácido tereftálico (Welle, 2011) (Figura 1). La producción de PET virgen inicia con una reacción de esterificación en la que los monómeros dan lugar al llamado pre-polímero de PET, el cual contiene una viscosidad muy reducida como para poder ser aprovechado, por lo que la viscosidad se incrementa mediante una reacción de condensación del PET a temperaturas de fundición superiores a los 280°C. El agua o metanol y el exceso de etilenglicol producto de esta reacción son removidos al vacío y el PET resultante se lleva a una maquina extrusora que lo convierte en pellets. Estos pellets aún tienen poca viscosidad para su aplicación en envasado o fibras, por lo que continúa una segunda reacción de condensación que finalmente produce los pellets cristalinos que son la materia prima para nuevos productos (Welle, 2011). La transparencia y cristalinidad son dos características relevantes para las diferentes aplicaciones que puede tener el PET, en particular para el envasado y empacado de bebidas y alimentos (Ajaj et al., 2022; Awaja & Pavel, 2005).



**Figura 1.** Química de la polimerización del tereftalato de polietileno.

En conjunto con el polipropileno (PP), poliestireno (PS), polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), y el policloruro de vinilo (PCV), el PET se agrupa dentro de los principales termoplásticos, es decir, que tienen la capacidad de mantener su estructura química al calentarse hasta ciertas temperaturas, por lo que pueden pasar por el proceso de fundición para tomar diferentes formas (Worrel & Reuter, 2014). En comparación, el proceso de fundición de los plásticos termoestables es irreversible, así, tenemos al Poliuretano (PUR), que se encuentra en forma de espuma aislante, resinas de formaldehído o de fenol usadas como aislantes eléctricos, entre otras resinas empleadas en la construcción de embarcaciones, vehículos y tuberías, o como recubrimientos protectores gracias a la gran resistencia de los materiales (Crawford, 2020).

Los plásticos tienen dos propiedades que han favorecido el auge en su producción: primero, que su composición se mezcla fácilmente con otros plásticos y componentes para crear diversas opciones de color, textura y propiedades mecánicas, y segundo, que los productos pueden fabricarse a partir del diseño de moldes baratos en procesos estándar, reduciendo costos de producción (Worrel & Reuter, 2014). Aunque esto es económicamente ventajoso, tales propiedades reducen sus posibilidades de reprocesamiento, ya que los termoplásticos solo pueden reciclarse cuando su composición es consistente u homogénea (Ajaj, 2022), en consecuencia, no todo el PET es reciclable.

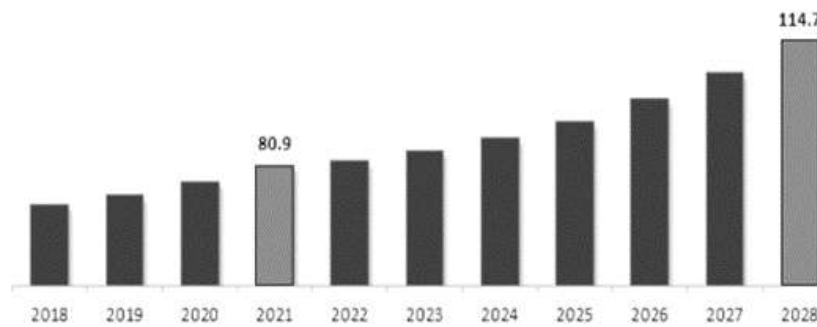
Cada producto plástico cuenta con un número que se basa en un sistema de códigos de identificación de las resinas plásticas. Este código fue introducido desde 1988 por la Sociedad de la Industria de los Plásticos, está vigente y su empleo es global (Agarwal et al., 2022). Su propósito es facilitar la identificación del polímero o resina plástica del que está hecho un producto que es potencialmente reciclable (Agarwal et al., 2022). El código se compone de 7 números y el PET corresponde al número 1 (Figura 2).



**Figura 2.** Códigos de identificación de las resinas plásticas.

El PET es uno de los plásticos con mayor demanda debido a cualidades como moldabilidad, ligereza, resistencia química y mecánica, durabilidad, inocuidad relativa, transparencia y bajos costos de producción (Ajaj et al., 2022; Awaja & Pavel, 2005). El PET presenta una degradación en condiciones ambientales normales extremadamente lenta, estimada entre 400 a 700 años (Chamas et al., 2020; Zhang et al., 2020).

El PET se desarrolló como una fibra textil a mediados de los años 40 por DuPont, multinacional de la industria química, posteriormente en 1973 se patentó su uso para botellas y tarros (Taniguchi et al., 2019). Desde entonces el mercado ha incrementado considerablemente (Figura 3), principalmente para fines como el envasado y empaçado, convirtiéndolo en la principal materia prima para contener líquidos (Dilixiati et al., 2022; Gerassimidou et al., 2022).



**Figura 3.** Demanda global en la industria plástica de resina de PET en Millones de toneladas (Mt). Tomado de BlueWave Consulting (2022).

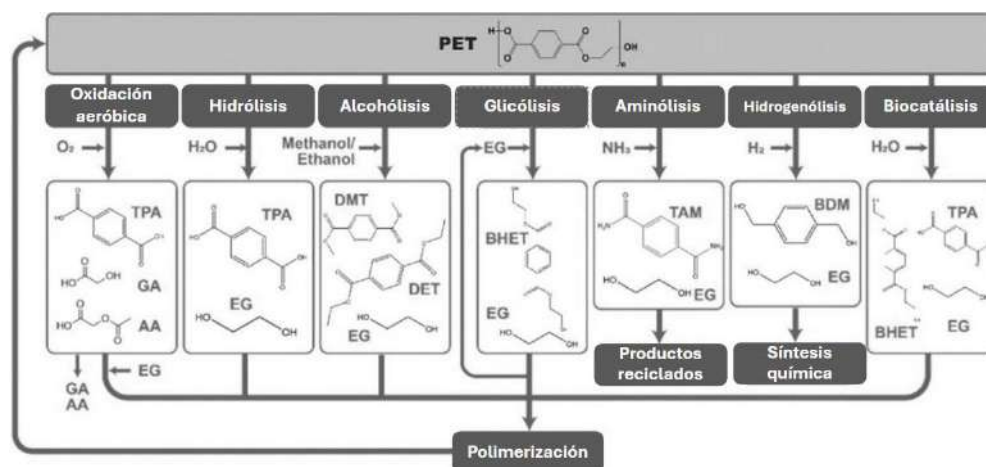
El envasado constituyó el 44% del uso mundial de los plásticos, y dentro de este uso, el PET representa uno de los materiales de mayor demanda (Plastics Europe, 2022). Por ejemplo, ALPLA, empresa líder a nivel global en la fabricación de bienes para envasado, reportó que en el 2020 el PET abarcó el 53.9% de los materiales empleados, seguido del PEAD y el PP (38.7% y 7.1% respectivamente) (ALPLA, 2022). Asimismo, se reportó que solo el 21% del PET utilizado provino de materia reciclada y el resto se manufacturó de hidrocarburos (ALPLA, 2022). Las cifras globales de 2021, reportaron que de las 390.7 millones de toneladas de plástico producidas, únicamente el 8.3% correspondió a reciclado post-consumo, el 90.2% se basó en hidrocarburos y el 1.5% fueron bioplásticos (materiales plásticos con refuerzos procedentes de fuentes naturales como yute, cáñamo, residuos agrícolas, celulosa, etc.) (PlasticsEurope, 2022). Para el caso de México, el PET ocupó el primer lugar de los plásticos empleados para el envasado y empaçado (ANIPAC, 2023). Además, se debe considerar que la mayor parte de los plásticos para estos fines son de un solo uso (Zhang et al., 2020).

La industria de las bebidas y del agua embotellada ha promovido una demanda cada vez más creciente de PET (Ajaj et al., 2022; Dilixiati et al., 2022). Aslani y colaboradores (2021) señalan que en los últimos diez años el consumo de agua embotellada incrementó un 60% y se estima que este ascienda a 513 billones de litros para 2025, convirtiéndose así en el segundo mercado más importante en la industria de bebidas. En 2013, México ocupó el primer lugar en el consumo de agua embotellada en el mundo (Aslani et al., 2021). Reportes recientes indican que continúa situándose dentro de los primeros diez países consumidores de agua embotellada (UNU INWEH, 2023).

## 2. Reciclaje de PET

### 2.1 Reciclaje químico

El reciclaje de PET puede ocurrir de dos formas: químico y mecánico (Li et al., 2022). El reciclaje químico consiste en la despolimerización de las cadenas relativamente largas de PET, dependiendo del tratamiento dado, se obtienen monómeros base (mono etilenglicol y ácido tereftálico) u otras unidades estructurales que son repolimerizados y aprovechados para producir otros tipos de sustancias requeridas (Li et al., 2022)(Figura 4).



**Figura 4.** Principales compuestos derivados del reciclaje químico del PET. TPA= Ácido tereftálico, EG= Etilenglicol, DMT= Dimetiltereftalato, DET= Dietiltereftalato, BHET = bis-2-hidroxieterftalato, BDM = bencenodimetanol, MHET = mono-2-hidroxieterftalato.

Actualmente, este tipo de reciclaje no se lleva a cabo de manera comercial, puesto que los costos económicos y energéticos son altos, la tecnología que se requiere es muy especializada, genera grandes volúmenes de desechos químicos cuyo tratamiento es complicado, y los reactivos necesarios llegan a ser muy corrosivos, lo que disminuye el tiempo de vida útil de la maquinaria utilizada (Li et al., 2022).

Las tecnologías disponibles para el reciclaje químico de los plásticos se agrupan según las metodologías empleadas en: licuefacción, disolución, gasificación, e hidrogenólisis, (Li et al., 2022). Estos mecanismos sólo se han estudiado en pruebas experimentales y a pequeña escala, por ello, no serán tratados en mayor detalle.

### 2.2 Reciclaje mecánico

El procesamiento mecánico es la principal tecnología para el reciclaje de PET, comprende cuatro etapas: clasificación o separación, trituración, lavado y secado, y,

reprocesamiento (Figuras 5 y 6) (Worrel & Reuter, 2014; Welle, 2011). La separación es una etapa crucial debido a que los residuos de PET deben ingresar al proceso de transformación lo más uniformes posible, sin embargo, los residuos post consumo suelen estar acompañados con otros plásticos, partículas de aditivos, metales, y otro tipo de compuestos que dificultan la eficiencia de las tecnologías empleadas en los tratamientos subsecuentes (Worrel y Reuter, 2014). En consecuencia, esta etapa es de las más costosas y reduce significativamente la cantidad de residuos que pueden reciclarse.

Se distinguen dos tipos de residuos: el post-industrial y el post-consumo (Horodytska et al., 2022). Los primeros son aquellos que resultan de operaciones industriales de transformación y van comúnmente limpios y homogéneos. Los segundos consisten en una mezcla de productos comerciales o domésticos al final de su vida útil. Normalmente éstos últimos se recolectan en conjunto con otros residuos sólidos, por lo que sus posibilidades de reciclaje disminuyen aún más (Horodytska et al., 2022).

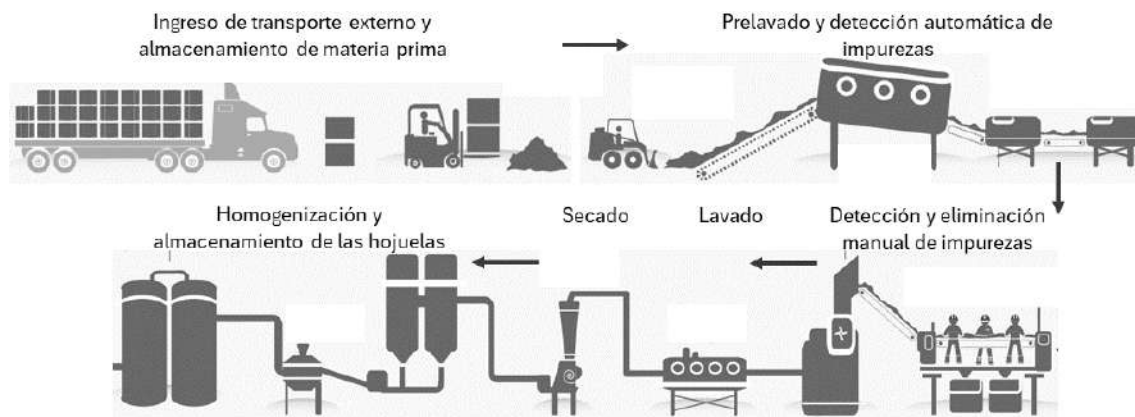
La separación comprende un conjunto de procesos como la inspección visual y evaluación del material de entrada, la segregación de los materiales (puede ser manual o automática), la compactación, evaluación del material de salida, almacenamiento en pacas, y posteriormente el transporte a los sitios de transformación industrial e ingreso a las siguientes etapas (PetStar, 2022) (Figura 5).



**Figura 5.** Proceso que comprenden la etapa de separación del reciclaje de PET. Modificado de PetStar, 2022.

Las etapas de trituración, lavado y secado ocurren de manera alternada de acuerdo con los procesos y organizaciones propias de cada industria, y en algunas ocasiones se requiere repetir los procesos de segregación y eliminación de contaminantes (Welle, 2011; PetStar, 2022). La trituración o molienda consiste en cortar los residuos por medio de una

máquina trituradora para reducir su tamaño y convertirlos en hojuelas o escamas de PET. Esta etapa puede ser precedida por un prelavado del material o preceder a ciclos repetidos de lavado y secado para eliminar el mayor número de impurezas posibles (PetStar, 2022; Welle, 2011). Durante estos ciclos el PET se somete a enjuagues con agua caliente y fría, solución jabonosa y otros disolventes inorgánicos (Awaja & Pavel, 2005). Después las escamas se secan a temperaturas entre 140°C y 170°C, lo que permite retirar la mayor cantidad de humedad con el fin de prevenir la degradación hidrolítica del PET y asegurar una mayor resistencia del producto final (Awaja & Pavel, 2005) (Figura 6).



**Figura 6.** Procesos previos al reprocesamiento del PET. Modificado de PetStar, 2022.

Por último, el reprocesamiento es la reconversión final del material en nueva materia prima. Abarca diferentes sistemas de transformación en el que el material proveniente se mezcla con PET virgen para asegurar una mayor calidad de PET reciclado (PETr) (Welle, 2011). La extrusión es el método más común del reprocesamiento, consiste en que las hojuelas se inyectan a una máquina extrusora llamada tolva, en esta el material atraviesa un tornillo giratorio que las deposita en un barril que calienta las hojuelas a una temperatura de fusión normalmente entre los 200°C y los 275°C. La masa fundida se desgasifica y se empuja por un tamiz para eliminar impurezas como aceites y ceras. Finalmente, el PETr se enfría y se granula, generando la resina reciclada o pellets, que ya pueden ingresar a nuevos ciclos de producción (Worrel & Reuter, 2014) (Figura 7). Éstos pellets ingresan a diferentes tecnologías mecánicas y térmicas, dependiendo de cuál es el uso que se les dará (Li et al., 2022). Algunas tecnologías son: la extrusión de fundición, que produce fibras; moldeo por inyección, para fabricar envases y empaques alimentarios; y el moldeo por soplado, a través del cual se crean las botellas comúnmente transparentes de PET (Li et al., 2022; Welle, 2011).



**Figura 7.** Tecnologías para el reprocesamiento de los plásticos. Modificado de Li et al., 2022.

### 2.3 Aspectos energéticos, económicos y ambientales del reciclaje mecánico

Pese a que existen tecnologías para establecer sistemas de circuito cerrado, donde los residuos se reconvierten en los mismos productos que los originaron; la mayoría de los países no puede aplicarlas en sus sistemas de gestión de residuos (Ajaj et al., 2022).

Usualmente el reciclaje mecánico produce PETr de menor calidad que la del PET virgen (Li et al., 2022). Esto ocurre debido a que por cada ciclo de reciclaje, los pellets resultantes tienen un menor peso molecular, y por lo tanto se degradan (Li et al., 2022). Aunque la adición de PET virgen minimiza el problema, esto mantiene la dependencia en la extracción de hidrocarburos (Cámara-Creixell & Scheel-Mayenberger, 2019).

El grado de pureza y calidad del PETr es un factor importante en la economía del reciclaje de los plásticos que puede incentivar o desalentar su aprovechamiento como insumo en nuevos procesos de fabricación (Awaja & Pavel, 2005). La reducción de calidad en el PETr se manifiesta en bajos niveles de viscosidad y transparencia, por lo que es más común que ocurra el reciclaje de circuito abierto (open-loop recycling), en el cual los nuevos productos no se vuelven a reciclar. Además por debido a la gran cantidad de energía que se invierte en el reciclaje, el producto puede ser más caro que el PET virgen por lo que puede resultar económicamente no redituable (Gerassimidou et. al, 2022). El reciclaje mecánico produce principalmente fibras textiles (Li et al., 2022). Sin embargo, este proceso es sumamente complicado y costoso por lo que no ocurre (Gerassimidou et al., 2022).

En este sentido, la venta del PETr se enfrenta a un mercado competitivo con respecto al PET virgen, cuyos precios suelen ser menores a los del PETr debido a su alta producción (Lara et al., 2022). De acuerdo con Li y colaboradores (2022), los precios de venta de los pellets de plástico reciclado varían entre 600 a 2,000 dólares por tonelada, mientras que las resinas vírgenes, con alta calidad y transparencia se venden desde 1,380 a 2,800 dólares por tonelada. Asimismo, la rentabilidad del mercado del PETr depende constantemente de la

volatilidad de los precios de los hidrocarburos que regulan los precios de venta del PET virgen.

Los costos de logística también representan un desafío importante en el mercado del PETr (Kumar et al., 2021). Se requiere de grandes espacios de almacenamiento y el transporte significa una inversión importante para quienes se dedican a esta industria. En consecuencia, los costos de manufactura pueden ser similares o mayores a los del PET virgen, por lo que el factor económico no es un incentivo para promoverlo (Welle, 2011).

Esta circunstancia se refleja en el reporte de los porcentajes de las fuentes de abastecimiento para envases y empaques de la Asociación Nacional de la Industria de Plásticos en México: el 71% provino de materia prima virgen, 14% reciclado post-consumo, 13% materia prima virgen de fuentes renovables y el 2% del reciclado postindustrial (ANIPAC, 2022).

Además de la inherente necesidad de energía eléctrica que implica cada etapa del reciclaje, también existen importantes pérdidas del material. Por ejemplo, en el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de la producción de una manta fabricada de PETr, se determinó que de 1.74 toneladas de botellas post-consumo se obtuvo un peso neto de alrededor de una tonelada de mantas (Zhang et al., 2020).

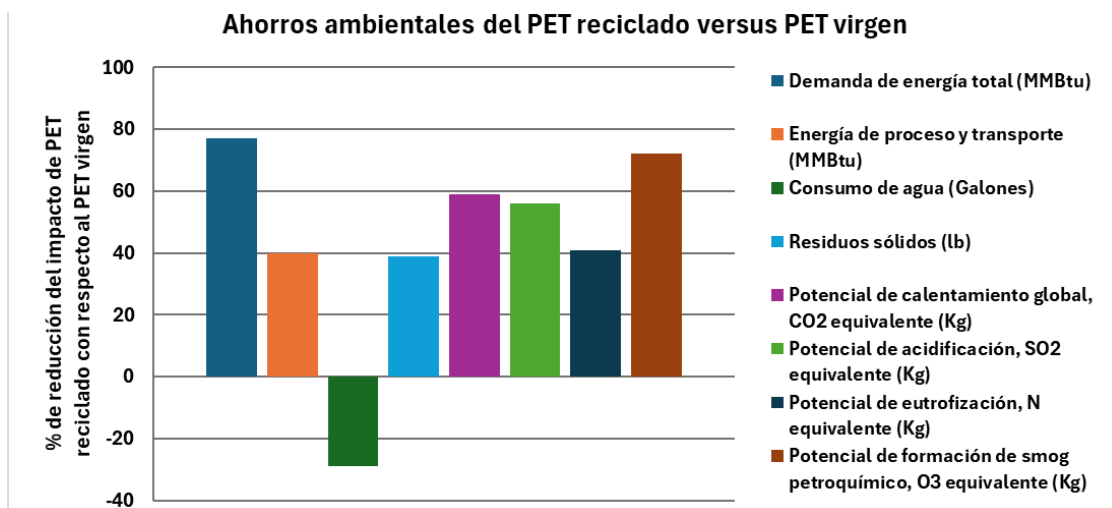
De acuerdo con los ACV, el reciclaje de PET permite un ahorro energético frente a la resina virgen, y también tiene un impacto ambiental menor (Allen & James, 2021; Zhang et al. 2020; NAPCOR, 2018b). Estos análisis muestran que el PETr utiliza menos energía no renovable y produce menos gases de efecto invernadero (Allen & James, 2021), y que categorías como calentamiento global y agotamiento de fuentes fósiles son ambientalmente mejores (Zhang et al., 2020). El único rubro de los ACV en donde el PETr tiene mayor impacto es el consumo de agua, esto debido a las grandes cantidades que se requieren para la eliminación de impurezas y contaminantes del material (NAPCOR, 2018), adicionalmente estas aguas se revierten al ciclo contaminadas. El Cuadro 1 muestra los resultados del ACV sobre los gastos de recursos e impactos ambientales para producir una tonelada de resina virgen, frente a una tonelada de resina reciclada, y en la Figura 8 se indican los ahorros estimados en el reciclaje de PET para cada categoría del ACV.



**Cuadro 1.** Comparación del Análisis del Ciclo de Vida para la producción de una tonelada de resina de PET virgen versus 1t de PET reciclado.

| Categoría del Análisis de Ciclo de Vida           | Resina de PET Virgen (NAPCOR, 2020)                                 | PET reciclado (NAPCOR, 2018)  |
|---|---|---|
| <i>Demanda de energía</i>                         | 61 GJ (60.9 GJ- energía no renovable, 0.5 GJ- energía renovable)    | 42.3 GJ   |
| <i>Generación de residuos sólidos</i>             | 95 Kg (97.4% de este total pasa a disposición en relleno sanitario) | 260 Kg (al ser de circuito abierto se incluye la parte correspondiente de adición de resina virgen) |
| <i>Consumo de agua</i>                            | 7,783 litros de agua  | 10,100 litros de agua   |
| <i>Potencial de calentamiento global</i>          | 2,233 kg CO <sub>2</sub> equivalente (eq)                           | 1,850 kg CO <sub>2</sub> eq   |
| <i>Potencial de acidificación</i>                 | 7.24 kg SO <sub>2</sub> eq  | 6.9 kg SO <sub>2</sub> eq   |
| <i>Potencial de eutrofización</i>                 | 0.45 kg N eq  | 0.37 0.45 kg N eq   |
| <i>Potencial de agotamiento del ozono</i>         | 4.5E-04 Kg CFC-11 eq  | No hay datos  |
| <i>Potencial de formación de smog fotoquímico</i> | 150 kg O <sub>3</sub> eq  | 110 kg O <sub>3</sub> eq  |

Fuente: NAPCOR, 2018; NAPCOR, 2020b.



**Figura 8.** Porcentaje de ahorros ambientales del PET reciclado versus PET virgen. Tomada de NAPCOR, 2020a.

#### 2.4 Panorama del reciclaje mecánico en México y el mundo

La generación de residuos plásticos representa uno de los principales problemas de contaminación a escala global (Horodytska et al., 2022; Geyer et al., 2017). Por tal motivo, se ha buscado que el reciclaje sea la principal vía para la reinsertión de los residuos dentro de un esquema de economía circular, sin embargo, el alcance en estos momentos es limitado (Horodytska et al., 2022; Ajaj et al., 2022).

En 2019, de las 370 MT plásticas producidas, el 76% pasó a acumularse en el ambiente o rellenos sanitarios, el 12% se envió a incinerar para producir energía eléctrica, y únicamente el 9% ingresó a procesos de reciclaje (De Marchi et al., 2020; Kumar et al., 2021). Aunque la incineración es una alternativa que permite recuperar energía, diversas investigaciones demuestran que este tipo de manejo emite grandes cantidades de gases de efecto invernadero y sustancias que son tóxicas para el ambiente y la salud (Zhang et al., 2020; Milios et al., 2018). El siguiente cuadro agrupa algunas cifras de reciclaje reportadas en la literatura que ilustran los bajos niveles de reciclaje en distintas regiones del mundo.

**Cuadro 2.** Reportes de reciclaje para Residuos Sólidos Urbanos, plásticos y PET.

| Región                      | RSU                 | Plásticos                         | PET  | Generación o consumo                                    | Referencias                                  |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------------------|--|---|--|
| Global                      | ND                  | 8.3% (2021)                       | Recolección y procesamiento secundario <50% (2020) | 390 MT - plásticos, 89.3-PET (2021)                     | PlasticsEurope, 2022; Li et al., 2022        |
| Países de altos ingresos    | 29% (2022)          | ND                                | ND   | ND  | Dong et al., 2022                            |
| Países medio-bajos ingresos | 3.7 – 6% (2022)     | ND                                | ND   | ND  | Dong et al., 2022                            |
| Unión Europea               | ND                  | 35% (2020)                        | ND   | ND  | PlasticsEurope, 2022                         |
| Alemania                    | 52.8% (2017)        | 42% post-consumo                  | 90% (2017)   | ND  | Schmidt et al., 2020; Aslani et al., 2021    |
| China                       | 2% (2014)           | ND                                | ND   | Produce el 27.9% de los plásticos a nivel global (2020) | Zhang et al., 2020; Horodytska et al., 2022  |
| Estados Unidos              | ND                  | 4.5% plásticos de envasado (2022) | 27.9% (2020)                                       | 5° lugar mundial en consumo de agua embotellada (2013)  | Benyathiar et al., 2022; Aslani et al., 2021 |
| Brasil                      | ND                  | ND                                | 54.8% post-consumo (2011)                          | 462,000 T para envasado (2008)                          | Coelho et al., 2011                          |
| Colombia                    | ND                  | ND                                | 31% (2021)   | 648,000 T (2021)  | Zapata-Bravo et al., 2021                    |
| México                      | Recolección del 80% | ND                                | Acopio 8.52 T/día<br>Recolección de 98,544 T       | Producción de 3159 T /día de residuos PET               | SEMARNAT, 2020; PetStar, 2022                |

ND= Información no disponible, T = Toneladas, MT = Millones de Toneladas

El reciclaje de los plásticos depende en gran medida de cómo se separen y el estado en el que ingresan al proceso (Worrel & Reuter, 2014; Zhang et al., 2020). Según informa Plastics Europe (2022), en el año de 2020, el reciclaje de plásticos para empaques en la Unión Europea fue 80 veces mayor cuando éste se recolectó de manera separada, que cuando se recolectó mezclado con otro tipo de plásticos post-consumo. En esta misma región, donde el índice de recolección separada de botellas PET es relativamente bueno (57.5%), la calidad de las estas sigue siendo insatisfactoria para el reciclado, puesto que requieren de tratamientos exhaustivos de separación y limpieza de otros componentes y aditivos (Dilixiati et al., 2022).

Además de las dificultades para reciclar plásticos cuya recolección es altamente heterogénea, existen otras limitaciones que reducen la incorporación del plástico post-consumo al reciclaje. Debido a que no todos los residuos de PET son reciclables, algunos autores consideran que podría haber déficits en los suministros de PETr de alta calidad que cubran la demanda de las grandes industrias que se han comprometido a utilizar resina reciclada en los próximos años (Allen & James, 2021).

### 3. Gestión de residuos PET en México y en Yucatán

A continuación se describe la gestión de residuos plásticos en México y Yucatán en la que destacan diversas dificultades para la implementación del reciclaje en estas regiones.

#### *1.1 Legislación de residuos*

En México, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) (DOF, 2023) tiene por objeto “garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación”. Esta ley es la base para la definición y ejecución de las leyes, programas y reglamentos que se ocupan de la disposición de los residuos en cada estado, que para el caso de Yucatán son: Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán (LGIREY, 2021), y el Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán (DOGEY, 2021). Estos tres niveles de legislación comparten los principios de:

1. Prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas.
2. Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños, el acceso público a la información, la educación ambiental y la capacitación, para lograr la prevención de la generación y el manejo sustentable de los residuos;
3. La disposición final de residuos debe estar limitada sólo a aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuada.

En primera instancia, la estructuración de la normativa para la gestión de los residuos en México y Yucatán cubre oportunamente las necesidades básicas para lograr un manejo adecuado de los residuos plásticos, sin embargo, como señalan varios autores, su aplicación permanece inefectiva (Lara et al., 2022; Li et al., 2022; Guevara-García & Montiel-Corona, 2015; Cámara-Creixell & Sheel-Mayenberguer, 2019).

El análisis de gestión de residuos que ofrece el DBGIR (SEMARNAT, 2020) reconoce que la cantidad de instalaciones en el país dedicadas al aprovechamiento de RSU es “muy reducida e insuficiente para la cantidad y el tipo de residuos que se generan en México y que son susceptibles de ser aprovechados”. Asimismo manifiesta la necesidad urgente de evaluar las condiciones de operación de las plantas de separación de residuos reciclables, y sugiere que “estas plantas no son financieramente autosuficientes [...] se han mantenido en operación por razones ambientales, para cumplir acuerdos contractuales de las empresas que las operan o para ofrecer empleo a pepenadores desplazados de los sitios de disposición final” (p.57).

Lara y colaboradores (2022) mencionan que el sistema actual para la gestión de residuos plásticos no ofrece un marco legal suficiente para abordar la complejidad del problema. Además, debido a que la tecnología necesaria para el reciclaje no está disponible o tiene costos prohibitivos, la reciclabilidad resulta una cualidad más teórica que real (Lara et al., 2020). Por otro lado, como declaran Cámara-Creixell & Sheel-Mayenberguer, (2019), la industria del reciclaje de plásticos en las economías subdesarrolladas depende en gran medida de la labor del grupo social conocido como “pepenadores”, sin embargo, aunque su

papel puede incrementar el ingreso de residuos de PET en las cadenas de suministro, sus condiciones de trabajo suelen ser complicadas y operan en el esquema de la economía informal.

Aunque se ha declarado que México es líder mundial en el reciclaje de PET (ECOCE, 2024), la información disponible sobre generación y acopio de residuos PET sugiere incongruencias entre este liderato, y las cifras reales de reciclado de PET (SEMARNAT, 2020; Lara et al., 2022). Además de que México es uno de los países que por varios años ha permanecido entre los primeros consumidores de agua embotellada y refrescos en envases PET (Aslani et al., 2021, UNU INWEH, 2023).

### *1.2 Datos nacionales y estatales sobre residuos de PET*

De acuerdo con el DBGIR (SEMARNAT, 2020), en la mayor parte del país el sistema de gestión de residuos está restringido a las actividades básicas de recolectar, trasladar y depositar en sitios de disposición final. En México se estima que se generan alrededor de 120,128 toneladas de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) al día. De esta cifra el PET ocupa el 2.63%, equivalente a 3,159 toneladas diarias. A nivel nacional, los centros de acopio reciben en promedio 8.52 toneladas de PET al día, que es menos del 1% del PET generado diariamente (SEMARNAT, 2020).

La recolección selectiva de los residuos es una labor imprescindible para facilitar el reciclaje de aquellos residuos susceptibles de aprovechamiento (Li et al., 2022). En México se tiene registrado que apenas se recolecta por separado el 5% de los residuos que se generan a diario. Hacia 2020, Yucatán registró una generación de RSU promedio de 2,016 toneladas al día, de las cuales el 73.76% son recuperadas, y apenas el 5.3% se recolectó de manera separada. En México, la disponibilidad de plantas para tratamiento o reciclaje de RSU es muy limitada, mientras que Yucatán cuenta con el registro de apenas una planta dedicada exclusivamente a la separación de los residuos inorgánicos (SEMARNAT, 2020).

El gobierno de Yucatán reconoce la poca disponibilidad de información sobre generación y gestión de residuos. Hasta donde es de nuestro conocimiento, la única cifra disponible se reporta en una noticia del Centro de Investigación Científica de Yucatán (2021), en la que se señala un acopio estimado del 31% de las 50 toneladas de PET que se consumen diariamente. Además, según el DBGIR (SEMARNAT, 2020), la información del estado de

Yucatán que se consultó para la elaboración de este informe tomó en cuenta los datos del Programa Estatal para la Gestión de Residuos Sólidos en Yucatán del año 2009, lo que evidencia un atraso preocupante sobre la actualización de sus cifras.

Mediante una consulta preliminar en internet se identificó que en Yucatán únicamente existen centros de acopio de PET, más no de reciclaje (PetStar, 2022). PetStar es la empresa que se ocupa principalmente de este acopio en una de sus plantas de acopio más grandes del continente, ubicada en el municipio de Umán. No obstante, como indica la página oficial de la empresa, las instalaciones que tienen la infraestructura para los procesos de trituración, lavado y secado, y extrusión, se encuentran en su planta de reciclaje en Toluca, Estado de México (PetStar, 2022).

Actualmente en la ciudad de Mérida, Yucatán existe el programa Puntos Verdes como un componente de la estrategia “Basura Cero” por parte del ayuntamiento municipal (Ayuntamiento de Mérida, 2024a). Los Puntos Verdes (PV) consisten en sitios de recolección separada de residuos ubicados en diferentes puntos de la ciudad, a los cuales la ciudadanía puede optar por llevar sus residuos. En entrevista con el personal que labora en un punto verde se informó que todo el PET acopiado es recogido dos veces a la semana por parte del personal de la empresa Bepensa, industria embotelladora de mayor influencia en la Península de Yucatán. El material acopiado en los PV es transportado por vehículos a cargo de Bepensa al sitio de acopio en Umán.

El panorama anterior permite señalar que la cantidad de residuos plásticos y de PET en México y en Yucatán sobrepasa su capacidad de reciclaje. Aunque la misma LGPGIR (2003) indica que los programas de gestión integral deben seguir estrictamente el orden jerárquico de Reducir, Reutilizar y Reciclar (3R), estos principios no se sustentan. Pese a que la misma legislación pondera las 3R, da la apariencia de que este marco está principalmente dirigido a los comportamientos de la sociedad (Horodytska et al., 2022), lo cual conduce a una desvinculación de responsabilidades que los diferentes niveles de gobierno y la industria deberían asumir (Geyer et al., 2016). La siguiente sección desarrolla el concepto de greenwashing, el cual revela un discurso emitido por gobiernos e industrias, en el que se plantea erróneamente al reciclaje como la solución al problema de la contaminación plástica, además de acentuar la responsabilidad en la población mediante sus conductas de consumo y manejo de residuos.

## 4. Greenwashing del reciclaje

### 4.1 *Conceptualización de greenwashing*

El aumento en el interés de la sociedad sobre las problemáticas medioambientales dio lugar al desarrollo de una política denominada Responsabilidad Social Corporativa Ambiental, término que describe los compromisos y acciones por parte de una organización o compañía, con el propósito de reducir los efectos negativos al ambiente que se derivan de sus procesos de operación (Braga et al., 2019; De Jong et al., 2018). En consecuencia, los compromisos medioambientales se convirtieron en una variable importante en el panorama competitivo de las industrias, reflejando una demanda cada vez mayor de productos o servicios con menor impacto ambiental. Esta circunstancia ha promovido la adopción de estrategias comunicativas por parte de las empresas para crearse una imagen ambientalmente positiva visible a la sociedad (Braga et al., 2019; Eng et al., 2021). En este contexto surge el denominado *greenwashing* o lavado verde. El concepto hace referencia a un tipo de comunicación engañosa por parte de una organización sobre los beneficios ambientales de sus productos, servicios o sus prácticas en general (Eng et al., 2021; Nemes et al., 2022).

En años recientes han surgido diversas definiciones para el *greenwashing* sin que exista una definición universal, sin embargo, para este estudio consideramos la propuesta de Nemes y colaboradores (2022) que lo definen como: “un término general para una variedad de comunicaciones y prácticas engañosas que inducen a percepciones falsas positivas del desempeño ambiental de una organización. Puede ser realizado por empresas, gobiernos, políticos, organizaciones de investigación, organizaciones internacionales, bancos y organizaciones no gubernamentales, y puede variar desde una ligera exageración [de la información] hasta una fabricación completa [de la realidad] de sus productos/servicios”.

Los efectos del *greenwashing* en la sociedad han sido efectivos para promover el estatus social de las organizaciones que lo ejercen, al favorecer su relación con sus empleados, los consumidores o sus ganancias a corto plazo, pero simultáneamente han permitido evitar la ejecución de cambios o acciones más sustantivas y necesarios para reducir los impactos negativos en el ambiente (Nemes et al., 2022; Schmuck et al., 2018).

El *greenwashing* abarca un matiz de declaraciones según se identifica que la información es falsa, ambigua, confusa o incompleta sobre los impactos ambientales reales

de los bienes y servicios que se ofrecen. Los enunciados pueden tomar distintas formas según el aspecto puntual que se quiere comunicar, como: declaraciones verbales o escritas, imágenes, informes, anuncios, promesas, códigos de conducta, principios, criterios, entre otras (Nemes et al., 2022).

Actualmente las prácticas del greenwash están amplia y mundialmente impregnadas en la publicidad de muchos productos y estrategias ambientales, por lo que es un tema que ha comenzado a abordarse desde varios campos disciplinarios como: las ciencias ambientales, la comunicación y la psicología ambiental, estudios de imagen y cultura visual, finanzas y negocios, etc. (Schmuck et al., 2018).

Los mensajes de tipo greenwashing pueden ser clasificados en dos grupos generales: enunciados vagos o especulativos, y enunciados con información falsa (Schmuck et al., 2018). Los primeros hacen referencia a afirmaciones que son “demostrablemente falsas basadas en pruebas objetivas”, por ejemplo, la publicidad de una compañía de autos eléctricos que afirma que sus carros son “cero emisiones”, cuando la manufactura de las partes del carro o su transporte vía marítima o terrestre al lugar de venta ya involucró una importante emisión de gases de efecto invernadero. Las afirmaciones vagas se nombran así por ser demasiado amplias, mal definidas o poseer significados poco claros, de tal manera que generan una impresión incorrecta sobre los impactos ambientales del producto, por ejemplo cuando el eslogan de una compañía de cosméticos indica “todo natural” (Schmuck et al., 2018).

#### *4.2 Ejemplos de greenwash en el manejo de los residuos plásticos*

El greenwashing no es una práctica exclusiva de las marcas o empresas, también gobiernos y organizaciones no gubernamentales pueden participar de ellas y actuar como socios del greenwashing empresarial, o gestionar la percepción pública de políticas o programas ambientales específicos (Nemes et al., 2022).



Con base en el contexto local y global del reciclaje que se presentó en la primera sección, se identifica la prevalencia de un discurso por parte de empresas y gobiernos, que exagera la capacidad de reciclaje de los plásticos como solución a los problemas de contaminación plástica. Esto constituye una forma de greenwashing puesto que: i) no existe la infraestructura suficiente para reciclar todo lo que se produce y su desarrollo económico es complicado, ii) el reciclaje de PET requiere que los residuos cumplan con especificaciones






como la homogeneidad en su recolección y la eliminación de contaminantes y aditivos difíciles de separar, y iii) el acopio de residuos PET no es sinónimo de su reciclaje, solo es un proceso inicial.

El siguiente cuadro muestra una serie de imágenes presentes en productos de consumo cotidiano y en la propaganda gubernamental sobre la gestión de los residuos en Mérida, que ejemplifican el greenwashing que se hace del reciclaje. Se incluye una columna de “Realidad” que permite contrastar el enunciado y las condiciones reales sobre las que comunica.

**Cuadro 3.** Ejemplos de mensajes de greenwashing en productos plásticos de consumo cotidiano.

| Mensaje de greenwashing  | Tipo de enunciado | Realidad   |
|--|-------------------|--|
| <p data-bbox="235 772 722 835">Una botella de PET con el mensaje “Recíclame una, otra y otra vez”</p>  | Falso             | <p data-bbox="912 772 1385 1171">El PET es un plástico que no puede reciclarse infinitamente porque, se degrada con cada ciclo de reciclaje y se necesita la adición de PET virgen para producir una nueva botella (Li et al., 2022). Además, el reciclaje botella-a-botella implica altos costos de funcionamiento, por lo que no es la vía principal en esta industria, la mayor parte del PET se usa en fibras textiles que no pueden volver a reciclarse (Zhang et al., 2020).</p> |
| <p data-bbox="235 1346 722 1409">Agua embotellada con el mensaje “Botella 100% reciclable”.</p>       | Vago              | <p data-bbox="912 1346 1385 1709">Se considera greenwashing por su ambigüedad. Aunque la botella teóricamente sí es 100% reciclable, el enunciado omite que para asegurarlo deben cumplirse varios requisitos como: recolección separada, no contaminación del material, que se cuente con la infraestructura para reciclar, etc. (Dong et al., 2022). En Yucatán no hay recolección separada (SEMARNAT, 2020).</p>  |

| <b>Cuadro 3. Ejemplos de greenwashing en productos plásticos de consumo cotidiano (continuación).</b>   |       |  |
|---|-------|--|
| <p>Pasta de dientes con el mensaje “HDPE, recicle el tubo vacío con la tapa puesta con plásticos número 2”.</p>  | Falso | <p>Las tecnologías para el reciclaje de otros plásticos diferentes al PET (1) son escasas y su disponibilidad se restringe a pocos países (Gerassimidou et al., 2020; Dong et al.2022). La mayor parte de los plásticos diferentes al PET pasan a su disposición y descomposición en el ambiente (Kumar et al., 2021).</p>   |
| <p>Empaque de yogur con el mensaje “reciclable”.</p>    | Falso | <p>Similar al caso anterior, los empaques de yogur comúnmente corresponden al poliestireno, plástico cuyo reciclaje es prácticamente inexistente. Debido al diseño específico de los empaques, estos conforman una aleación de distintos tipos de plásticos y aditivos como colorantes y metales, esta heterogeneidad en su composición limita su reciclaje (Li et al., 2022).</p>         |
| <p>Propaganda de los Puntos Verdes en Mérida.</p>    | Vago  | <p>Este mensaje otorga la responsabilidad en acciones individuales y adjudica el reciclaje a los consumidores, cuando este es un proceso industrial (Eng et al., 2021; Worrel y Reuter, 2014). El discurso del reciclaje de PET en Yucatán es una falacia en tanto que solo hay acopio. La infraestructura para reciclaje a nivel nacional y estatal es insuficiente (SEMARNAT, 2020).</p> |

El greenwashing sobre el reciclaje refleja una visión en la que los enfoques tecnológicos se muestran como única vía para solucionar los problemas de gestión de residuos, pero que la realidad demuestra que no son suficientes (Heidbreder et al., 2019). Las prácticas del greenwashing tienen consecuencias en fenómenos sociales y factores

psicológicos que pueden socavar las soluciones técnicas (Eng et al., 2021; Heidbreder et al., 2019), por ejemplo, la propaganda sobre el reciclaje de PET, puede conducir a un cambio en el comportamiento de las personas a medida que consumen más por creer que sus productos se reciclan (Heidbreder et al., 2019).

Se puede observar que en tres de los ejemplos anteriores (Cuadro 3) los enunciados están escritos en segunda persona: “Recíclame, una y otra y otra vez”, “Recicle el tubo vacío...”, y “Separa, recicla, da vida”. Este rasgo gramatical es un recurso común en la publicidad verde que hacen las empresas y otros sectores, en el que se acentúa la responsabilidad individual de la población, lo que desvía la atención sobre la responsabilidad que tienen los productores industriales y el gobierno en la problemática.

## 5. Conocimientos y comportamientos medioambientales

### 5.1 *El conocimiento como predictor de las conductas pro-ambientales*

Los conocimientos que poseen las personas sobre un tema ambiental constituyen una precondition importante que puede prevenir la influencia del greenwashing en la conducta (Bingaman et al., 2022; Hanks et al., 2016; Line et al., 2016; Schmuck et al., 2018).

El conocimiento es el conjunto de información almacenada como resultado de procesos cognitivos que ocurren por medio de la experiencia, la introspección y la comprensión teórica o práctica de un asunto referente a la realidad (Villegas & González, 2005; Lawson, 2000). Desde una perspectiva dialéctica del racionalismo y el empirismo, la generación del conocimiento ocurre a partir de la traducción de la información desde el mundo exterior hacia la razón o el pensamiento, en la que razón y experiencia dependen una de la otra (Villegas & González, 2005). El conocimiento resulta de un proceso constructivo que es afectado por las condiciones sociales e ideas previas de los individuos y que constituye el marco de referencia que se tiene de un tema (Villegas & González, 2005). En este sentido, la integración de diversos conocimientos se puede entender como un sistema de representaciones y creencias sobre el mundo, en el que la abstracción del entorno también se traduce en las acciones mismas de las personas. (Gibson, 1988).

En el contexto de los problemas ambientales, Bruun (2002) señala que aunque sobre la correlación entre conocimientos y conductas en favor del ambiente es discutible, el conocimiento es una de las muchas condiciones previas importantes para el “desarrollo de la

competencia que lleva a la acción, y a los ajustes de comportamiento en relación con el medio ambiente” (p.329). Una conducta o comportamiento pro-ambiental se define como cualquier tipo de comportamiento personal que busca conscientemente minimizar el impacto negativo de las acciones propias en el mundo natural y construido (Bruun, 2002).

Diversas investigaciones empíricas demuestran que las personas con mayores conocimientos medioambientales son más propensas a comportarse y desarrollar hábitos favorables para el ambiente (Pothitou et al., 2016; Hanks et al., 2016; Amoah & Addoah, 2020; Vicente-Molina et al., 2013). Sin embargo, en muchas ocasiones los tipos de conocimiento que poseen las personas no son suficientes para dirigir una conducta y se requiere que estos estén dirigidos hacia la acción (Bruun, 2002). Bruun (2002) propuso cuatro dimensiones del conocimiento orientado a la acción que en conjunto, predicen mayores posibilidades para un comportamiento proambiental: i) conocimientos sobre los efectos, ii) sobre las causas de raíz, iii) sobre las estrategias para el cambio, y iv) sobre alternativas y visiones (Figura 9).



**Figura 9.** Dimensiones del conocimiento relacionado al ambiente. Adaptado de Bruun (2002).

Para describir esta propuesta usaremos el problema de la contaminación plástica en los océanos. La primera dimensión implica conocer las consecuencias, por ejemplo, saber que el desecho de plásticos al mar perturba las cadenas tróficas de los seres vivos y cambia la química del agua. Esta dimensión incrementa la atención y preocupación y, en consecuencia, la disposición a actuar. Los conocimientos sobre las causas de raíz se refieren a los factores sociales que influyen el comportamiento, como el consciente de las

condiciones estructurales que están detrás de la acelerada producción de plásticos. La tercera dimensión tiene que ver con la percepción de control de uno mismo para contribuir a un cambio de comportamiento, como tener conocimientos sobre la separación de residuos y saber que se cuenta con infraestructura al alcance para una disposición apropiada. La última dimensión se refiere a la necesidad de desarrollar visiones propias sobre las posibilidades reales para actuar, así como de ideas y metas futuras en los contextos sociales inmediatos, como familia, estilo de vida y círculo social, un ejemplo sería el aspirar a la conservación de la vida marina o disfrutar de un entorno limpio, y por ende, se consumiría menos plástico de un solo uso.

Diversas publicaciones han demostrado una correlación positiva entre los conocimientos y las conductas proambientales en; estudios sobre el desarrollo de hábitos para el ahorro de energía doméstica (Pothitou et al., 2016), en la ejecución de prácticas ambientales en el contexto de países en desarrollo (Amoah & Addoah, 2020), en las actitudes ambientales de estudiantes universitarios (Vicente-Molina et al., 2013), en la visión del público sobre la contaminación plástica (Soares et al., 2021), así como en las esferas pública y privada del comportamiento público (Liobikiene & Poskus, 2019).

### 5.2 *Perspectivas teóricas sobre la influencia del greenwashing en los conocimientos y prácticas medioambientales*

En esta sección se presentan algunas perspectivas teóricas que vinculan el greenwashing con los conocimientos y prácticas ambientales de las personas. Una de ellas es la *Teoría del procesamiento de la información*, propuesta por la psicóloga social Shelley Chaiken en 1980 (Hanks et al., 2016). Esta postula que existen dos maneras básicas de procesar la información: la sistemática y la heurística. La primera consiste en la recopilación previa de datos que son procesados con el fin de generar información comprensible, que se utilizará en la toma de decisiones. La segunda es un proceso o atajo mental mediante el cual el cerebro realiza juicios y toma decisiones rápidas. De este modo, el cerebro evita la racionalización profunda y deliberada y define una respuesta inmediata para responder a una situación particular (Hanks et al., 2016; Line et al., 2016).

El procesamiento heurístico de la información puede explicar por qué el greenwashing es conveniente para las organizaciones que la comunican, ya que informarse apropiadamente sobre las posibilidades reales del reciclaje implica mayores esfuerzos

cognitivos e inversión de tiempo (Hanks et al., 2016). La influencia es mayor cuando los enunciados se corroboran con la repetición de información proveniente de diferentes contextos. Por ejemplo, si la publicidad de una empresa señala que “todas las botellas de PET se reciclan”, y las instancias gubernamentales también anuncian al reciclaje como la solución, ambos tipos de información conducen a una evaluación heurística de los mensajes engañosos, sin exigir mayor examen por parte de las personas (Line et al., 2016).

Desde el campo de la psicología ambiental, otra teoría relevante para explicar la influencia del greenwashing es la *Teoría de la Disonancia Cognitiva*, propuesta por el psicólogo Leon Festinger en 1957 (Harmon-Jones & Judson, 2020). Esta postula que las personas experimentamos la necesidad de compatibilizar nuestros pensamientos, creencias, actitudes, y/o conductas cuando estas no son coherentes entre sí por ser o parecer contradictorias o inconsistentes (De Jong et al., 2018). La disonancia conduce a una sensación de incomodidad que promueve a su resolución por medio de diferentes mecanismos, entre ellos está el cambiar uno de los dos pensamientos opuestos, cambiar el comportamiento para que sea congruente con la creencia, añadir nueva información o ideas que ayuden a racionalizar la inconsistencia, o trivializarla (Harmon-Jones & Judson, 2020).

Para ejemplificarlo, proponemos la confrontación del pensamiento *el consumo de agua embotellada promueve la contaminación del ambiente*, frente a la conducta de *consumir diariamente agua embotellada*. De acuerdo con la teoría, para resolver la disonancia las personas podrían aceptar el greenwashing del reciclaje de las botellas y así reducir el malestar cognitivo que podría generar consumir agua embotellada. Por lo tanto, el greenwashing podría generar una satisfacción psicológica sobre la percepción de que la solución a la contaminación de los plásticos recae en su capacidad para reciclarse, afectando en última instancia las decisiones de consumo (Schmuck et al., 2018).

### 5.3 *Mecanismos racionales como barrera ante el greenwash*

Aunque el greenwashing es una herramienta que puede dirigir las creencias, comportamientos y actitudes de la sociedad ante diversas cuestiones medioambientales, estar correctamente informados puede moderar los efectos de esta práctica (De Jong et al., 2018; Parguel et al., 2015; Eng et al., 2021). Por ejemplo, en la investigación de Schmuck y colaboradores (2017) se demostró que los conocimientos ambientales de consumidores en

una población alemana, favorecieron la identificación de los intentos de greenwash en los enunciados de las empresas, lo que motivó a una evaluación negativa de estas. Reconocer la ubicuidad de los enunciados engañosos en la publicidad puede inducir a procesos racionales que permita evaluar críticamente la credibilidad de este tipo de afirmaciones y una mayor capacidad para identificar el greenwashing (Schmuck et al., 2018).

Asimismo, diversos estudios han encontrado que la sensibilización sobre los problemas de contaminación, así como los conocimientos de reciclaje, pueden impactar significativamente en la manera de manejar los residuos de las personas (Tonglet et al., 2004; Muniandy & Anuar, 2020). En cuanto al reciclaje, las prácticas están reguladas por variables como: la percepción sobre la falta de facilidades para separar los residuos, o la ineficacia de los sistemas municipales de gestión (Tonglet et al., 2004; Arli et al., 2020), y el poseer conocimientos específicos de qué, cómo, dónde, y cuáles son los recursos y condiciones necesarios para reciclar (Passafaro & Livi, 2017; Muniandy & Anuar, 2020).

De acuerdo con Liobikien y Poskus (2019) hay diferentes tipos de comportamiento asociados a diferentes factores causales y conocimientos. Se distinguen dos categorías de los comportamientos proambientales: la esfera privada y la pública (Stern, 2000). Conductas ordinarias como la compra de alimentos, el uso de medios de transporte y la eliminación de desechos se agrupan en la primera, el activismo medioambiental y el apoyo o rechazo a políticas en la materia conforman la segunda (Liobikiene & Poskus, 2019). El reconocimiento de la población sobre los problemas de contaminación plástica ha promovido que la sociedad tome acción al reducir su desecho indiscriminado (Soares et al., 2021). Mientras que transmitir la realidad sobre el reciclaje de PET, puede favorecer un llamado de atención colectivo para exigir que los grandes generadores de plásticos reduzcan su producción (Geier et al., 2019). Impulsando el contar con alternativas más sostenibles para la distribución de productos y mejores sistemas de gestión de residuos.

La información que se ofrece a la sociedad sobre el reciclaje puede influenciar sus creencias sobre este, y al mismo tiempo reforzar o desalentar su actitud ante el greenwashing (Arli et al., 2020), por lo que resulta relevante indagar sobre los conocimientos y prácticas que la sociedad tiene del tema para poder involucrar a la sociedad en sus acciones tanto de la esfera pública como privada.

## *Objetivos*

### *Objetivo general*

Describir las prácticas y conocimientos que universitarios de carreras afines a las ciencias ambientales de Mérida, Yucatán tienen sobre el reciclaje PET, y contrastarlo con los procesos de reciclaje que se desarrollan en el estado.

### *Objetivos específicos*

- I. Describir la situación actual de la generación de residuos plásticos y reciclaje de PET en el estado de Yucatán.
- II. Describir los conocimientos sobre reciclaje de PET que tienen universitarios de carreras afines a las ciencias ambientales en Mérida, Yucatán.
- III. Describir los hábitos de uso y disposición de residuos de los envases tipo PET que tienen universitarios de carreras afines a las ciencias ambientales en Mérida, Yucatán.



## Metodología

### Objetivo específico I

Este objetivo se cubrió mediante la consulta y disponibilidad de las fuentes más actualizadas de, documentos, reportes y páginas oficiales de las instancias de gobierno estatal y nacional, que ponen a disposición datos sobre la estimación de generación, recuperación y reciclaje de residuos plásticos y PET, y se consultaron reportes de empresas y asociaciones del sector privado involucradas en la cadena de valor del PET (Cuadro 4). Los resultados de esta consulta se complementaron tres entrevistas realizadas a: i) un administrador que labora en la planta estatal de acopio de PetStar, ii) un propietario de un centro de compra-venta y almacenamiento temporal de PET en Mérida y, iii) un empleado público que trabaja en el Ayuntamiento de Mérida en el programa de los Puntos Verdes.<sup>1</sup>

**Cuadro 4.** Fuentes consultadas para la descripción del reciclaje de PET en Yucatán.

| Fuente   | Año  | Instancias responsables                                     | Sector   |
|--|------|---|----------|
| Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos                          | 2020 | SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático | Gobierno |
| Inventario Nacional de Fuentes de Contaminación Plástica                             | 2023 | SEMARNAT  | Gobierno |
| Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán 2018-2024                                      | 2019 | Gobierno del Estado de Yucatán                              | Gobierno |
| Sistema Intermunicipal de Gestión de Residuos Sólidos - Zona Metropolitana de Mérida | 2023 | Gobierno del Estado de Yucatán                              | Gobierno |
| Boletín del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY)                     | 2021 | CICY  | Gobierno |
| Informe de Sustentabilidad 2022  | 2022 | PETSTAR   | Privado  |
| III Informe del Acuerdo Nacional para la Nueva Economía del Plástico                 | 2022 | Asociación Nacional de Industrias del Plástico (ANIPAC)     | Privado  |
| IV Informe del Acuerdo Nacional para la Nueva Economía del Plástico                  | 2023 | ANIPAC  | Privado  |
| Página oficial de Ecología y Compromiso Empresarial A. C.                            | 2024 | ECOCE   | Privado  |
| Página oficial de Fundación Bepensa  | 2024 | Bepensa   | Privado  |

<sup>1</sup> Por acuerdo con las personas entrevistadas, este trabajo mantiene su anonimato y reiteramos nuestro agradecimiento por responder a la consulta.

## **Objetivos específicos II y III**

### *Diseño del estudio*

Con base en el objetivo general de describir prácticas y conocimientos, la presente investigación tuvo un enfoque cualitativo, descriptivo y exploratorio, de acuerdo con la toma de datos, transversal (Hernández-Sampieri et al., 2014).

### *Población y sitios de estudio*

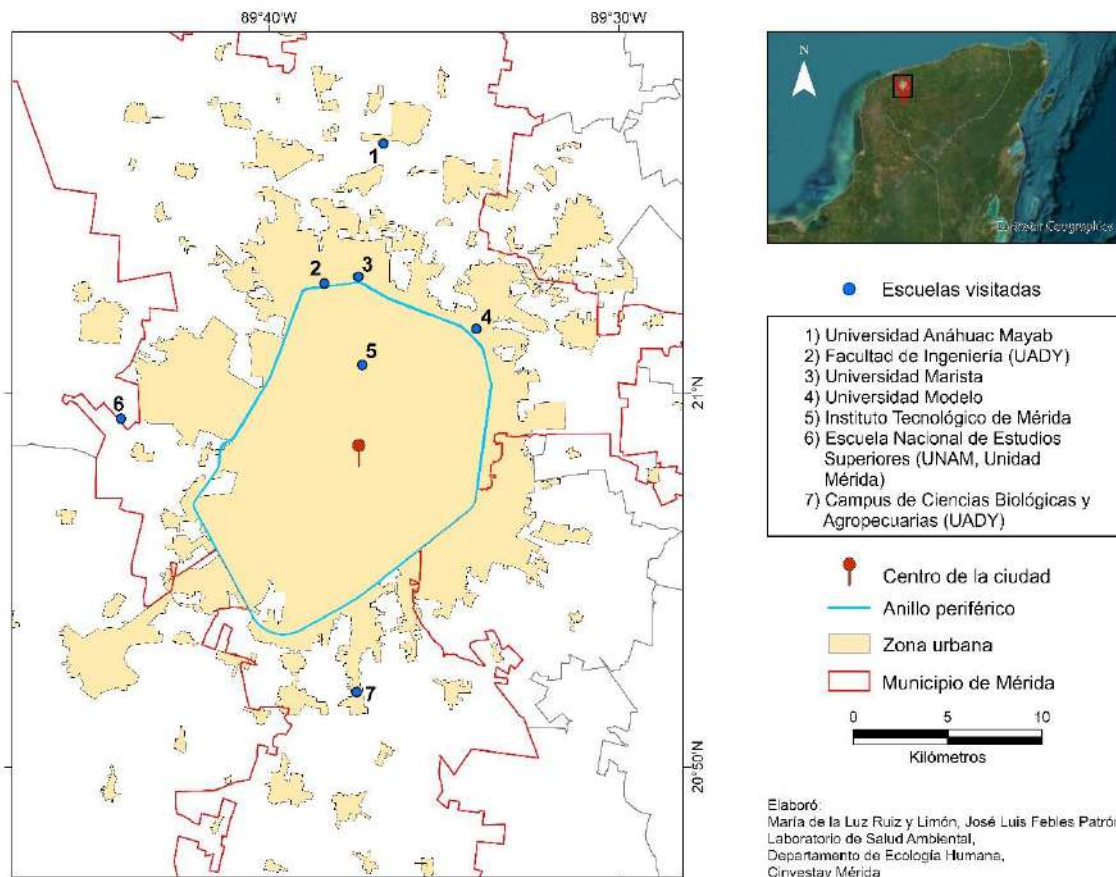
La unidad de análisis comprendió a la población universitaria de carreras afines a las ciencias ambientales en Mérida, Yucatán por tres razones principales: i) los jóvenes son un grupo particularmente interesado en los problemas medioambientales y, en este sentido, representan una fuerza poderosa para el cambio y para liderar a sus pares y comunidades para abordar una problemática ambiental (O'Brien et al., 2018; Pickard et al., 2022), ii) su formación universitaria está proyectada para desempeñarse en la identificación, comprensión y proposición de soluciones a las problemáticas ambientales, y por tanto en la toma de decisiones presentes y futuras en diferentes ámbitos ambientales (Vicente-Molina et al., 2013), y iii) las limitaciones del trabajo de campo restringieron en tiempo y recursos los sitios de estudio.

La selección de esta muestra entre estudiantes ofreció la ventaja de trabajar con un grupo de personas cuyo perfil de ingreso es uniforme. Asumimos que quienes seleccionaron una carrera de este tipo poseen una mayor sensibilización sobre las problemáticas ambientales, por lo que fue sumamente interesante realizar una aproximación inicial sobre lo que saben y hacen con relación al reciclaje de PET.

La selección de las carreras se hizo a partir de una revisión detallada sobre la oferta educativa universitaria en Mérida. Se encontraron 14 carreras que comparten dos ejes principales: un perfil de ingreso dirigido a aquellos aspirantes que tengan interés por el medio ambiente y a desarrollarse profesionalmente con un enfoque sostenible, y ii) un perfil de egreso enfocado a la formación de profesionistas que: contribuyan al uso racional de los recursos, la generación de propuestas sobre las posibles soluciones a problemas ambientales, y participen en estrategias de conservación, protección y mejoramiento del planeta (Cuadro 5). La ubicación de los planteles visitados se muestra en la Figura 10.

**Cuadro 5.** Carreras seleccionadas que conformaron la población de estudio.

|    | <b>Carrera</b>                       | <b>Universidad</b>  | <b>Periodo de visita durante el trabajo de campo (2023)</b> |
|----|--------------------------------------|---|---|
| 1  | Administración de recursos naturales | Universidad Marista   | 4 a 12 de septiembre  |
| 2  | Manejo sustentable de zonas costeras | Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)- Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES), Unidad Mérida | 13 al 29 de septiembre                                      |
| 3  | Ciencias ambientales                 |   |   |
| 4  | Ciencias de la tierra                |   |   |
| 5  | Geografía aplicada                   |   |   |
| 6  | Ecología                             |   |   |
| 7  | Ingeniería ambiental                 | Universidad Anáhuac Mayab   | 2 al 9 de octubre   |
| 8  | Ingeniería en energías sustentables  |   |   |
| 9  | Biología                             | Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) – Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA)                 | 10 al 23 octubre  |
| 10 | Biología marina                      |   |   |
| 11 | Agroecología                         |   |   |
| 12 | Ingeniería ambiental                 | Instituto Tecnológico de Mérida   | 24 octubre al 7 noviembre                                   |
| 13 | Bioconstrucción y diseño sustentable | Universidad Modelo  | 31 octubre  |
| 14 | Ingeniería en energías renovables    | UADY – Facultad de Ingeniería   | 8 – 28 noviembre  |



**Figura 10.** Ubicación de los sitios de estudio.

### *Método de muestreo*

Se determinó un muestreo no probabilístico por conveniencia (Otzen & Manterola, 2017), dirigido a aquellos estudiantes que participaron voluntariamente en el estudio.

### *Procedimiento*

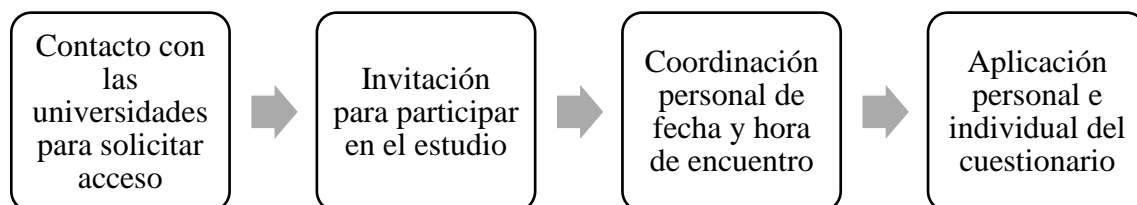
El proceso para poder abordar a los estudiantes consistió en cuatro etapas: 1) contacto con las autoridades correspondientes para gestionar el ingreso a los campus universitarios, a quienes se les informó sobre los objetivos del proyecto y se acordó la forma de aproximarse a los estudiantes, 2) invitación para participar en el estudio a través de diferentes medios según la organización y facilidades proporcionadas en cada universidad (invitación grupal directa, abordaje personal en campus, correo institucional y carteles) (Figura 11), 3) coordinación personal con el o la estudiante para la fecha y hora de la entrevista, y 4) aplicación individual del cuestionario por una misma entrevistadora (Figura 12).

Los estudiantes que decidieron participar se registraron en un formulario de Google Forms mediante la lectura de un código QR. Este formulario permitió obtener un número de contacto por WhatsApp para agendar e informar el lugar designado para la aplicación del cuestionario. La información obtenida se usó de manera confidencial, con el consentimiento y bajo un aviso de privacidad aceptado por los estudiantes.



**Figura 11.** Ejemplo del cartel utilizado para invitar a los estudiantes a participar en el estudio.

El periodo de trabajo de campo abarcó del 4 de septiembre al 29 de noviembre de 2023. Las visitas a universidades se calendarizaron con base en la logística personalmente acordada con las autoridades estudiantiles y contemplando el número de carreras que se imparten en cada campus (Cuadro 4). Asimismo las invitaciones se hicieron a través del apoyo de secretarías académicas, secretarías de apoyo a la comunidad estudiantil, coordinadores de carrera y docentes.



**Figura 12.** Etapas que comprendieron el trabajo de campo.

Además de los cuestionarios, el trabajo de campo también involucró una observación directa de cada campus con especial atención a la localización de servicios como garrafones con agua purificada a disposición de los estudiantes, y contenedores de separación. Las observaciones se plasmaron en la bitácora de campo y notas de voz personales.

*Diseño del instrumento: cuestionario aplicado por una entrevistadora*

Previo al inicio del trabajo se realizó una prueba piloto del cuestionario con 18 personas que incluyeron: estudiantes de posgrado del Cinvestav, Unidad Mérida (n=8), y a jóvenes que asistieron al evento “Cumbre de acción contra la polución plástica” el 29 y 30 de julio de 2024, en el Instituto Tecnológico de Mérida (n=10). Esta prueba permitió realizar las adecuaciones pertinentes en la redacción de las preguntas para asegurar su claridad y entendimiento. La duración promedio de la aplicación del cuestionario fue de 20 minutos.

El instrumento diseñado para este estudio se compuso de 30 preguntas y se planteó con base en los objetivos específicos dos y tres: describir los conocimientos sobre reciclaje de PET y, describir los hábitos de uso y prácticas de manejo de los residuos de envases PET. Se organizó en tres secciones (Anexo 1).

- 1) Variables demográficas (7 ítems), con el objetivo de describir las características generales de los estudiantes y el año escolar que cursaban al momento del estudio.
- 2) Conocimientos sobre el reciclaje de PET (15 ítems), En estas preguntas se abordó lo que saben del proceso, aspectos básicos, fuentes de información, atribución de responsabilidades y gestión de plásticos en Yucatán.
- 3) Prácticas sobre el consumo y manejo de residuos de PET (9 ítems), esta sección abordó los hábitos de consumo de PET, la disposición de sus residuos y el uso de los Puntos Verdes.

Las respuestas de las preguntas abiertas y cerradas se capturaron en una hoja de cálculo utilizando el programa Microsoft Excel® (versión 2016). Para algunas respuestas a preguntas abiertas se solicitó el consentimiento de los estudiantes para grabar su respuesta y analizarlas posteriormente. Las grabaciones se transcribieron en un documento del programa Microsoft Word® (versión 2016).

### *Análisis de los resultados*

Se realizó un análisis de frecuencias de las respuestas. Para esto fue necesario identificar tendencias o patrones en las respuestas obtenidas y generar categorías de las que se contabilizó su frecuencia. Para este análisis se empleó una metodología general tradicional en las investigaciones cualitativas (Creswell, 1998), y que consistió en: 1) revisar de forma preliminar los datos para identificar temáticas y tendencias. 2) Proponer y construir códigos o categorías a partir del paso anterior para poder reducir los datos. 3) Agrupar las respuestas según las categorías definidas, este paso se repitió varias veces con el fin de agrupar, generar o anular categorías para mostrar los datos relevantes sin perder la diversidad de respuestas. Los pasos 2 y 3 comprenden lo que se denomina comúnmente como “codificación de la información”. Y, por último, 4) describir y analizar las frecuencias de las categorías (Creswell, 1998).

## *Resultados*

### **Objetivo específico I**

Describir la situación actual de la generación de residuos plásticos y reciclaje de PET en el estado de Yucatán.

Los resultados a partir de la consulta de información oficial vigente del sector gobierno y el sector privado arrojó dos puntos relevantes: i) que la información sobre las cifras reales de consumo y reciclaje de PET es escasa, incompleta o desactualizada en Yucatán, y ii) el reciclaje de PET en el estado únicamente se centra en la primera etapa del proceso: acopio y separación.

#### *Generación y acopio de residuos PET en Yucatán*

De acuerdo con el DGBGIR (SEMARNAT, 2020), en Yucatán se generan cerca de 2,016 toneladas diarias de RSU. Debido a que la recolección y el pesaje de los residuos ocurre de manera mezclada, no se cuentan con datos oficiales que reporten las proporciones según el tipo de residuos. En consecuencia, resultó difícil conocer el estado real de la generación de residuos plásticos y PET. Lo anterior expone un manejo inadecuado de los residuos en el estado, situación crítica que es reconocida por las mismas fuentes, y entre las que destacan ras razones como: el incremento acelerado en la generación de los RSU, deficiencia en la recolección de basura, prevalencia de costumbres como quema o entierro de la basura en patios, disposición en sitios clandestinos y superación de las capacidades del Relleno Sanitario de Mérida (DOGEY, 2019; LGIREY, 2021; DOGEY, 2023).

Otro resultado fue el identificar la desactualización y falta de información sobre las estimaciones de generación y reaprovechamiento de residuos. Por ejemplo, el cálculo que proporciona el DBGIR sobre la generación per cápita en el estado (SEMARNAT, 2020), se obtuvo a partir de datos publicados en el Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos de Yucatán del año 2009, marco legal obsoleto hoy en día. Asimismo, este documento DBGIR reportó que los municipios contemplados para la estimación fueron: Izamal, Kanasín, Motul, Oxkutzkab, Peto, Progreso, Ticul, Tizimín, Umán y Valladolid, lo que ignora la contribución de Mérida, capital del estado en la que se concentra el 43% (995,129 habitantes) de la población yucateca (INEGI, 2020), y en la que se generan cerca de 1,366 toneladas al día de residuos sólidos (DOGEY, 2023; SEMARNAT, 2020).



La solicitud de información en la Plataforma Nacional de Transparencia sobre datos de generación de residuos y acopio de PET, generó un estatus de “inexistencia de la información solicitada” y prórrogas de respuesta (Solicitud Folio 310571724000037).

La ley estatal dicta la separación de los residuos como estrategia para fomentar la recuperación de aquellos residuos susceptibles de reaprovecharse (LGIREY, 2021), sin embargo, esto no se cumple. De acuerdo con el Plan de Desarrollo del Estado de Yucatán (2018-2024), “solo el 10% de las localidades yucatecas tienen una disposición final adecuada”, mientras que en Mérida y la zona metropolitana no se cuenta con una estrategia ni medida que asegure la recolección separada de residuos.

En una visita al Relleno Sanitario de Mérida realizada en febrero de 2024 por parte de miembros de Laboratorio de Salud Ambiental del CINVESTAV - Unidad Mérida, fue posible constatar la acumulación de grandes cantidades de residuos revalorizables, principalmente botellas de PET y otros plásticos (Figura 13).



**Figura 13.** Plásticos en el Relleno Sanitario de Mérida. Fotografía de la autora.

México presenta una tasa de recuperación de botellas PET de 60% (ECOCE, 2024). Para el caso de Yucatán no se logró obtener información actualizada que permitiera conocer el porcentaje de recuperación del PET. La única cifra disponible es la que se presentó con anterioridad en la que se estima que Yucatán tiene un acopio del 31% de las 50 T diarias que

se consumen (CICY, 2021). Pese a que la tasa de recuperación de PET en el país es una de las más altas en el mundo (ECOCE, 2024), se debe recalcar que acopiar el material no es sinónimo de reciclaje. No todo el PET es reciclable, para que una botella de PET se recicle no basta con que se acopie, el envase debe atravesar una serie de filtros desde los consumidores finales, inspección, eliminación de contaminantes, almacenamientos, entre otras etapas, hasta que se reprocessa industrialmente (Balazinska et al, 2021; Kibria et al., 2023; Antonopulos et al., 2021).

### *Reciclaje de PET en Yucatán*

A partir de la consulta de informes del sector privado y las entrevistas realizadas, se identificó que en Yucatán no hay reciclaje, solo ocurren las primeras etapas del proceso: acopio y separación. Estas etapas incluyen la compactación y almacenamiento de las botellas de PET en la planta de acopio de Umán, Yucatán, que después son transportadas vía terrestre a Toluca en el Estado de México, donde se reprocessan (PetStar, 2022).

El primer paso para el reciclaje de botellas PET es la recuperación de los residuos, lo cual incrementa las probabilidades de que el material pueda ingresar a las siguientes etapas del proceso. Con base en la información disponible de las cifras de acopio, se puede afirmar que la mayor parte de las botellas de PET en Yucatán termina en el ambiente o sitios de disposición final, sin embargo, a continuación se describe la trayectoria que sigue el PET cuando este llega a reciclarse (Figura 14).

Se identificaron dos formas básicas para la recuperación del PET en Yucatán: 1) a través del trabajo de las personas que juntan o “pepenan” las botellas, y las llevan a un centro de acopio o “recicladora” para venderlas, y 2) a través de la recolección en campañas y programas organizadas por el sector público o privado, y mediante la infraestructura en la vía pública que permite a la ciudadanía disponer sus envases en contenedores exclusivos.

Los pepenadores forman parte del sector informal en la gestión de los RSU. El DBGIR (SEMARNAT, 2020) reconoce que la pepena es una actividad que ocurre a lo largo de todo el país, por lo que es una de las vías más importantes para propiciar la revalorización de los residuos y su eventual reciclaje, no obstante, como menciona el propio DBGIR “no hay cifras oficiales sobre las cantidades de residuos que se recuperan para reciclaje a través de la pepena” (SEMARNAT, 2020).

Los pepenadores hacen recorridos a pie o en triciclo por diversas zonas de la ciudad para recolectar las botellas de PET, o también algunos pepenadores tienen algún tipo de acuerdo verbal con los residentes de una vivienda, quienes les entregan directa o indirectamente el PET que separan y dejan en la vía pública. La pepena del PET también suele ir de la mano con la pepena de otros residuos valorizables como cartón y aluminio. Una vez que el pepenador junta un volumen que considera suficiente, entonces acude a un centro de acopio (también llamados recicladoras) para vender el PET. Normalmente la recolección y transacción en estos centros ocurre a diario.

Debido a la informalidad del sector que trabaja en la compra-venta de residuos reciclables, no fue posible conocer el número real de estos en el estado. Sin embargo, a través de las entrevistas realizadas se estima que en Mérida existen más de 30 centros de acopio. La cantidad de PET que pueden almacenar es variable según las limitaciones de espacio de cada uno. Además del PET estos centros de acopio también almacenan otro tipo de residuos como el PEAD, cartón, vidrio y metales.

El propietario del centro de acopio informó que, el precio de compra por kilo de PET que ofrece a los pepenadores, es un valor que fija cada centro y varía según el precio al que PetStar les compra el PET a estos centros. Esto a su vez depende de las circunstancias de oferta y demanda de la resina de PET reciclado (PETr), vinculadas con la situación global del mercado de PET virgen (entrevista a administrador de la empresa recicladora; Lara et al., 2022). Esta situación implica que el precio del PET post consumo puede cambiar en cuestión de días o semanas, lo que genera incertidumbre económica y coloca en una situación vulnerable a todos los involucrados en la cadena de valor del PET, principalmente en los primeros eslabones: pepenadores y recicladores. Al momento de la entrevista realizada, noviembre de 2023, el propietario del centro de acopio informó que el precio de compra al pepenador de 1 kilo de PET fue de 5 pesos mexicanos.

Otro de los factores que impacta directamente en el precio de compra y venta del PET postconsumo, es el costo de combustible para su transporte a medida que circula por la cadena de valorización. El administrador de la empresa recicladora informó que la razón por la que se recolecta a los centros de acopio cuando ya acumularon un mínimo de una tonelada, se debe a que se busca sostener la rentabilidad de sus operaciones considerando el gasto que conlleva el movilizar este material tan ligero pero voluminoso.

Una vez que las botellas ingresan al centro de acopio, éstas se pesan y almacenan en bolsas de gran capacidad volumétrica (Figuras 15 y 16). Cuando en el centro se juntó un aproximado mínimo de una tonelada de PET, la persona encargada comunica a la empresa recicladora para que ésta recolecte el material y lo transporte a la planta de acopio en el municipio de Umán, Yucatán (Figura 17). Esta recolección ocurre en una frecuencia de 4 a 5 días, lo que significa que en este centro de acopio se recibe mensualmente por parte de los pepenadores un promedio de 6 a 8 toneladas de PET.



**Figura 14.** Esquema de la trayectoria de las botellas de PET post-consumo que llegan a la planta de acopio en Umán, Yucatán. Elaborado por la autora.



**Figura 15** (Izquierda). Interior del centro de acopio visitado. **Figura 16** (Derecha). Almacenamiento de PET en el centro de acopio visitado. Fotos de la autora con permiso del propietario.





**Figura 17.** Recolección del PET por parte PetStar. Foto de la autora con permiso del propietario.

En la entrevista con el empleado de PetStar, se informó que todo el PET acopiado en la planta de Umán es transportado vía carretera a la planta en el Edo. de México, lo que involucra una huella de carbono importante, y un costo adicional en el proceso. Por esta misma vía se informó que los gastos destinados al transporte del PET representan los costos de funcionamiento más altos para la empresa.

La segunda vía de recuperación del PET involucra la participación de la sociedad en acciones concretas que se pueden dividir en dos: i) la disposición de las botellas de PET en los contenedores exclusivos que son proporcionados por el sector privado (por ejemplo, canastas metálicas que se ubican afuera de comercios y negocios o en la vía pública) (Figura 18), o por el sector público (por ejemplo, mediante los Puntos Verdes) (Figura 19). A éstos acude la ciudadanía de manera voluntaria, según sus posibilidades de desplazamiento y traslado para depositar sus residuos. ii) La organización de programas y campañas comúnmente patrocinados por las empresas embotelladores y refresqueras, dirigidos a recolectar los residuos en el ambiente (como centros turísticos, playas y/o selvas), o como parte de estrategias en colaboración con otros sectores específicos de la población, por ejemplo el programa RecuPET que pertenece a BEPENSA, consiste en la instalación de

infraestructura de acopio dentro de algunas escuelas de nivel primaria en la ciudad de Mérida (BEPENSA, s.f.).



**Figura 18** (Derecha). Contenedor exclusivo para la disposición de PET por parte de una compañía refresquera. **Figura 19** (Izquierda). Contenedor exclusivo para la disposición de PET en la vía pública por parte del Ayuntamiento de Mérida. Fotos de la autora.

Una vez que el PET se acopia en la planta Umán pasa a un proceso de separación, selección, compactación y armado de pacas. Posteriormente estas se transportan al centro del país para su reprocesamiento (PetStar, 2022).

## Objetivo específico II

Describir los conocimientos sobre reciclaje de PET que tienen universitarios de carreras afines a las ciencias ambientales en Mérida, Yucatán.

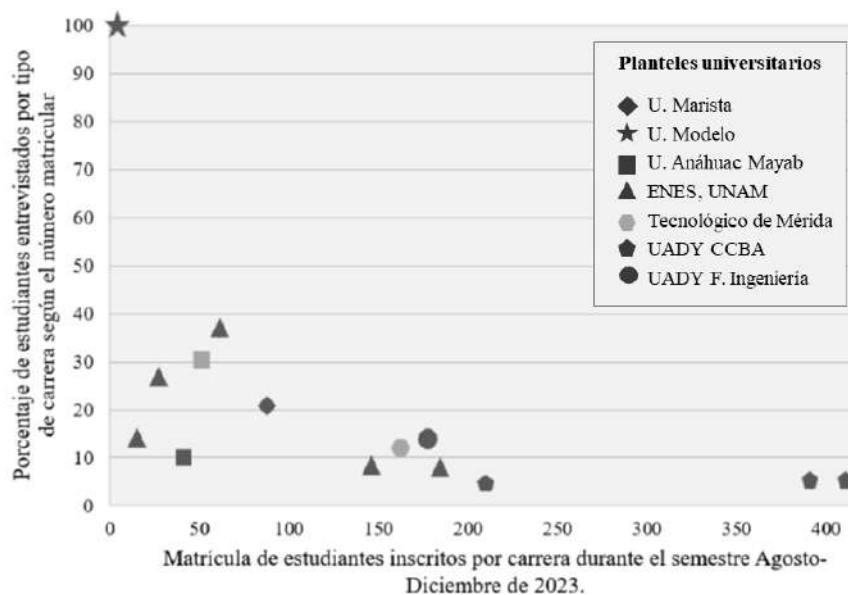
### *Variables demográfico-educativas*

El siguiente cuadro muestra las características demográfico-educativas de los estudiantes que participaron en el estudio.

**Cuadro 6.** Características demográficas de los estudiantes entrevistados en el estudio, n=187.

| <i>Característica</i>    | <i>Frecuencia<br/>f</i> | <i>%</i> |
|--------------------------|-------------------------|----------|
| <i>Sexo</i>              |                         |          |
| Mujeres                  | 96                      | 51       |
| Hombres                  | 91                      | 49       |
| <i>Semestre</i>          |                         |          |
| Primero                  | 45                      | 24       |
| Tercero                  | 29                      | 15       |
| Quinto                   | 51                      | 27       |
| Séptimo                  | 32                      | 17       |
| Noveno – recién egresado | 31                      | 17       |
| <i>Origen</i>            |                         |          |
| Yucatán                  | 74                      | 40       |
| Foráneo                  | 113                     | 60       |
| <i>Edad</i>              |                         |          |
| 18 a 21                  | 107                     | 57       |
| 22 a 24                  | 63                      | 34       |
| 25 +                     | 17                      | 9        |

En total se aplicaron 187 cuestionarios con los estudiantes de carreras afines a ciencias ambientales. Su edad promedio fue 21 años (D.E. 2.3 años), y el tiempo de residencia promedio de los estudiantes foráneos fue de 2.75 años (D.E. 3.2 años). La Figura 20 muestra el porcentaje de estudiantes entrevistados por tipo de carrera de acuerdo con la matrícula inscrita durante el período de trabajo de campo.



**Figura 20.** Porcentaje de representación de los estudiantes por tipo de carrera (*eje y*), y número de matrícula inscrita para cada una en el período de trabajo de campo (septiembre – noviembre de 2023) (*eje x*). Cada símbolo en la gráfica es una carrera diferente (14 en total). La estrella en el lado izquierdo corresponde a una carrera cuya matrícula fue menor a 10 estudiantes.

### *Conocimientos sobre la problemática*

El instrumento empleado para abordar las prácticas y conocimientos se conformó principalmente de preguntas abiertas, por lo que la respuesta de un estudiante pudo ser codificada en más de una categoría.

La sección sobre los conocimientos se integró por seis subtemas que se presentan a continuación. El Cuadro 7 agrupa las respuestas de los estudiantes para explorar sus conocimientos sobre con respecto a: i) el principal destino para los residuos de PET, ii) el tiempo de degradación del PET, y iii) el porcentaje total de plásticos que se recicla de la producción mundial.

**Cuadro 7.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados a las preguntas sobre sus conocimientos con respecto a la problemática sobre reciclaje, n=187.

| Pregunta  | Categoría de respuesta                       | % de respuesta |
|---|--|----------------|
| 1. ¿Cuál crees que es el destino más común para los residuos de PET?                | Ambiente (mar, selva, calle, etc.)           | 59             |
|   | Relleno sanitario                            | 50             |
|   | Reciclaje                                    | 17             |
| 2. ¿Cuánto tiempo crees que le toma a una botella de PET degradarse en el ambiente? | Desde meses a menos de 50 años               | 20             |
|   | De 51 a 100 años                             | 15             |
|   | Más de 100 a 500 años                        | 39             |
|   | De 500 a 1000 años                           | 12             |
|   | 1000 a millones, nunca termina en degradarse | 13             |
| 3. ¿Qué porcentaje de plásticos crees que se recicle a nivel mundial?               | No sabe                                      | 2              |
|   | 0 a 10                                       | 33             |
|   | 11 a 25                                      | 32             |
|   | >25 - 50                                     | 23             |
|   | >50-75                                       | 9              |

| Escala de color según el porcentaje de respuesta |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0 a 10   | 11 a 20 | 21 a 30 | 31 a 40 | 41 a 50 | 51 a 60 | 61 a 70 | 71 a 80 | 81 a 90 | 91 a 100 |

### *Conocimientos sobre el proceso del reciclaje*

El Cuadro número 8 presenta los resultados de dos preguntas abiertas dirigidas a explorar los conocimientos básicos y detallados sobre el proceso de reciclaje de PET. Para la primera pregunta, el análisis de las respuestas generó 3 perspectivas generales sobre cómo los estudiantes entienden el reciclaje: a) como una acción equivalente a separar, acopiar o



recolectar los residuos, por ejemplo: “los plásticos que tienen PET juntarlos en bolsas y luego llevarlos a organizaciones que juntan el PET y lo llevan a plantas de reciclaje”, b) como un sinónimo de reutilización, es decir, un conjunto de acciones individuales con el propósito de darle un segundo uso a los residuos, por ejemplo: “Es la acción para volver a utilizar el plástico desechado y así reducir los residuos sólidos”, y c) como un proceso de transformación del material que permite el reaprovecharlo para nuevos fines, principalmente llevado a cabo por las industrias, por ejemplo: “Es la transformación del PET para volverlo a incorporar al ciclo de vida útil desde el inicio, o reemplazar la materia prima.”

La segunda pregunta fue sobre las etapas del proceso de reciclaje de PET. En esta resaltó que 57% de los estudiantes respondió no tener conocimientos sobre el mismo, y un porcentaje mínimo describió claramente el proceso mencionando elementos clave (11%), por ejemplo: “Recolectarlo, limpiarlo y pasarlo por un proceso de lavado, romperlo, fundirlo y así tener PET reciclado con el que se hacen pellets o moldes de inyección para otras botellas”.


**Cuadro 8.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados a las preguntas sobre sus conocimientos con respecto al proceso de reciclaje de PET, n=187.

| Pregunta  | Categoría de respuesta  | % de respuesta |
|---|---|----------------|
| 4. ¿Qué entiendes por reciclaje de plásticos?                                     | Separación y/acopio para posterior reaprovechamiento.   | 25             |
|   | Reutilizar. Proporcionar un segundo uso al material   | 53             |
|   | Proceso de transformación industrial  | 63             |
| 5. ¿Conoces alguna etapa o proceso relacionado a cómo ocurre el reciclaje de PET? | No sabe   | 57             |
|   | Separación, clasificación, acopio, recolección  | 19             |
|   | Uso de calor (derretir, fundir)   | 22             |
|   | Limpieza, lavado, desinfección  | 14             |
|   | Trituración, molienda o reducción del tamaño  | 25             |
|   | Reprocesamiento mecánico, conversión a nueva materia prima                                    | 22             |
|   | Mencionó procesos específicos (Inyección, extrusión, producción de pellets)                   | 11             |
|   | Mencionó acciones individuales para facilitar el reciclaje (quitar tapas, aplastar, enjuagar) | 5              |

| Escala de color según el porcentaje de respuesta |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0 a 10   | 11 a 20 | 21 a 30 | 31 a 40 | 41 a 50 | 51 a 60 | 61 a 70 | 71 a 80 | 81 a 90 | 91 a 100 |

El Cuadro 9 muestra los resultados de preguntas enfocadas a conocer diversos aspectos asociados al reciclaje de PET. Destacó que el 100% de los estudiantes afirmó que ha visto los símbolos del CIP, pero solo el 41% supo que se refieren al tipo de plástico y el 12% supo la correspondencia del número 1 con el PET.

**Cuadro 9.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados a las preguntas sobre conocimientos asociados al reciclaje de PET, n=187.

| Pregunta  | Categoría de respuesta   | % de respuesta |
|---|--|----------------|
| 6. ¿Cuántas veces crees que es posible reciclar una botella de PET? | No sabe  | 20             |
|   | 1 a 2  | 16             |
|   | 3 a 5  | 20             |
|   | Más de 5 pero menos de 10  | 33             |
|   | Más de 10, muchas veces, infinitamente   | 12             |
| 7. ¿Qué productos crees que se hacen con el PET que se recicla?     | No sabe  | 11             |
|   | Nuevas botellas  | 49             |
|   | Fibras para textiles, ropa, calzado, etc.  | 42             |
|   | Artículos diversos de uso personal o doméstico (cepillos, envases etc.)                | 33             |
|   | Mobiliario público y en escuelas (banacas, mesas, botes de basura)                     | 17             |
|   | Blocks y/o material de construcción  | 16             |
|   | Otro (filamento 3D, mallas de pesca, etc.)   | 13             |
| 8. ¿Habías visto estos símbolos en tus productos plásticos?         |    |                |
|   | Sí   | 100            |
| 9. ¿Qué sabes o crees saber sobre lo que significan?                | No sabe  | 7              |
|   | Número de veces que ha sido reciclado o se recicló o, que es reciclable                | 43             |
|   | Facilidad de reciclaje: entre más alto/chico el número es más difícil/fácil reciclarlo | 10             |
|   | Tipo de plástico   | 41             |
|   | Otras (3R's, años que tarda en degradarse, tipo de tratamiento de plástico)            | 4              |
| 10. Correspondencia del número con la resina plástica               | El PET corresponde al número 1   | 12             |
|   | Clasificó otros plásticos: PEAD (2), PP (5), otros (7), etc.                           | 12             |

| Escala de color según el porcentaje de respuesta |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0 a 10   | 11 a 20 | 21 a 30 | 31 a 40 | 41 a 50 | 51 a 60 | 61 a 70 | 71 a 80 | 81 a 90 | 91 a 100 |

*Conocimientos sobre la gestión de residuos plásticos y PET en Mérida*

Los resultados de esta sección se presentan en los Cuadros 10 al 13. Se preguntó a los estudiantes si sabían de la existencia de una planta de reciclaje de PET en Yucatán, únicamente 3 precisaron la existencia de la planta de acopio. A los 184 estudiantes que respondieron no saber, se les cuestionó si creían que pudiera haber alguna y por qué.

**Cuadro 10.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados a la pregunta sobre la existencia de una planta de reciclaje de PET en Yucatán, n=187 o si creen que exista una, n=184.

| Pregunta  | Categoría de respuesta                      | % de respuesta |
|---|---|----------------|
| 11. ¿Sabes si en Yucatán existe una planta de reciclaje de PET? n=187 | Sólo es planta de acopio y se ubica en Umán | 1.6            |
|   | No sabe                                     | 98             |
| 12. Respondió No sé. ¿Crees que exista alguna? n=184                  | Sí  | 57             |
|   | No  | 21             |
|   | No sabe                                     | 22             |

**Cuadro 11.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre por qué sí piensan que existe una planta de reciclaje PET en Yucatán, n=105.

| Pregunta                                   | Categoría de respuesta  | % de respuesta |
|--|---|----------------|
| 12 a. ¿Por qué sí crees que exista alguna? | Lo supone porque debería existir una reglamentación legal que regule las grandes cantidades de PET            | 33             |
|  | Se enteró por actividades escolares como: proyectos de investigación, en clase, concursos de recolecta de PET | 17             |
|  | Conoce o ha observado a las personas que se dedican a la recuperación, venta y almacenaje de PET              | 26             |
|  | Por la propaganda de una Mérida verde o sustentable   | 39             |
|  | El PET que se recolecta en campañas e infraestructura pública “debe ir a algún lado”                          | 49             |

**Cuadro 11.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre por qué no piensan que exista una planta de reciclaje en Yucatán, n=38.

| Pregunta                                   | Categoría de respuesta   | % de respuesta |
|--|--|----------------|
| 12 b. ¿Por qué crees que no existe alguna? | Nunca había escuchado hablar sobre ello  | 34             |
|  | En Yucatán no existe un manejo adecuado del PET: se mezcla en la recolección, y hay mucho en el ambiente | 53             |
|  | El reciclaje de PET es costoso y poco rentable   | 13             |

| Escala de color según el porcentaje de respuesta |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0 a 10   | 11 a 20 | 21 a 30 | 31 a 40 | 41 a 50 | 51 a 60 | 61 a 70 | 71 a 80 | 81 a 90 | 91 a 100 |

Se indagó en los estudiantes si tienen conocimiento de actividades que realice el Ayuntamiento de Mérida, con relación al manejo de los residuos plásticos y PET. Nuevamente, la respuesta con mayor frecuencia fue que no saben (70%) (Cuadro 13).

**Cuadro 12.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre lo que hace el Ayuntamiento de Mérida en el manejo de los residuos de PET, n=187.

| Pregunta   | Categoría de respuesta  | % de respuesta |
|--|---|----------------|
| 13. ¿Sabes algo sobre lo que hace el Ayuntamiento de Mérida con relación al manejo de los residuos de PET? | Sí  | 30             |
|  | No  | 70             |
| 13 a. Respondió que sí, ¿qué sabes?<br>n=57  | Ofrece la infraestructura para acopio (ej. Punto Verde)                               | 88             |
|  | Organiza campañas y concursos para recolección de PET                                 | 23             |
|  | Realiza actividades de educación ambiental y difusión                                 | 12             |
|  | Se encarga de manejar el Relleno Sanitario  | 14             |
|  | Mencionó que son empresas concesionadas o particulares las que gestionan los residuos | 2              |

| Escala de color según el porcentaje de respuesta |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0 a 10   | 11 a 20 | 21 a 30 | 31 a 40 | 41 a 50 | 51 a 60 | 61 a 70 | 71 a 80 | 81 a 90 | 91 a 100 |

El manejo inadecuado de los residuos en Yucatán se ejemplifica en las siguientes líneas de un estudiante de agroecología: “ [En Yucatán] recolectan y llevan [el PET] a centros donde los compactan, pero he visto casos de negligencia donde tiran la basura en lugares remotos”.

#### *Conocimientos sobre responsabilidades*

El Cuadro 14 presenta los resultados sobre quién consideran los estudiantes que debe asumir la responsabilidad principal en la gestión de los residuos de PET y por qué. El 64% respondió que la responsabilidad es un asunto compartido entre los sectores: gubernamental, empresarial y sociedad o consumidores.

“Yo creo que la responsabilidad es compartida pero también depende de la fase en donde se encuentre el producto, si es materia prima, definitivamente pues el gobierno es el que tiene el poder del petróleo, el dominio de la industria petroquímica en el país. Cuando ya el producto está siendo procesado para producirse PET, las empresas ya tienen la obligación de producir respetando normas de seguridad, higiene y medio ambiente [...], ya cuando la

botella es comprada por un consumidor, ahora el consumidor es el que tiene la responsabilidad de no tirarla al ambiente y de darle un buen uso, y cuando lo tira en un buen lugar, ahora el gobierno es quien tiene la responsabilidad [...]. Entonces yo creo que tanto gobierno como industria y consumidores tienen la responsabilidad, pero depende de en qué fase del ciclo de vida del producto se encuentra”. Aunque esta visión fue la más frecuente, los estudiantes también mencionaron los sectores por separado, el 40% se inclinó por el sector industrial, esto se ejemplifica en:

“En un punto la responsabilidad es compartida pero me inclino más por la industria y por el gobierno, la industria más que nada [...], nos hacen sentir culpables a nosotros cuando en realidad es la industria y gobierno como que producen pero no hacen nada al respecto y están viendo todo el impacto que está causando y lo único que saben hacer es ah que tú tienes la culpa porque tú lo estás comprando, pero eso no significa que nosotros vamos a dejar de producirlo”.

**Cuadro 13.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre la responsabilidad en el manejo de los residuos de PET, n=187.

| Pregunta  | Categoría de respuesta  | % de respuesta |
|---|---|----------------|
| 14. ¿Quién consideras que debería responsabilizarse principalmente en el manejo de los residuos de PET? | Compartida (Todos por igual)  | 64             |
|   | Gobierno  | 27             |
|   | Industria   | 41             |
|   | Consumidores  | 19             |
| 14 a. ¿Por qué?   | Cada sector tiene responsabilidades diferentes: el consumidor separa, gobierno acopia y la industria recicla  | 34             |
|   | El consumidor debe separar los residuos y llevarlos a centros de acopio   | 37             |
|   | El gobierno debe regular mediante leyes, acopiar, promover campañas, educar sobre reciclaje y presionar a las empresas para buscar alternativas al plástico | 59             |
|   | Las empresas como generadoras deben tener planes de manejo para recuperación y reciclaje, y hacer difusión  | 54             |
|   | El problema es el consumismo, la sociedad debe consumir menos y cambiar de hábitos  | 33             |
|   | El consumidor actúa según lo que ofrece la industria  | 10             |

| Escala de color según el porcentaje de respuesta |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0 a 10   | 11 a 20 | 21 a 30 | 31 a 40 | 41 a 50 | 51 a 60 | 61 a 70 | 71 a 80 | 81 a 90 | 91 a 100 |

### Fuentes de información

Para profundizar en la relación entre la accesibilidad de la información y los conocimientos sobre reciclaje, se preguntó cuáles consideran sus principales fuentes, si les parecía que esta fuera suficiente y por qué (Cuadro 15). El 84% considera que no es suficiente. Entre las principales razones mencionaron que la accesibilidad desigual, y porque la información a la que han accedido dentro y fuera de la escuela presenta deficiencias:

“Definitivamente falta mucha información que aún no ha llegado al público. Creo que la información que llega al público más que información científica es definitivamente propaganda. [...] Yo creo que lo que tenemos de información sobre el PET, o lo que se ve en la vida diaria es ‘no.1, no consumas PET y no. 2., sí consume PET, ve al punto verde’, pero fuera de eso no hay más información”

**Cuadro 14.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre sus fuentes de información y si consideran que esta es suficiente, n=187.

| Pregunta   | Categoría de respuesta  | % de respuesta |
|--|---|----------------|
| 15. ¿Cuáles han sido o son tus principales fuentes de información sobre reciclaje? | Publicidad en productos que consume   | 43             |
|  | Redes sociales e internet   | 85             |
|  | Televisión/ radio   | 39             |
|  | Escuela (actual y anteriores)   | 88             |
|  | Conocidos/ amistades/ familia   | 45             |
|  | Publicidad en la calle  | 35             |
|  | Material impreso (folletos, libros, revistas, etc.)   | 53             |
|  | Conferencias, campañas de recolección   | 20             |
| 16. ¿Te parece suficiente la información que hay sobre reciclaje?                  | Sí  | 16             |
|  | No  | 84             |
| 16 a. ¿Por qué?  | El acceso a la información no es equitativo   | 59             |
|  | La sociedad desconoce aspectos básicos o ignora el problema   | 42             |
|  | La información que ha recibido es introductoria, ambigua, poco estructurada y carece de datos aterrizados | 57             |
|  | Lo que sabe de reciclaje es sobre todo a su interés personal  | 9              |
|  | No sabe cómo aplicarlo, ni identifica opciones para participar  | 6              |
|  | Enfatizó que no sabe qué les pasa o en dónde terminan sus residuos después de desecharlos                 | 15             |

| Escala de color según el porcentaje de respuesta |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0 a 10   | 11 a 20 | 21 a 30 | 31 a 40 | 41 a 50 | 51 a 60 | 61 a 70 | 71 a 80 | 81 a 90 | 91 a 100 |

### Objetivo específico III

Describir los hábitos de uso y disposición de residuos de los envases tipo PET que tienen universitarios de carreras afines a las ciencias ambientales en Mérida, Yucatán.

Para abordar el tercer objetivo de este trabajo el cuestionario empleado consideró preguntas con relación a tres subtemas: a) sus prácticas de consumo, b) sus prácticas de manejo y disposición de los residuos de PET y, c) uso del programa de Puntos Verdes.

#### *Prácticas sobre consumo de PET*

El Cuadro 16 agrupa las respuestas de consumo semanal de botellas de PET y las razones de este consumo.

**Cuadro 15.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre su consumo de botellas de PET, n=187.

| Pregunta  | Categoría de respuesta  | % de respuesta |
|---|---|----------------|
| 17. ¿Cuántas botellas de PET estimas que consumes a la semana? n=187                | Ninguna   | 16             |
|   | Menos de 3 al mes   | 13             |
|   | De 1 a 2  | 32             |
|   | De 3 a 5  | 26             |
|   | De 6 a 10   | 10             |
|   | Más de 10   | 3              |
| 18. ¿Cuáles son las principales razones por las que consumes botellas de PET? n=187 | Estar fuera de su domicilio y no llevó u olvidó su termo                    | 26             |
|   | Agua embotellada  | 60             |
|   | Bebida diferente a H <sub>2</sub> O (jugo, refresco, etc.)                  | 56             |
|   | Mencionó que el PET es el material en que viene la mayoría de los productos | 37             |

| Escala de color según el porcentaje de respuesta |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0 a 10   | 11 a 20 | 21 a 30 | 31 a 40 | 41 a 50 | 51 a 60 | 61 a 70 | 71 a 80 | 81 a 90 | 91 a 100 |

#### *Prácticas de manejo y disposición de residuos de PET*

Los Cuadros 17 al 19 agrupan las respuestas de los estudiantes sobre la forma en que disponen sus residuos. Resultó notorio que 73% respondió que hace una separación de sus residuos domésticos que consiste principalmente en orgánicos e inorgánicos (86%, 117/136), y PET (75%, 102/136). En cuanto al manejo de botellas PET la mayor parte de los estudiantes tiene la costumbre de aplastarlas antes de su disposición (67%). Asimismo, consideran que la publicidad tiene mucha influencia sobre sus hábitos de consumo y la forma en que manejan

sus residuos. En el Anexo B se muestran ejemplos del tipo de contenedores para disposición de residuos que se observaron en los campus.

**Cuadro 16.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre sus prácticas de manejo y disposición de residuos, n=187.

| Pregunta   | Categoría de respuesta  | % de respuesta |
|--|---|----------------|
| 19. ¿Separas tus residuos en casa?   | Sí  | 73             |
|  | No  | 27             |
|  | Mencionó que separaba antes de mudarse a Yucatán  | 3              |
| 20. ¿Qué sistema de recolección reciben o le das a tus residuos domésticos?                    | Camión de la basura   | 87             |
|  | A veces usa los Puntos Verdes   | 26             |
|  | Vende o dona el PET en un centro de acopio  | 18             |
|  | Entrega a pepenadores   | 22             |
|  | Otro (Lleva a la escuela donde hay contenedor, no sabe dónde van sus residuos porque vive en el campus, etc.) | 12             |
| 21. Cuando estás en la calle, ¿qué haces con tus envases de PET una vez que ya los utilizaste? | Lo desecha en cualquier bote cercano  | 42             |
|  | Lo guardo y espero a desecharlo en mi casa  | 66             |
|  | Lo guarda hasta encontrar un contenedor exclusivo de PET  | 25             |
|  | Lo reutiliza para almacenar líquidos, tener agua helada en el refrigerador, hacer manualidades, etc.          | 24             |
| 22. ¿Haces algún tratamiento especial a las botellas de PET cuando vas a desecharlas?          | Lavar o enjuagar  | 49             |
|  | Aplastar o comprimir  | 67             |
|  | Retirar tapas y/o etiquetas   | 20             |

| Escala de color según el porcentaje de respuesta |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0 a 10   | 11 a 20 | 21 a 30 | 31 a 40 | 41 a 50 | 51 a 60 | 61 a 70 | 71 a 80 | 81 a 90 | 91 a 100 |



**Cuadro 17.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre la influencia de la publicidad en sus hábitos de consumo y disposición de residuos PET, n=187.

| Pregunta   | Categoría de respuesta   | % de respuesta |
|--|--|----------------|
| 23. ¿Qué tanta influencia crees que tiene la publicidad sobre reciclaje de plásticos en tus hábitos de consumo y el cómo manejas tus residuos? | Mucho  | 34             |
|  | Más o menos  | 27             |
|  | Poco   | 18             |
|  | Muy poco   | 14             |
|  | Nada   | 6              |
| 23 a. ¿Por qué?  | Le ha hecho cambiar de hábitos de consumo y disposición de residuos                                    | 43             |
|  | Le ha motivado a reflexionar más sobre el impacto de sus actividades en el ambiente                    | 16             |
|  | Las empresas con una imagen verde sí generan un impacto positivo en su persona                         | 7              |
|  | Lo que más le ha influido es la educación en su casa, y el ambiente escolar                            | 47             |
|  | La información que dan las empresas es una estrategia de mercado que sólo busca incrementar el consumo | 19             |

**Cuadro 18.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre el tipo de separación de residuos que hacen, n=136.

| Pregunta                             | Categoría de respuesta  | % de respuesta |
|--------------------------------------|---|----------------|
| 24. ¿En qué consiste esa separación? | Orgánica-Inorgánica   | 86             |
|                                      | PET exclusivo   | 75             |
|                                      | Plásticos mixtos  | 30             |
|                                      | Cartón-papel  | 36             |
|                                      | Metal-latas-aluminio  | 32             |
|                                      | Vidrio, cristal   | 16             |
|                                      | Pilas   | 5              |
|                                      | Otro (HDPE, solo tapitas de botellas, agujas, aceite, unicef, envoltorios de frituras y galletas, etc.) | 27             |

| Escala de color según el porcentaje de respuesta |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0 a 10   | 11 a 20 | 21 a 30 | 31 a 40 | 41 a 50 | 51 a 60 | 61 a 70 | 71 a 80 | 81 a 90 | 91 a 100 |

### *Uso de los Puntos Verdes*

Dado que los Puntos Verdes son parte de la infraestructura que conecta la cadena de valor de los residuos de PET entre los consumidores y su eventual reciclaje, se preguntó a los estudiantes sobre su conocimiento y aprovechamiento de estos sitios (Cuadros 20 al 23). Fue sobresaliente que el 33% respondió que no sabía sobre el programa, y de los 125

estudiantes que sí los conocían, solo el 40% llega a hacer un uso periódico o eventual. Asimismo, se consultó sobre los medios de movilización a los Puntos Verdes y las razones por las cuales, aunque sí conocen el programa, no pueden o prefieren no acudir a estos.

**Cuadro 19.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre su conocimiento del programa Puntos Verdes en Mérida, n=187.

| Pregunta  | Categoría de respuesta | % de respuesta |
|---|------------------------|----------------|
| 25. ¿Has escuchado/visto hablar sobre los PV en la Cd. de Mérida? | Sí                     | 67             |
|   | No                     | 33             |

**Cuadro 20.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre el uso que hacen de los Puntos Verdes en Mérida, n=125.

| Pregunta                    | Categoría de respuesta                        | % de respuesta |
|-----------------------------|---|----------------|
| 26. ¿Haces uso de algún PV? | Sí  | 39             |
|                             | No  | 61             |
|                             | Solo usa el de la universidad que es para PET | 10             |

**Cuadro 21.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre la frecuencia de uso, distancia a Puntos Verdes y medio de transporte, n=49.

| Pregunta  | Categoría de respuesta                              | % de respuesta |
|---|---|----------------|
| 26 a. ¿Cómo te movilizas al Punto Verde?        | Automóvil   | 39             |
|   | Movilidad activa (a pie o bicicleta)                | 29             |
|   | Transporte público                                  | 16             |
| 26 b. ¿A qué distancia consideras que te queda? | Cerca (Menos de 10 min de traslado)                 | 37             |
|   | Más o menos cerca (Entre 10 y 15 min de traslado)   | 10             |
|   | Lejos (Más de 15 min de traslado)                   | 39             |
| 26 c. ¿Con qué frecuencia lo utilizas?          | 1 cada 7 a 15 días                                  | 20             |
|   | 1 vez al mes  | 41             |
|   | 1 vez c/ 2 meses                                    | 14             |
|   | Otro (1 - 4 veces al año, solo ha ido una vez, etc) | 18             |

| Escala de color según el porcentaje de respuesta |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0 a 10   | 11 a 20 | 21 a 30 | 31 a 40 | 41 a 50 | 51 a 60 | 61 a 70 | 71 a 80 | 81 a 90 | 91 a 100 |

**Cuadro 22.** Porcentaje de respuesta de los estudiantes entrevistados sobre las razones por las que no usan el PV, n=187.

| Pregunta                             | Categoría de respuesta  | % de respuesta |
|--------------------------------------|---|----------------|
| 26. Razones por las que no usa el PV | Desconocimiento   | 33             |
|                                      | No sabe dónde se ubican   | 18             |
|                                      | Está lejos, se le complica la movilización y transporte   | 22             |
|                                      | Prefiere llevarlo a un centro de acopio o entregarlo a/que lo lleven los pepenadores  | 4              |
|                                      | Otro (Está cerrado, se le dificultan los horarios, flojera, vive en el campus universitario y no se ocupa de sus residuos, no tiene espacio para separar y almacenar en su domicilio, etc.) | 6              |

| Escala de color según el porcentaje de respuesta |         |         |         |         |         |         |         |         |          |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 0 a 10   | 11 a 20 | 21 a 30 | 31 a 40 | 41 a 50 | 51 a 60 | 61 a 70 | 71 a 80 | 81 a 90 | 91 a 100 |

## *Discusión*

### **Objetivo específico I**

Describir la situación actual de la generación de residuos plásticos y reciclaje de PET en el estado de Yucatán.

Una gestión adecuada de residuos requiere estimaciones que reflejen lo mejor posible la cantidad de residuos que se generan, con el fin de desarrollar estrategias de manejo apropiadas (Helm et al., 2023). No obstante, en Yucatán y en México esta información es escasa, incompleta y desactualizada. Los documentos oficiales vigentes para el manejo de residuos a nivel nacional y estatal señalan que las deficiencias de información se deben a diversos factores como la desatención del sector informal, y la deficiencia en los mecanismos de recolección (SEMARNAT, 2020; LGIREY, 2021; DOGEY, 2019).

A diferencia de otras dependencias del país en las que la recolección separada de los residuos ha sido más promovida, por ejemplo en la Ciudad de México (Lara et al., 2022), en Yucatán aunque los residentes separen la basura, esta se mezcla al momento de su recolección. En la ciudad de Mérida y su zona de influencia, se cuenta con sistemas de recolección que llevan los residuos sólidos urbanos (RSU) a un relleno sanitario, mientras que en otras localidades fuera de la zona de influencia de Mérida, las cabeceras municipales tienen servicio de recolección de RSU que son depositados en tiraderos. Todos los tiraderos presentan incendios, provocados o no, que reducen el volumen de los RSU allí depositados (Hoogesteyn comunicación personal). Además, algunos ciudadanos entierran o queman su basura de manera personal (Gobierno del Estado de Yucatán, 2023). Estas prácticas agudizan el manejo de los residuos, y dificultan enormemente el cálculo de la generación de los residuos plásticos que se desechan. Como señalan Lara y colaboradores (2022), a pesar de que no ha sido posible contar con datos específicos sobre el volumen de plásticos que se genera, es innegable que las estructuras de gobierno en México para la gestión de los residuos sólidos, no están diseñadas para afrontar de una manera adecuada los desafíos relacionados con los RSU; donde las principales carencias son la implementación efectiva del marco legal sobre el manejo de los residuos y particularmente de los plásticos (Kibria et al., 2023; Helm et al., 2023; Carvajal et al., 2022; Lara et al., 2022; Ahmad, 2020; Wichai-utcha & Chavalparit, 2019); pero dicho manejo sólo puede ser planificado si se conoce el volumen o peso que se debe manejar.

Parte de la dificultad para obtener información certera sobre la generación y reciclaje de residuos, está relacionada con la incapacidad de aplicación de la legislación en materia de residuos en el país (Lara et al., 2022). Por ejemplo, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) (DOF 2023), órgano a nivel federal que dicta los lineamientos que deben seguir los programas estatales y municipales, menciona que se debe seguir una jerarquía que priorice: 1) la reducción de las fuentes generadoras de residuos, 2) la reutilización y 3) el reciclaje. Sin embargo, la realidad es que esta jerarquía ha quedado en un ideal escrito en papel, pues como lo reconoce la misma SEMARNAT, en México el manejo de los residuos consiste principalmente en recolectar y transportar a sitios de disposición final (SEMARNAT, 2020).

La falta de datos a nivel gubernamental y en la literatura, y la falta de transparencia en la información, limitó obtener cifras sobre la producción de residuos PET y los volúmenes que son reciclados. El estatuto orgánico de la reciente creación del Sistema Intermunicipal para la Gestión de los Residuos Sólidos - Zona Metropolitana de Mérida (SIGER), calcula que dentro de establecimientos formales e informales, hay un almacenamiento temporal diario de residuos potencialmente reciclables RSU de aproximadamente 92 toneladas (Gobierno del Estado de Yucatán, 2023), sin embargo, esta fuente tampoco ofrece detalles por tipo de residuos, y por ende no es posible saber que fracción de estos residuos podrían ingresar a las cadenas de reciclaje.

México presenta una alta tasa de recuperación de PET (60%) (ECOCE, 2024), sin embargo, este valor no indica el volumen o peso real de PET que se recicla a nivel nacional. Por tal motivo, al no identificar informes públicos que precisen esta cantidad, se consultaron los reportes de las empresas de la industria plástica dónde aparecen datos sobre plásticos y reciclaje. Se encontró que el porcentaje del PET reciclado post consumo que se reaprovecha es menor a un 20% (ANIPAC, 2023). Este panorama se repite a una escala global, en el que la resina de PET proveniente de material reciclado tampoco supera el 15% (AMCOR, 2023; Plastics Europe, 2023; ALPLA, 2022). Estas cifras ponen en evidencia que el sector productivo no está interesado en los plásticos reciclados, debido a su inferior calidad y porque el precio en el mercado es poco competitivo respecto al material virgen (Lara et al., 2022).

Es importante destacar la situación del sector informal que se dedica a la recuperación del PET. Este sector está conformado principalmente por personas a las que se denomina

pepenadoras, y tienen un rol fundamental en la cadena del reciclaje (Valente & Guevara, 2019). A partir de la entrevista realizada con el propietario del centro de acopio, se sugiere que, si bien el reciclaje de PET en México hoy en día comprende un mercado fuertemente impulsado por el sector privado (Cámara-Creixell & Scheel-Mayenberger, 2019), tanto los pepenadores como las personas que administran y son propietarias de los centros de acopio, enfrentan una realidad laboral en la que las condiciones de trabajo son precarias y marginales (Cervantes & Palacios, 2012; Valente & Guevara, 2019). Las políticas públicas en materia de residuos no han considerado a este sector, en consecuencia, el beneficio económico que puede generar la industria del reciclaje a gran escala, no llega a estas personas que participan en las fases iniciales del acopio (Valente & Guevara 2019). El propietario del centro de acopio señaló que una de las mayores dificultades en su trabajo es la determinación de los precios de compra-venta de los residuos plásticos, debido a la inestabilidad de la demanda de los plásticos reciclados, que es la que define los precios de compra, y en ocasiones el almacenamiento no es redituable. La desatención del sector informal dificulta la cuantificación de la generación de residuos PET.

El resultado en la solicitud a la Plataforma de Transparencia sugiere que, aunque esta es un mecanismo de consulta pública que teóricamente debe asegurar el acceso a la información de las instituciones públicas, prevalece la falta de datos disponibles. Aunque la gestión de los RSU a nivel municipal es una responsabilidad del gobierno vigente, la actividad de recolección en Mérida por ejemplo se delega a compañías privadas (Sana, Pamplona, Corbase y Servilimpia). Existe una báscula a la entrada del Relleno Sanitario de Mérida, pero es el único sitio de disposición final de RSU que tiene la capacidad de registrar las toneladas que llegan a depositarse en el sitio (Hoogesteyn comunicación personal), sin embargo, aunque estos datos fueran facilitados, es imposible establecer cuánto de ese total son plásticos y cuánto de estos son PET.

A pesar de que la gestión de los residuos plásticos en Yucatán es inadecuada, evidenciar esta situación no debe omitir una reflexión sobre el origen del problema. Hay que destacar que el incremento en la generación de los residuos, está directamente relacionado con el modelo de desarrollo económico que impera a nivel global, y que ha dado lugar a los patrones de producción y consumo actuales (Egun & Evbayiro, 2020; Serratos, 2020). La correlación entre producción y contaminación ha sido demostrada en investigaciones actuales

(Cowger, 2024; Geyer et al., 2017; Bergmann et al., 2023). Lo que refuerza la idea de que la responsabilidad de los productores es esencial para abordar el problema (Owens & Conlon, 2021).

De acuerdo con Geyer y colaboradores (2017), se estima que para 2050, la cantidad de plástico producido sea igual al número total de residuos plásticos generados entre 1950 y 2017. Para el caso del PET, la tendencia en la demanda global industrial sugiere que continuará incrementando exponencialmente, de 80.7 millones de toneladas en 2021 a 114.7 para 2028 (BlueWave Consulting, 2022). Esta predicción implica que a medida que la producción se incremente, la gestión de sus residuos será más difícil. Resulta imperativo que la legislación internacional, nacional y local relacionada con el manejo de los residuos sea más estricta en la implementación de acciones que regulen al sector industrial, con el objetivo de reducir la fuente inicial y principal de estos residuos, sobre todo los de un solo uso (Owens & Conlon, 2021; Lara et al., 2022).

Este primer objetivo permitió reafirmar la identificación del greenwashing sobre el reciclaje, un discurso mediático que las grandes corporaciones y el sector gubernamental despliegan a la sociedad como una alternativa a un problema de contaminación plástica prácticamente no solucionado y hasta el momento irresoluble. Por lo anterior es imprescindible promover campañas de concientización que: (i) eduquen sobre la complejidad del problema del reciclaje, a nivel logístico, energético y de la real capacidad de reintegrar estos reciclados en otras cadenas productivas, ii) que la información permita a los consumidores tener una actitud crítica frente al greenwash apoyada en el conocimiento real del proceso de reciclaje y, iii) que favorezca las acciones de exigencia ciudadana que aboguen por políticas que regule la responsabilidad que tiene la industria en el problema.

## **Objetivo específico II**

Describir los conocimientos sobre reciclaje de PET que tienen universitarios de carreras afines a las ciencias ambientales en Mérida, Yucatán.

Los conocimientos sobre un tema medioambiental albergan un conjunto de información que es importante explorar porque: i) tienen la capacidad de promover acciones a favor del medio ambiente (Pothitou et al., 2016; Hanks et al., 2016; Amoah & Addoah, 2020; Vicente-Molina et al., 2013) y, ii) son un recurso cognitivo que contribuye a reducir la

influencia del greenwashing en las conductas y comportamientos de la sociedad (Bingaman et al., 2022; Hanks et al., 2016; Line et al., 2016; Parguel et al., 2015; Schmuck et al., 2018). La discusión de este segundo objetivo sigue el orden temático en el que se presentaron los resultados, en donde se demostró que la mayoría de los estudiantes tienen una noción incompleta y disonante con la realidad del reciclaje.

#### *Perfil de los estudiantes*

Las oportunidades de invitación a la comunidad estudiantil a participar fueron diferentes según las adaptaciones a la organización de cada licenciatura en su campus universitario y bajo permiso de las autoridades; es por ello, que la distribución según la etapa escolar, los universitarios de quinto (27%) y primer semestre (24%) tuvieron mayor representación. La proporción entre estudiantes mujeres (51%) y hombres (49%) fue similar. En la Figura 20 se puede apreciar la variación en el porcentaje de participación de los estudiantes por tipo de carrera, el cual está asociado al número de personas inscritas en cada programa. La participación voluntaria está relacionada con factores contextuales que la promovieron o limitaron, por ejemplo, disponibilidad de tiempo en el horario en que se visitó la escuela, motivación a participar, la difusión que se permitió dar al estudio en cada campus, e interés personal. Debido a esta representación irregular consideramos que no es pertinente hacer un estudio comparativo. Adicionalmente, se hizo un esfuerzo consciente de trabajar con estudiantes que ingresaron a carreras con un perfil de ingreso y egreso similares, que le otorgó uniformidad a la muestra. Todas las carreras definen entre sus objetivos el formar profesionales capaces de contribuir al desarrollo sustentable en beneficio del planeta, identificar y analizar los problemas y necesidades medioambientales, generar y proponer soluciones pertinentes a estas, trabajar desde un enfoque multi e interdisciplinario en el estudio de los problemas ambientales, así como desarrollar estrategias que permitan un manejo integral de los recursos (interesados pueden remitirse a las URL del perfil de cada carrera, Anexo C).

La población entrevistada presentó un sesgo con relación a su origen, así estudiantes originarios de Yucatán conformaron el 40% de la muestra y los foráneos 60%. Esta característica de la población entrevistada podría sugerir un sesgo en los datos obtenidos para las preguntas específicas sobre la gestión de los residuos en el estado, sin embargo, solo un 14% (n=187) de los estudiantes mencionó un tiempo de residencia menor a un año, por lo



que no se consideró como una variable que influyera en las respuestas. De acuerdo con la categorización del INEGI (2023), este estudio entrevistó a una población joven (12 a 29 años) ya que el 91% se ubicó en un rango entre los 18 y 24 años.

### *Conocimientos sobre la problemática del reciclaje*

En la búsqueda e implantación de soluciones a los problemas medioambientales, es importante entender el conocimiento que las personas tienen sobre estos (Nuñez-Cacho et al., 2020; Janoušková et al., 2020; Bruun, 2002). Es por ello que, la interrogante de si los estudiantes consideran que el reciclaje es la solución al problema de la contaminación plástica, se articuló a través de las preguntas 1 y 3. El Cuadro 2 muestra que solo 17% de los estudiantes entrevistados opinan que el reciclaje de PET está entre los principales destinos para este tipo de residuos, y que el 65% cree que se recicla menos de una cuarta parte de la producción plástica global. La correspondencia entre lo que los estudiantes piensan que son los principales destinos para el PET, con las cifras sobre manejo de residuos plásticos a nivel global que reporta la literatura (OECD, 2024) sugiere que la mayoría de los universitarios reconocen la insuficiencia del reciclaje en el manejo de los residuos PET. Por otro lado, el 50% de los estudiantes mencionaron al relleno sanitario como uno de los destinos más comunes, mientras que el 25% destacó que en Yucatán “se mezcla toda la basura”, lo que refleja una conciencia sobre la problemática en la gestión de los residuos sólidos urbanos en el estado. En comparación, en un estudio sobre los conocimientos y prácticas de manejo de residuos en universitarios en Malasia, se reportó que el 42% de 370 está enterado de lo que ocurre con sus residuos al reconocer que se envían directamente a un vertedero, sin ningún tratamiento o separación previos, mientras que un 41% creía erróneamente que los residuos se separaban antes de su disposición final (Bashir et al., 2020). Bashir y colegas (2020) sugieren que esta idea equivocada, podría estar relacionada con que no han tenido una educación formal apropiada, que uniformice el conocimiento sobre el manejo de los RSU en su sociedad.

Llama la atención que, para la pregunta sobre el tiempo de degradación de una botella de PET bajo condiciones ambientales normales, 35% de los estudiantes respondió que es menor a los 100 años, idea que contrasta notoriamente con las estimaciones de entre 400 a 700 años indicadas en la literatura científica (Liu et al., 2023; Chamas et al., 2020). Tener noción sobre el tiempo de descomposición del PET y de los plásticos en general es relevante porque puede impactar en las decisiones de consumo de este material y su posterior desecho

(Nuñez-Cacho et al., 2020). Una cuarta parte de los estudiantes piensa que la desintegración en el ambiente del PET puede durar más de 500 años o incluso que “nunca llega a degradarse.” La “no degradación del PET”, es un aspecto relacionado con las nociones sobre la presencia de microplásticos en el ambiente y en los seres vivos, que fue mencionada por 31 estudiantes. El tema de los microplásticos como consecuencia de la degradación plástica, es un conocimiento cuya difusión a la sociedad ha ido en aumento y que ha incrementado la preocupación sobre sus efectos a la salud ambiental y humana (Willis, B. & Fitianos, G., 2022). Rab y Bogner (2021) realizaron un estudio cualitativo para explorar las concepciones sobre microplásticos en estudiantes de una universidad alemana, y encontraron que los universitarios asocian estos residuos con consecuencias negativas, además de mostrar una marcada conciencia de amenaza al clasificarlos como materiales altamente peligrosos. En el análisis que hacen Janoušková y colaboradores (2020), se reveló que los estudiantes de siete universidades en la República Checa mostraron su preocupación por los microplásticos, pero sus conocimientos en el tema fueron parciales y simples, limitados al “nivel de información comúnmente discutida que los alumnos recuerdan y luego se limitan a reproducir”. En este trabajo se encontró un conocimiento y conceptualización similar a la de los estudios mencionados, los universitarios identifican a los microplásticos como parte de la problemática y es un tema en el que tienen particular interés. Esto se ejemplifica en las siguientes líneas de un estudiante de agroecología: “... he escuchado que ya hay muchos microplásticos en los océanos [...] hay partículas de los plásticos que ya están en el suelo, el aire, en el mar, y que ya los humanos pueden tener[los] dentro de su cuerpo”.

Los resultados indican que, aunque los estudiantes están familiarizados con los microplásticos, estas ideas no se asocian con ningún aspecto del reciclaje. Hay que destacar que los microplásticos son un subproducto que se genera durante el reprocesamiento mecánico del PET (Brown et al., 2023). Ningún estudiante estuvo al tanto de esta realidad, lo que sugiere que sus conocimientos sobre el impacto ambiental del reciclaje también son escasos.

#### *Conocimientos sobre reciclaje de PET*

Los Cuadros 3 y 4 de la sección de resultados comprenden las respuestas de los estudiantes a preguntas que permitieron indagar sobre sus conocimientos relacionados al proceso de reciclaje de PET. De manera general, estos resultados demuestran que, aún

cuando los universitarios se están formando en programas educativos explícitamente dirigidos a tratar los problemas ambientales, éstos tienen pocos conocimientos sobre este método de gestión, y la educación que reciben sobre el mismo es prácticamente nula.

El reciclaje de PET es un proceso industrial que conlleva la transformación de los residuos de este material para ser reintroducidos en nuevos ciclos de producción (Worrel & Reuter, 2014). En el Cuadro 3 se aprecia la identificación de tres formas en que la población entrevistada entiende por reciclaje de plásticos: i) como un tipo de separación de residuos (25%), ii) como una acción de reutilización del material (53%) y, iii) como un proceso de transformación realizado a escala industrial (63%). Aunque la mayoría de estudiantes tiene noción de que el reciclaje de PET es un proceso que conlleva transformar al material, se encontró que hay un empleo erróneo de los términos. El uso indistinto del reciclaje como un sinónimo de separación se ha identificado en varios estudios enfocados a describir las prácticas, percepciones y actitudes de las personas en el manejo de los residuos (Kibria et al., 2023; Nuñez-Cacho et al., 2020; ), sin embargo, como mencionan Oke y Kruijsen (2016) este uso del lenguaje, en el que se etiqueta a los consumidores como recicladores o no recicladores por separar o no sus residuos, es engañoso, y ha conducido a una percepción errónea de todo lo que implica el proceso de reciclaje, ya que las personas extrapolan el ejercicio de separación como “reciclaje”. Este error puede socavar la manera de involucrarse de las personas en la problemática.

También el uso de la palabra reciclar como un sinónimo de reutilización de los desechos, fue un aspecto común en conversaciones sobre el manejo de residuos, esto reafirma la confusión generalizada de lo que realmente es el reciclaje. Lo anterior se constató al encontrar que a la pregunta *¿qué productos sabes que se hacen con el PET que se recicla?*, además de responder que nuevas botellas (49%), y fibras textiles (42%) entre las principales, el 21% de los estudiantes respondió con ejemplos de productos de reúso tales como, macetas, manualidades, boyas para el mar, entre otros.

La confusión entre reciclar y reutilizar, podría estar asociada a la popularidad del concepto de las 3R's (Reducir, Reusar, Reciclar) (Miller, 2020). Este concepto supone una jerarquía en el manejo de los residuos y se ha convertido en el pilar de la pretendida economía circular (Jibril et al., 2012; Wichai-utcha y Chavalparit, 2019). El concepto ha sido

ampliamente abordado en la educación ambiental desde nivel primaria, con el objetivo de favorecer actitudes proambientales desde una edad temprana (Harmawati & DS, 2020; Cinquetti & Carvalho, 2007). Sin embargo, diversos comentarios de los estudiantes parecen sugerir que el alcance de su enseñanza se ha limitado a un aprendizaje vago de los elementos que lo componen, así un ejemplo: “...recuerdo cuando estaba en la primaria, [en] la escuela nada más te enseñaban las 3R’S, pero ya cuando fui creciendo ya me enseñaron específicamente a dónde debe ir la basura, qué se le puede hacer a las botellas”.

Rhein y Sträter (2021) encontraron que a pesar de que teóricamente el enfoque de las 3R’s prioriza la reducción, el reciclaje es el elemento que no solo recibe mayor atención, sino que también el término se usa con ambigüedad frente a la reducción y el reúso, incluso en los discursos y reportes sobre sustentabilidad, generando confusión en las definiciones. Esta ambigüedad en la comprensión del reciclaje como una manera de reutilizar, llegó a ser señalada por sólo cinco estudiantes, como lo expresan las siguientes líneas “[el reciclaje de PET] es dos cosas: uno, usar los componentes del PET para crear otras cosas, deshaciéndolo y 2) algo más que está al alcance de cualquier persona, [que] es usar las botellas para otros fines y darles más de un uso”.

Es importante mencionar que el uso de las 3R’s como eje para el manejo de los residuos, más que dirigido a acciones individuales, debe estar fundamentalmente orientada a las empresas (Geyer et al., 2016). El acaparamiento del discurso del reciclaje por parte de las grandes corporaciones ha distorsionado la prioridad que tiene la reducción del uso de los plásticos (sobre todo de un solo uso), que impide una aplicación efectiva de la economía circular (Rhein & Sträter, 2021; Bergmann et al., 2023; Geyer et al., 2017).

Lo anterior sugiere a pesar de que los estudiantes entrevistados reciben una formación enfocada a las cuestiones ambientales, se ha omitido una mayor discusión y profundización sobre conceptos básicos como el de las 3R’s o las dificultades técnicas del proceso de reciclaje, así como el impacto del mismo proceso sobre el ambiente, por lo que es necesario que la enseñanza a nivel universitario fomente un pensamiento crítico sobre el tema basado en los conocimientos del proceso, que permita la comprensión apropiada del concepto, y desde la comprensión de sus limitaciones e impactos.

Se observa que aunque más de la mitad de los universitarios saben que el reciclaje de PET es una forma de reprocesar el material, menos del 20% conoce al menos dos etapas del proceso, mientras que algunos estudiantes tienen la noción parcial de que implica algún proceso físico, químico, mecánico o térmico (Cuadro 3). La ausencia de conocimiento sobre los procesos productivos parece ser común incluso en poblaciones de las que se asume una sensibilidad a los procesos de contaminación ambientales (Geyer et al., 2016; Korhonen, 2014). En el estudio de Castagna y colaboradores (2013) se demostró que ciudadanos italianos con una mayor sensibilización, aunque mostraron tener la noción técnica de que un producto proviene de la transformación de recursos, esta no refleja la complejidad del proceso, los costos organizativos, aspectos económicos y el impacto medioambiental.

Miller (2020) apunta que la conciencia sobre los impactos ambientales anteriores a los productos que adquirimos, es decir, aquellos derivados de los procesos de extracción de recursos, manufactura, comercialización y distribución, normalmente es eclipsada por el impacto ambiental de los desechos generados post-consumo. La invisibilización de la complejidad de los procesos industriales y sociales detrás de los productos de uso cotidiano, es un rasgo distintivo de una sociedad de consumo con los modos de vida actuales (Serratos, 2020; Vinyals, 2016), y es esta desconexión de la que se aprovecha el greenwash para difundir el falso enunciado de que el reciclaje solucionará la crisis plástica sin que la ciudadanía si quiera lo cuestione. La mayoría de los mensajes ambientales no enfatizan la inherente jerarquía de las 3R's y los consumidores usualmente sobreestiman la viabilidad del reciclaje sobre la reducción del consumo (Miller et al, 2020). Esta "reciclabilidad" de un material, es uno de los principales argumentos que las grandes corporaciones usan en la difusión del greenwash a la sociedad (Geyer et al., 2016; Rhein & Sträter, 2021; Bergmann et al., 2023).

Los resultados que se presentan en el Cuadro 4, además de sumar evidencia al hecho de que los estudiantes tienen nulos conocimientos sobre el reciclaje de PET, también muestran que existen ideas erróneas sobre aspectos relacionados a este proceso, y que están precisamente relacionadas con el greenwash que hay sobre el reciclaje. Existen diferentes tipos de enunciados dentro de lo que califica como greenwash del reciclaje (Nemes et al., 2022; Schmuck et al., 2018), uno de los mensajes más comunes es el suponer que las botellas de PET son infinitamente reciclables en otras botellas PET (Cuadro 3). En realidad, el

reprocesamiento mecánico del PET conduce a una disminución de la calidad del material, por lo que un nuevo envase se produce a partir no de una, sino de varias botellas, usualmente con una adición de PET virgen (Miller, 2020). Se puede observar que mientras que 20% de los estudiantes respondieron que no saben cuántas veces se puede reciclar una botella de PET, una tercera parte cree que el PET puede reciclarse múltiples veces y un 12% mencionó que no hay un límite en la reciclabilidad de las botellas. Estas respuestas crean una sensación de confort a los usuarios ya que ¿Cuál es el problema de la producción de PET, si la botella que llevo al punto de reciclaje se va a convertir nuevamente en otra botella, y así indefinidamente?

Otro aspecto que reveló la influencia del greenwash, fue cuando se preguntó si saben a qué se refieren los símbolos numerados que están en la mayoría de los productos plásticos. Fue notable que el 43% asoció equivocadamente el símbolo con el “número de veces que se ha reciclado el material” o, que creen que significa que “ya se recicló” o, que “es reciclable”. Además, pese a que el 41% tiene noción de que es el tipo de plástico, únicamente el 12% asoció correctamente el número 1 con el PET, y un 12% también señaló la correspondencia entre otros números con su respectivo polímero (Cuadro 9).

En la revisión de literatura se encontraron pocos estudios que aborden el conocimiento que tienen las personas sobre el código de identificación de los plásticos (CIP) (Buelow et al. 2010; Henriksson et al., 2010). Algunas publicaciones en materia de educación ambiental y estudios de “psicología del empaquetado”, revelan que el CIP es un número desconocido para la sociedad en general (Reed & Wan-Ting, 2022; Nemat et al., 2022; Buelow et al., 2010). Contrario a lo propuesto, que estos símbolos ofrezcan información que indique la disposición los residuos plásticos o la composición del material, ocurre que tienden a malinterpretarse como que el producto es simplemente reciclable (Buelow et al., 2010), como ocurrió en este estudio. Nemat y colaboradores (2022) encontraron que pese a que sus participantes estaban familiarizados con esta clasificación, las personas usualmente no están interesadas en profundizar o investigar más allá de lo que significan. Reed y Wang-Ting (2022) diseñaron un sitio web interactivo llamado “Plastic Crash Course”, con la finalidad de informar sobre diversos aspectos del reciclaje de plástico a personal y estudiantes en la Universidad de Massachusetts Lowell. La mayoría de los participantes del estudio tenían entre 16 y 25 años. El 76% de los 120 participantes se asumían personas experimentadas en

el tema, sin embargo, el 95% reconoció que tenía ideas erróneas sobre los símbolos de identificación plástica, y admitieron que este código de resinas plásticas fue de los principales nuevos conocimientos que adquirieron después de interactuar en el sitio (Reed & Wang-Ting 2022).

Otra posible causa del desconocimiento sobre los CIP, es que en ocasiones las categorías de clasificación de los sistemas de residuos, en este caso de la industria plástica, pueden no coincidir con las “categorías culturales básicas” que las personas fácilmente identifican en sus acciones de separación de residuos (Henriksson et al., 2010). Por ejemplo, la categoría según el tipo de material que compone un producto (papel, cartón, metal, plásticos, etc.) es un conocimiento común en las personas, sin embargo, categorías como reciclable o no reciclable, material de embalaje o no-embalaje, o el mismo CIP son difícilmente entendidas con claridad y varían de país a país e inclusive de estado a estado en un mismo país (Buelow et al., 2010; Henriksson et al., 2010).

A medida que la preocupación sobre la crisis de la contaminación plástica ha ido en aumento, se ha propiciado una tendencia en la elección de productos “más sustentables” (Schmuck et al., 2018). En diversas investigaciones cualitativas que abordan poblaciones diferentes se ha encontrado que cuando un producto y/o su empaque tienen el atributo de “ser reciclable”, entonces es considerado como amigable con el ambiente o que es más sustentable frente a otros tipos de materiales, y por lo tanto se compra (Korhonen, 2014). Otto y colaboradores (2021) encontraron que el 93% de los consumidores europeos que participaron en su estudio exigen que los productos vengan en empaques reciclables, aunque luego estos empaques no se puedan reciclar.

Como ha demostrado un gran número de estudios, el diseño y la publicidad referente a las cuestiones medioambientales en los empaques y envases, tiene el potencial de influir en los conocimientos que como consumidores construimos sobre el impacto ambiental que tiene un producto, así como en las decisiones de consumo (Nemat et al, 2022; Otto et al., 2021; Schmuck et al, 2018). Los resultados indican que el 42% de los estudiantes afirmó que la publicidad sobre los productos que consumen es una de sus fuentes de información sobre el reciclaje mismo (Cuadro 10). La visualización del triángulo cíclico (Figura 2) ligada al CIP en las etiquetas de los productos plásticos y de los envases de PET en particular, ha conducido

a una malinterpretación y a crear la idea que si el símbolo aparece el producto puede reciclarse.

Aunque la mayor parte de la población entrevistada opina que el porcentaje de reciclado de los plásticos producidos a nivel mundial es mínimo (Cuadro 2), la escasez de conocimientos sobre el tema y las ideas erróneas que se tienen sobre este (Cuadros 3 y 4) remarcan la contundente influencia que el greenwash ha ejercido en la sociedad (Otto et al., 2021; Schmuck et al., 2017, Nemes et al., 2022). Asimismo, a escasa literatura encontrada sobre los conocimientos que tiene el público en general acerca del CIP, resalta la necesidad de más investigación que explore lo que muestras o poblaciones con otro tipo de características o contextos sociodemográficos saben al respecto.

#### *Conocimientos sobre la gestión de los residuos plásticos a nivel local y estatal*

Los resultados de este apartado revelan dos aspectos: primero, que los estudiantes tienen conocimientos limitados sobre cómo ocurre la gestión local del PET, y segundo, que las ideas sobre ésta se basan en suposiciones según la observación del equipamiento urbano para acopio de PET, la publicidad, y las condiciones de mal manejo de los residuos en su entorno inmediato (Cuadro 5 al 8).

La investigación bibliográfica sobre el grado de conocimiento que el público tiene sobre manejo de RSU (incluyendo el reciclaje), muestra que los estudios se han enfocado principalmente en describir casos localizados de la percepción de las personas sobre la introducción de nuevos esquemas para la recuperación de residuos, el éxito de programas de manejo de RSU, así como los factores contextuales y psicológicos que promueven o reducen la participación del público en actividades de separación y recolección de residuos. En el estudio de Bashir y colaboradores (2020) se encontró que la mitad de los universitarios entrevistados, identifican claramente a la autoridad local como responsables del manejo de los residuos en su lugar de residencia estudiantil, pero no fueron capaces de detallar qué tipo de acciones realizan dichas autoridades. En este estudio sólo el 2% supo que el gobierno municipal concesiona a empresas el servicio de la recolección de basura.

Llama la atención que, aunque los estudiantes admiten saber poco sobre cómo se gestionan los residuos de PET en Mérida, un tercio de los estudiantes (35%, 66/187) señaló



que en Yucatán el manejo de los residuos es deficiente o incluso inapropiado, y por lo tanto también el manejo de PET.

En el Cuadro 5 destaca que únicamente el 2% de la población entrevistada sabe que Yucatán no cuenta con una planta de reciclaje de PET, sólo de acopio. Este desconocimiento de la situación sugiere que acceder a información detallada y verídica sobre el manejo del PET requiere de una búsqueda especializada que permita informarse más allá de la publicidad que hay sobre el tema.

Entre los estudiantes que tienen nociones generales sobre la gestión local del PET, la instalación de mobiliario para su acopio fue la respuesta con mayor frecuencia (88%, 50/57). Es importante mencionar este resultado puesto que, como se observa en el Cuadro 6, la mitad de los estudiantes que creen que sí pudiera existir una planta de reciclaje (49%, 46/105) se debe la conjetura de que si hay sitios de recolección, entonces “el PET debe ir a algún lado”. Por otra parte, el 39% de los estudiantes cree que hay una planta de reciclaje porque han escuchado o visto en distintas fuentes que Mérida es una ciudad que presume su preocupación e interés en la sustentabilidad. Esto se manifiesta en las siguientes líneas: “Quiero suponer que sí, considerando que la ciudad es popular de que es verde”, y “al venirme a Mérida leí que es una ciudad enfocada en el medio ambiente y que se preocupa por el cambio climático, por eso lo pienso”.

La suposición de que el mobiliario público para el acopio de botellas PET asegura su reciclaje, podría estar relacionado con ideas sobre el medio ambiente que en muchas ocasiones forman parte de opiniones populares que la gente parece seguir sin mayor cuestionamiento (Henriksson et al., 2010), como el enunciado “reciclar plástico es bueno para el medio ambiente”, ignorando que el reciclaje conlleva un impacto ambiental asociado (Mah, 2021). Además, así como el greenwash de los productos reciclables o amigables con el ambiente puede socavar los comportamientos de consumo y manejo de residuos de la ciudadanía (Oke & Kruijsen, 2016; Rhein & Sträter, 2021), la comunicación que hacen las autoridades gubernamentales sobre cómo gestionan los residuos también ha influenciado la confianza que tiene la ciudadanía en el cumplimiento de la responsabilidad municipal en esta cuestión (Olaguez-Torres et al., 2019).

El discurso que se vende del reciclaje de plásticos, ha propiciado la creencia errónea del alcance real que tiene esta forma de gestionarlos (Buelow et al., 2010; Bergmann et al., 2023; Miller, 2020, Mah, 2021). Los comentarios de los estudiantes que refieren a Mérida como una ciudad “preocupada por el cuidado del ambiente”, y que por ello piensan que la infraestructura para reciclar el PET está disponible en el estado, delata la sobreestimación de los programas y facilidades para la recuperación del PET. Esta situación se profundizará en el apartado que discute el uso de los “Puntos Verdes”, sin embargo, conviene anticipar que los resultados de esta sección también demuestran cómo la infraestructura de recolección y la propaganda verde institucional en Mérida se podría estar aprovechando para distraer de soluciones más efectivas a la contaminación plástica, hecho que se repite en otros casos como la propaganda que hacen empresas e instituciones sobre las tecnologías ultra sofisticadas para remover la basura plástica del océano (Bergmann et al., 2023).

#### *Conocimientos sobre responsabilidades*

Considerando que la investigación cualitativa exige un posicionamiento explícito de la perspectiva a partir de la cual se analizan los resultados (Creswell, 1998), repetimos que, toda vez que se reconoce a las grandes industrias y al sector gubernamental como los principales actores en la raíz de la contaminación plástica, entonces sostenemos que son estos sectores en sus diversas escalas, quienes deben responsabilizarse en mayor medida de las posibles soluciones al problema.

El análisis temático de las respuestas cuando se abordó la opinión de los estudiantes sobre la responsabilidad en el manejo de los residuos de PET, subraya que los universitarios reconocen la complejidad que implica gestionar los residuos plásticos, y que la mayoría (64%) considera que el manejo del PET conlleva una responsabilidad compartida, en la que gobierno, industria y sociedad tienen parte.

La responsabilidad compartida en materia de legislación ambiental, es un concepto que se ha empleado desde la década de 1970 en las conferencias internacionales sobre el medio ambiente (Sanz, 1999). Este concepto se refiere a que las obligaciones derivadas de la defensa ambiental “no recaen exclusivamente en un sujeto determinado, sino sobre todos aquellos actores implicados” (Sanz, 1999). En el contexto de la gestión de los plásticos, la responsabilidad compartida es un principio que implica que todos los actores que interactúan

en el ciclo de vida de estos tienen cierto grado de responsabilidad en el impacto que generan al ambiente, desde la extracción de los recursos para fabricarlos, su manufactura, distribución y uso, hasta su disposición final (Ortiz, 2024).

Como se observa en el Cuadro 10, el 34% de los estudiantes mostró tener un entendimiento sobre la responsabilidad compartida similar a la definición anterior, en el cual también distinguen una división tripartita de las responsabilidades entre el sector industrial, gubernamental y la sociedad: “la responsabilidad es en tres partes, los organismos reguladores, las empresas que lo fabrican y los consumidores. En este caso es que se deben tener más regulaciones por parte de los organismos o por instituciones del medio ambiente que puedan regular a las empresas, y que puedan llevar a cabo los reglamentos para regular la producción de tales cosas [el PET], y [que] los consumidores tengan un mayor conocimiento sobre estos procesos y la importancia y efecto que tienen para que puedan tomar la decisión de -yo le compro a esta empresa porque está regulada”.

Hasta donde es de nuestro conocimiento no hay estudios en el contexto mexicano que aborden la opinión de las personas sobre la responsabilidad en el manejo del PET o los plásticos, sin embargo, algunas investigaciones que abordan la percepciones y actitudes que tiene la ciudadanía sobre la gestión de los RSU en localidades mexicanas (Márquez-González et al., 2013; Muñoz-Cadena & Sánchez-Molina, 2008; Olaguez-Torres et al., 2019), y una colombiana (Niño et al., 2017), exhiben resultados similares en los que la responsabilidad compartida es vista como un principio básico para el manejo de los residuos.

Se debe destacar que además de la responsabilidad compartida que mencionaron los estudiantes, la industria como categoría individual fue la que tuvo mayor frecuencia (41%) (Cuadro 10). Esto sugiere que, aunque el sentido de corresponsabilidad es una visión común, los estudiantes se inclinan por el papel que tiene este sector en la problemática. Diversos autores han señalado que gran parte de los estudios sobre las responsabilidades en el manejo de los plásticos, se ha centrado en la fase final del ciclo de vida del material, enfocándose más en la responsabilidad individual de los consumidores que en los actores ubicados en las causas de raíz del problema, en donde las corporaciones tienen un papel crucial (Barrowclough & Birkbeck, 2022; Holmberg & Persson, 2023; Schlitz, 2020; Kibria et al.,

2023; Mah, 2021). Debido a la identificación de esta tendencia y como parte del llamado que hace esta tesis de girar la mirada a estas causas iniciales, hacemos una reflexión sobre ellas.

Abordar la crisis de los plásticos exige una reducción drástica en la producción mundial de los plásticos (Mah, 2021; Bergmann et al., 2023; Holmberg & Persson, 2023). No obstante, mientras que las empresas sostengan estrategias habituales de acción enfocadas en resolver el problema a través del reciclaje de los residuos, y los gobiernos continúen promulgando compromisos voluntarios en vez de obligaciones regulatorias, el avance en las soluciones al problema seguirá siendo limitado (Dauvergne, 2018). Esta situación denuncia que, aunque pareciera que las empresas intentan ofrecer cambios radicales al modelo industrial lineal de “toma-produce-desecha” (take-make-waste), en realidad no renuncian al crecimiento insostenible (Mah, 2021).

Los plásticos son materiales que provienen en su mayoría de hidrocarburos, sin embargo, la conexión entre la extracción de recursos y la manufactura de bienes plásticos es muy poco visible en los medios de comunicación (Sicotte, 2020). Esta situación ha ayudado a proteger la responsabilidad que la industria petroquímica tiene en el problema, y ha permitido que continúe la expansión de sus ganancias (Sicotte, 2020). Por un lado, fenómenos como el fracking del gas natural que mantiene baratos los precios del plástico virgen, ha impulsado un escenario favorable en la rentabilidad de la industria plástica, y por el otro el enorme poder económico que tiene la industria del petróleo a nivel mundial, perpetúa esta dependencia en la producción y uso de los plásticos, circunstancias que como señalan Dauvergne (2018) y Barrowclough y Birkbeck (2022), generan desafíos enormes para la regulación de los plásticos.

La agenda ambiental a nivel internacional, nacional, estatal y de las municipalidades ha tomado parte en la creación de políticas para promover un manejo más sustentable de los plásticos, sin embargo, como denuncia un número considerable de investigadores la gobernanza de los plásticos es inconsistente (Kibria et al., 2023; Dauvergne, 2018; Lara et al., 2022; Young, 2022; Rhein & Sträter, 2021; Barrowclough & Birkbeck, 2022; Holmberg & Persson, 2023; Schlitz, 2020; Sicote, 2020; Allen-Taylor, 2022). De acuerdo con Dauvergne (2018), esta gobernanza se caracteriza por una autoridad fragmentada, instituciones internacionales débiles, regulaciones desiguales, políticas descoordinadas,

ilegalidades sistémicas comunes en todo el mundo, y por soluciones orientadas a los negocios (*business-oriented solutions*). Asimismo, resalta el hecho la globalización, el aumento de la industria plástica desde la segunda mitad del siglo XIX, y la configuración mundial de las redes de comercialización de los plásticos ha concedido que las grandes corporaciones tomen un papel protagónico en el control de su gobernanza, restringiendo así la regulación gubernamental, puesto que ha resultado relativamente sencillo evadir responsabilidades como la rendición de cuentas e impedir fugas de residuos industriales durante su manufactura (Mah, 2021; Dauvergne, 2018, Barrowclough & Birkbeck, 2022).

Este control de las corporaciones en la instrumentación política para el manejo de los plásticos también se observa en que conceptos paraguas como el de la economía circular, en el que el reciclaje es clave, ha saturado los discursos y políticas de sustentabilidad de las empresas sin generar cambios más allá de la imagen que promulgan (Mah 2021; Rhein & Sträter, 2021). El enfoque en la reciclabilidad de los residuos también ha favorecido una visión tecnocrática de la problemática, en la que se plantea que la solución está en desarrollar más y mejor tecnología, sin embargo, esto sólo ha desplazado la importancia que debe tener el marco ambiental, político y legal en el tema (Mah 2021).

La implementación de acciones para mitigar la contaminación plástica requiere abordar el problema desde la perspectiva del ciclo de vida de los materiales (Helm et al., 2023; Lara et al., 2022). La revisión de literatura que versa sobre los aspectos de gobernanza de los residuos plásticos permite enunciar que, aunque los marcos legislativos internacionales y nacionales han comenzado a adoptar un enfoque integral de su ciclo de vida, las estrategias que se plantean han fallado en desviar su atención a buscar la mayor reciclabilidad posible en los materiales (Dauvergne, 2023; Dauvergne 2018; Barrowclough & Birkbeck, 2022). Esto recalca nuevamente que la falacia del reciclaje no sólo está impregnada en la publicidad para los consumidores, sino en la misma legislación internacional y regional (Mah, 2021).

Empezar por trasladar el discurso de “gestión de los residuos plásticos” a “gestion de los plásticos”, podría impulsar reflexiones sobre estos materiales no solo como un desecho que debe ser gestionado, sino como un material que desde su fabricación conlleva un impacto ambiental evidente (Holmberg & Persson, 2023). A este respecto, un estudiante expresó la necesidad de esta visión integral sobre la gestión del PET:

A partir de la dicotomía de políticas “blandas” y “severas” para discutir la regulación de los residuos plásticos, Holmberg y Persson (2023) sugieren que las primeras, como el reciclaje y la sustitución, suelen tener más apoyo por parte de los gobiernos al ser más fáciles de implementar, mientras que las segundas al implicar esquemas de reducción y reúso, exigen la necesidad de cambios estructurales en el sector industrial y en el comportamiento de la población, por lo que resultan más difíciles de implementar.

Cuando se abordó a los estudiantes el porqué de su respuesta a la pregunta sobre la responsabilidad en el manejo del PET, el 59% hizo hincapié en que son las autoridades de gobierno quienes tienen la capacidad para regular las acciones de la industria. Esta mancuerna “gobierno-industria” sugiere que la población entrevistada comparte hasta cierto grado la idea de que la coordinación entre ambas partes es una necesidad imprescindible para abordar la crisis plástica, como se expresa en estas líneas: “Es responsabilidad de todos, pero principalmente industrias y gobierno. Si hay más políticas y leyes entonces las empresas siguen los lineamientos con el enfoque de reducción y disminuir el consumismo, y la sociedad sería adaptable a ya no tener la opción de consumir plástico o PET.”

En la última reforma de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (DOF, 2023), se proclaman los principios de la responsabilidad compartida y la prevención, y se establece que: “Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños”, más adelante el artículo 28 detalla:

“Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo [...] los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial [...] ; los residuos de envases plásticos, incluyendo los de poliestireno expandido; [...] bajo los principios de valorización y responsabilidad compartida”.

A pesar de que la ley se basa en estos principios de prevención y minimización de la generación de residuos, el escenario nacional y estatal de los plásticos muestra que la prevención ha quedado relegada a una palabra más en el título de la ley, y que los problemas derivados su manejo son cada vez mayores (Lara et al., 2022).

Por otra parte, Márquez-González y colaboradores (2013) identifican que en la mayoría de los estados del país, el modelo político de la gestión de los residuos que opera se ha orientado al reciclaje en vez de la reducción y reutilización. En el caso de Yucatán, la legislación estatal en la materia ha imitado algunas medidas de otros países o regiones, como el obligar a que los productos plásticos contengan un porcentaje mínimo de material reciclado. Por ejemplo, en el Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Mérida, se promueve que las bolsas plásticas de acarreo de un solo uso deben incorporar “un porcentaje mínimo de 30% de material reciclado.” (DOGEY, 2021). Este tipo de medidas se deben discutir críticamente, puesto que el discurso del reciclaje debe dejar de utilizarse como una forma de taponear o distraer de acciones contundentes para atender el problema (Mah, 2021). Además, como señala Schlitz (2020), este tipo de medidas atraviesa diversos aspectos que ponen en tela de juicio su viabilidad, puesto que el uso de los plásticos también involucra negocios a pequeña escala, que dependen de los plásticos para la distribución local de sus productos (Schlitz, 2020).

En cuanto a la aplicación de la ley, no se observa que haya mecanismos de vigilancia, monitoreo o sanciones que insten a que la industria plástica se responsabilice apropiadamente. Tal situación no es exclusiva de Yucatán, y puede observarse en las políticas públicas de otras partes del país (Muñoz-Cadena & Sánchez-Molina, 2008). Además, es común que las gestiones locales en países desarrollados y subdesarrollados, se vean rebasadas por la omnipresencia del plástico (Allen-Taylor, 2022). Ante la carencia de instrumentos regulatorios municipales contundentes (Márquez-González et al., 2013), es necesario que el sistema involucre permanentemente la participación pública en la formulación de las políticas sobre el uso y disposición de los plásticos (Razaq et al., 2023).

La mención de una sociedad consumista que debería cambiar de hábitos (33%), y la responsabilidad individual de los consumidores de separar sus residuos y llevarlos a centros de acopio (37%) (Cuadro 9), fueron dos categorías relevantes en la opinión de los estudiantes. Parte de estas ideas las asociaron con el reconocimiento de que el gobierno e industria influyen en los hábitos de consumo y disposición de los desechos: “Es una responsabilidad de todos, sin embargo no podemos negar que el papel de gobierno y empresas es fundamental, si no clave [...] para que la gente empiece a hacer algo al respecto, ósea de que es responsabilidad también de nosotros como usuarios también lo es, pero no podemos obviar

el hecho de que la publicidad de las empresas y las políticas de nuestros gobiernos influyen en las decisiones que luego vamos a terminar tomando”.

Como reconocen los estudiantes en este estudio, es importante que el sector industrial asuma la responsabilidad principal que tiene en la gestión del PET y que ésta sea promovida por las estructuras de gobernanza en todas las escalas. La acumulación del PET en Mérida es una realidad común que atraviesan ciudades de otras regiones y (Schlitz, 2020; Sicote, 2020; Dauvergne, 2023), aunque el escenario para una mejor gestión sea complicado, no debe descartarse que la sociedad en general, como sujeto involucrado en el ciclo de vida de los plásticos, puede impactar directamente en la gobernanza de estos materiales.

De acuerdo con Dauvergne (2023), la incidencia del activismo en el sur global en la regulación de los plásticos se ha desplegado en actividades que incluyen: aumentar la concientización del público y la difusión de normas de comportamiento apropiado, organizar limpiezas colectivas de gran alcance en sitios contaminados, y también se han esforzado en “avergonzar” a las corporaciones transnacionales, presionar a los gobiernos y participar en foros multilaterales. En este sentido, la movilización de las juventudes para organizar campañas que incentiven el cuestionamiento de las acciones de las empresas y exijan instrumentos políticos robustos para gobernar los plásticos ha sido fundamental. Por tal motivo, esta tesis se suma al llamado de acción y participación no solo de los estudiantes de las carreras afines a ciencias ambientales, sino de la ciudadanía en general para llevar estos asuntos a espacios de discusión más amplios.

Todo lo anterior resalta la importancia de que tanto universitarios como la sociedad en general tengan una noción básica de quiénes son las autoridades encargadas de la aplicación de la ley, y de cuáles son las normas y regulaciones en el manejo de los residuos (Muñoz-Cadena & Sánchez-Molina, 2008). La falta de concientización sobre estos temas es otro factor que dificulta la atención de la problemática (Kibria et al., 2023). Si no sabemos quién legisla, quién regula, quién sanciona, quién dicta, entonces tampoco sabemos a quién dirigir las exigencias. El instrumento utilizado en este trabajo no incluyó una pregunta específica para conocer si los estudiantes tienen conocimientos particulares sobre la legislación de los plásticos, por lo que es necesario que se hagan otras investigaciones que aborden expresamente esta cuestión.



Resulta imprescindible señalar la necesidad de que en las escuelas se fomente un marco de discusión sobre la contaminación plástica, que permita abordar la complejidad de la relación entre las industrias que manufacturan y comercializan los plásticos, los marcos legales para su regulación, así como los factores que llevan a las personas a consumir los materiales (Owens & Conlon, 2021;). Enmarcar el problema como desechos mal gestionados conduce solo a una solución de mayor gestión de desechos y, aunque mejorar esta puede contribuir a la mitigación del problema, no puede resolverlo (Owens & Conlon, 2021). Un marco de discusión que sólo se enfoca en la parte de la disposición final de los plásticos, corre el riesgo de ignorar por completo la responsabilidad que tienen los fabricantes de los plásticos (Dauvergne, 2023; Barrowclough & Birkbeck, 2022).

### *Fuentes de información*

Los conocimientos sobre reciclaje de PET que tienen los estudiantes se centran en dos ejes: (i) las redes sociales e internet (85%) y la educación formal (87.7%) (Cuadro 15). Asimismo, el 84% considera que la información que ha recibido no es suficiente, razón por la que se discute el papel de las universidades en la enseñanza de este tema.

El alto porcentaje de estudiantes que se ha informado sobre el reciclaje en las redes sociales es un reflejo de la predominancia que tienen estas plataformas digitales como medios de comunicación en la sociedad actual (Chung et al., 2020). De acuerdo con datos de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en Hogares (ENDUITH, 2023), el 91.5% de las personas que utilizan internet es para acceder a las redes sociales, mientras que en Yucatán el 84% de la población usa la internet, encontrándose las personas entre 18 a 24 años entre los principales usuarios de este medio.

Las generaciones jóvenes agrupan a los principales usuarios de estas plataformas, y sus actividades en línea son una parte considerable de su vida cotidiana, se ha reconocido la importancia de estas fuentes en la comunicación sobre los conocimientos del medio ambiente, la promoción de mensajes verdes y la gestión de los RSU (Chung et al., 2020; Ho et al., 2018). Algunos estudios en comunidades universitarias, también han demostrado que la internet está entre las principales fuentes de información de temas como los microplásticos y su impacto ambiental (Janoušková et al., 2020; Raab y Bogner, 2021). Aunque la internet es una herramienta que ha favorecido una comunicación amplia e inmediata sobre los

problemas socioambientales (Ho et al., 2018), la superficialidad de los conocimientos sobre el reciclaje de PET, sugiere que la información a la que se ha accedido por este medio suele ser incompleta e inadecuada, aunado a que a través de las cuentas de organizaciones públicas y privadas se difunde el greenwashing del reciclaje.

A partir de que los resultados indican la falta de conocimientos sobre reciclaje de PET y, considerando que la escuela (actual y anteriores) fue la categoría que un mayor número de universitarios confirmó entre sus principales fuentes de información, se discuten los desafíos en los espacios educativos que explican en parte la brecha entre la información que se proporciona y examina en los mismo, y la situación real de la problemática.

Las universidades son espacios significativos para abordar las problemáticas medioambientales (Stephens et al., 2008). En estas instituciones se forman profesionales que se espera se desempeñen en los procesos de prevención, resolución y manejo de los problemas ambientales y futuros (Olaguez-Torres et al., 2019). En décadas recientes, muchas universidades e instituciones de educación superior han comenzado a alinearse con los principios de sustentabilidad (Larrán et al., 2015; Aleixo et al., 2018). La Secretaría de Desarrollo Sustentable de Yucatán en conjunto con otras instituciones del sector privado, establecieron el programa “Red de Universidades Sustentables”, que, bajo el eje “Yucatán que cuida al planeta de manera responsable” del Plan de Desarrollo 2018-2024, se busca reducir la generación de residuos en el estado (Gobierno del Estado de Yucatán, 2024). Tres universidades que participaron en este estudio forman parte de este programa, mientras que otras dos universidades son miembros de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, cuyo plan de acción para el desarrollo sustentable enuncia que, “ningún área del conocimiento está al margen de la problemática ambiental,” y por lo tanto, “deben ser capaces de responder a los retos de sustentabilidad” (Olaguez-Torres et al., 2019).

Pese a que cada vez más universidades en todo el mundo se han sumado a los principios de sustentabilidad, algunos estudios revelan que existe una brecha considerable entre los compromisos que anuncian y el cómo se abordan realmente estos principios en la enseñanza de diversas disciplinas (Larrán et al., 2015). Además, aunque los esquemas de sustentabilidad abarcan la gestión de los residuos y los problemas de contaminación plástica,

el reconocimiento que hicieron los estudiantes de que saben muy poco sobre el tema, permite subrayar que tanto los líderes de estas instituciones, como docentes y cuerpos académicos que definen los planes de estudio, no han tomado suficiente interés en atender estos temas (Larrán et al., 2015). Esto podría deberse a que en muchas ocasiones los mismos miembros de la institución tienen poco conocimiento especializado, y a que algunos docentes incluso “están aprendiendo y enseñando sobre sustentabilidad al mismo tiempo” (Aleixo et al., 2018; Larrán et al., 2015).

La revisión detallada de los planes curriculares de las 14 carreras que formaron parte de la muestra, indicó que únicamente en la carrera de Ingeniería Ambiental se cuenta con una asignatura obligatoria que aborda la gestión de los residuos, además que, tampoco cuentan con materias optativas relacionadas. Esto resulta criticable puesto que se trabajó con universitarios de carreras explícitamente interesadas en abordar las problemáticas ambientales. Los estudiantes son conscientes de que existen deficiencias en la información, principalmente porque o es “muy introductoria” o “poco aterrizada”, o porque es un tema completamente ajeno a lo que abarca su plan curricular. Las siguientes líneas ejemplifican esta situación: “No. Incluso nosotros como recursólogos siento que no es suficiente y que es superficial lo que sabemos. Hace falta mucha información acerca de esto. Porque solo es de ‘Ah, sí, vamos a reciclar. Pon tu botellita, separa tu basura. Pero realmente los procesos de qué es lo que se va a hacer con esto, cómo se puede reutilizar [no] hay”.

Otros obstáculos en el avance de las iniciativas para la sustentabilidad en los centros educativos son: la falta de recursos financieros, el financiamiento de empresas a las universidades, especialmente aquellas de carácter privado y que podrían incidir en el enfoque para abordar ciertas temáticas, la resistencia al cambio debido a una organización estructural rígida que suele ser conservadora y tradicional, la falta de compromiso, concientización, interés, e involucramiento por parte de todos los miembros en una comunidad universitaria, la falta de entrenamiento y especialización, y la falta de investigación interdisciplinaria (Stephens et al., 2008; Aleixo et al., 2018; Larrán et al., 2015; La Fuente et al., 2022).

Dixon y Parker (2022) realizaron un estudio en universitarios para conocer su percepción hacia el reciclaje, se encontró que todos los participantes se mostraron inseguros de sus conocimientos sobre este, y que lo asociaron al tipo de información que normalmente

reciben. Una actitud similar se observó en los estudiantes de este trabajo, quienes criticaron que la información no tiene suficiente difusión y distribución al público (59%): “No [es suficiente]. Porque realmente es muy poco lo que se dice. Y también por la carrera que estoy estudiando es más que nada que sí te enteras, pero por ejemplo preguntarle a mi papá o a alguien que no esté relacionado con una carrera que no tenga que ver con el ambiente pues no te enteras”, y “Todavía hay muchas lagunas [...], porque está bien de que sí se acopia, ¿y luego?, ¿qué pasa después?, siento que todavía hay mucha incertidumbre.”

Mkhonto y Mnguni (2021) demostraron que la integración de proyectos sobre reciclaje dentro del currículo escolar puede mejorar efectivamente los conocimientos y actitudes de los universitarios hacia este tema. En consecuencia, resulta crucial que las políticas de sustentabilidad de las universidades impulsen una educación integral no solo para conocer la realidad sobre el reciclaje, sino también para generar espacios en donde se discuta el papel de las empresas y los gobiernos en el uso y gestión de los residuos plásticos. Esto podría propiciar, por un lado, una mayor conciencia y receptividad entre aquellas personas que no están familiarizadas (incluyendo personal más allá de los mismos estudiantes) (Willis & Fytianos, 2022), y por el otro, desarrollar o fomentar programas que contribuyan a una toma de conciencia colectiva sobre el reciclaje y otros temas en educación ambiental (Aleixo et al., 2018; Olaguez-Torres et al., 2019; Barrowclough & Birkbeck, 2022).

Como señala Thomas y colaboradores (2023), aunque las instituciones de educación superior están intentando regir sus prácticas y objetivos bajo la guía general de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, normalmente llevan sus acciones a estándares de sustentabilidad individual. Por tal motivo, es importante que en las escuelas se promuevan estrategias para que los estudiantes tengan las herramientas necesarias para no dejarse influenciar por el greenwashing y que puedan tomar decisiones conscientes. La educación del público con información actualizada y aterrizada sobre las posibilidades reales del reciclaje en Mérida podría promover una actitud crítica a lo que se da por sentado en el manejo de los residuos, y de esta forma lograr un avance simultáneo en la mitigación de la contaminación plástica y en la sustentabilidad (Reed & Wang-Ting, 2022).

De acuerdo con Haring (2019), la desconfianza hacia la publicidad de las empresas podría motivar a que la ciudadanía apoye políticas más punitivas en materia de residuos

plásticos. Llama la atención que 33% de los estudiantes comentó que la información sobre reciclaje proveniente de la publicidad a veces es utilizada como una estrategia de marketing: “si [las empresas] están tratando de hacer conciencia, solo es parte más del consumismo, de que ‘mira, compra nuestro producto para poder reciclarlo’, entonces al fin y al cabo no están haciendo nada, solo están intentando poner ‘somos buena marca porque estamos intentando reciclar’”. Los estudiantes se mostraron escépticos a la información que reciben de la publicidad, pero al mismo tiempo, sus conocimientos están evidentemente influenciados por el discurso que han manejado las empresas.

Las instituciones de educación superior son lugares de importancia crítica para la producción, perpetuación y difusión del conocimiento sobre las problemáticas ambientales y eso las convierte en agentes significativos para la transformación social (Stephens et al., 2008). Por tal motivo, concluimos este apartado reiterando la importancia de que en las universidades se fomente abordar el tema del reciclaje en general y el reciclaje de PET en lo particular a partir de dos aspectos: i) profundizar en la información sobre el proceso para motivar una visión integral de su impacto, así como la situación local y global; y ii) promover el análisis sobre las causas que subyacen a la insuficiencia para gestionar los residuos plásticos.

### **Objetivo específico III**

Describir los hábitos de uso y disposición de residuos de los envases tipo PET que tienen universitarios de carreras afines a las ciencias ambientales en Mérida, Yucatán.

#### *Consumo de botellas de PET*

El presente estudio abordó el consumo de botellas de PET con el objetivo de indagar en los factores contextuales que se asocian al uso del PET en los estudiantes. Los resultados en el Cuadro 12 destacan tres cuestiones que se discuten a continuación; i) que el consumo entre los universitarios es relativamente bajo, ii) el consumo de botellas PET está relacionado con el tipo de universidad pública o privada según las oportunidades de acción dentro de cada campus, y iii) las razones de consumo mencionadas por los estudiantes reflejan la contribución que tienen las industrias refresqueras en la dependencia al PET.

México es uno de los países con mayor consumo de agua embotellada en el mundo (Lara et al., 2022). De acuerdo con estimaciones de la Comisión Nacional de Áreas

Protegidas, en 2018 la producción anual de botellas de PET por cada mexicano fue de 200 botellas al año; esto se traduce a un consumo aproximado de 4 botellas por semana. El consumo de plásticos en la industria de bebidas ha incrementado (ANIPAC, 2022), y, en el contexto de la pandemia por COVID-19 hubo un aumento en el consumo de los empaques plásticos (UAM, 2021). Sin embargo, en este estudio observamos que el consumo de la mayoría de los universitarios fue menor de 4 botellas por semana. El 45% informó que consume menos de 2 botellas a la semana y el 15% no consume ninguna (Cuadro 12). Como referencias comparativas encontramos que el consumo anual per cápita en Corea del Sur fue de 1.76 botellas a la semana (Jang et al., 2020), y en Estados Unidos de 3.8 botellas en 2013 (Aslani et al., 2021); así el consumo mexicano en estudiantes pareciera encontrarse dentro de estos parámetros.

El 37% mencionó que el PET es el material en que se ofrecen los productos que consumen y que cuando existen otras opciones estas son menos accesibles económicamente (Cuadro 12). “si tú quieres algo y la empresa solo te lo está dando en PET o en algo que no se pueda reciclar pues también como que resulta un dilema. Muchas veces envases como de vidrio o metal suelen ser productos más caros y pues no les alcanza a todas las personas”. Tal situación refleja la dependencia que tiene la industria alimentaria y de bebidas en el PET y que determinan en gran medida el consumo que la sociedad tiene de este (Barrowclough & Birckbeck, 2022).

De acuerdo con Bałazińska y colaboradores (2021), a nivel mundial en 2019, se produjeron alrededor de 12.7 millones de toneladas de botellas de PET, de las cuales el principal uso fue para agua embotellada, seguido de bebidas carbonatadas y jugos frutales. Estos datos son coincidentes con las respuestas de los estudiantes sobre sus razones de consumo, en las que beber agua embotellada (60%) y otras bebidas como refrescos, jugos y líquidos de rehidratación (57%) fueron las de mayor frecuencia.

El comportamiento de las personas con relación a sus hábitos de consumo, uso y disposición de plásticos y de sus residuos domésticos en general, es un fenómeno que involucra múltiples factores y que ha sido abordado desde varias disciplinas, especialmente desde la psicología (Roy et al., 2022). La mayor parte de la investigación en este campo coincide en señalar que aquellos factores externos a las personas, como la disponibilidad de los materiales en que se ofrecen alimentos y bebidas, son un componente esencial que

determina nuestras posibilidades de consumo (Gambino et al., 2020). En este sentido, las oportunidades físicas que tienen los estudiantes para cubrir necesidades de hidratación, ya sea en su contexto estudiantil, doméstico o fuera de éstos, tienen un papel muy importante en los comportamientos que manifiestan sobre el uso de PET y otros plásticos.

La dependencia en el uso del PET para la distribución de agua embotellada y otras bebidas (Ragusa & Crampton, 2016; Aslani et al., 2021), así como la deficiencia y debilidad de políticas locales e institucionales en la materia han contribuido al incremento en su consumo (Nuñez-Cacho et al., 2020). En este sentido, Larrán y colaboradores apuntan la necesidad de que en los centros educativos comiencen a incorporarse cambios más radicales que impliquen un ejercicio más tangible de sustentabilidad (2015). Por ejemplo, más allá de contar con instalaciones para la separación del PET y otros residuos dentro del campus, se deben favorecer estrategias que en primer lugar motiven a reducir el consumo de botellas PET, para favorecer que los estudiantes cuenten oportunamente con opciones de relleno de agua para su hidratación y alternativas a los plásticos de un solo uso.

La observación durante el trabajo de campo indicó que todos los planteles cuentan con el servicio de garrafón de agua purificada, sin embargo, la disponibilidad de esta fue diferente. Se observó que las universidades privadas proporcionan más instalaciones por área de este servicio y se encontró que el tipo de universidad sí influye en el consumo de los estudiantes ( $X^2= 15.82$ , g.l.=5,  $p<0.05$ ), resaltando un consumo aparentemente mayor de envases PET en las escuelas públicas (Cuadro 24).

**Cuadro 23.** Consumo de envases de PET por tipo de universidad pública o privada.

| Categoría de consumo | Porcentaje de respuesta |                 |
|----------------------|-------------------------|-----------------|
|                      | Privada (n=42)          | Pública (n=145) |
| Ninguna              | 24                      | 14              |
| Menos de 3 al mes    | 10                      | 14              |
| De 1 a 2             | 29                      | 32              |
| De 3 a 5             | 29                      | 25              |
| De 6 a 10            | 10                      | 10              |
| Más de 10            | 0                       | 4               |

Si bien factores externos como la falta de opciones en el mercado, o la asequibilidad económica restringen el consumo de ciertos materiales, los conocimientos que se tienen sobre estos también pueden influenciar la elección de las personas para su consumo, y por tanto, incentivar o disminuir la generación de residuos al ambiente (Muniandy & Anuar; 2020;

Núñez-Cacho et al., 2020; Matsui et al., 2007). En el contexto de las acciones individuales, la reducción en el consumo y la reutilización de los materiales deben convertirse en prácticas más habituales de nuestra cotidianeidad (Rhein & Sträter, 2021). Por tal motivo, es necesario reforzar decisiones más conscientes sobre lo que ocurre con los productos después de usarlos: ¿este material es realmente reciclable?, ¿existe la infraestructura para reciclarlo?, ¿qué impactos al ambiente puede tener su uso y disposición? (Thomas et al., 2023; La Fuente et al., 2022).

### *Manejo de residuos y uso de Puntos Verdes*

En este apartado se discuten algunas de las razones y factores externos que llevan a los estudiantes a mostrar ciertas prácticas en el manejo de sus residuos de PET. Asimismo, se ofrecen comparaciones con estudios en contextos y con muestras diferentes, sin embargo, debemos señalar que esta discusión no pretende polarizar las acciones de los estudiantes como correctas o incorrectas. Sus prácticas sobre reciclaje de PET son relevantes en tanto que contribuyen a evitar que las botellas de PET se acumulen en el ambiente.

Los estudiantes mostraron una preocupación genuina por la problemática, la mayoría considera que se recicla menos de una cuarta parte de los plásticos que se producen a nivel mundial (65%). En este sentido, sus acciones sobre reciclaje de PET reflejan que intentan hacer lo que pueden, con base en lo que saben o tienen idea, sin embargo, estas acciones claramente reflejan el desconocimiento sobre el tema.

La cultura de separar los residuos entre los universitarios es predominante (73%), de este porcentaje la separación entre orgánicos e inorgánicos es la más común (86%) (Cuadros 17 y 19). Diversos estudios enfocados en el manejo doméstico de los residuos sólidos muestran que la separación puede ser una práctica frecuente en algunas poblaciones como, Corea del Sur (Reijonen et al., 2021), Japón (Dilixiati et al., 2022), y China (Mian et al., 2017), mientras que en otras solo se lleva a cabo en mínimas proporciones, como India (Pal & Bhatia, 2022); Rwanda (Iraguha et al., 2022) e Irán (Babaei et al., 2015). Estas diferencias en la separación también se observan en algunos estudios centrados en universitarios con formaciones diversas. Por ejemplo, de una muestra de 2,998 estudiantes húngaros, el 79% informó que realiza la separación de sus residuos (Zsóka et al., 2013). En comparación, Owojori y colaboradores (2022) encontraron que, de una muestra de 376 estudiantes en Sudáfrica, solo el 23% separó sus RSU.



El 30% de los estudiantes realizó la separación de “Plásticos mixtos,” esto sugiere que la confusión entre los distintos tipos de plástico es persistente. Además, como señalan diversos autores, la comprensión de los materiales y la separación normalmente son acciones que se realizan con esfuerzos cognitivos mínimos o con una conciencia y conocimientos limitados (Nemat et al., 2022; Buelow et al., 2010).

En el Cuadro 15 se observa que el PET es el residuo de la fracción inorgánica que más separan (75%). Asimismo, la separación cartón/papel (36%) y aluminio/metales (32%) muestra que los estudiantes reconocen la valorización de los residuos y la existencia de un mercado del PET post-consumo. En efecto, las cadenas de recuperación y reciclaje de este tipo de residuos son las más predominantes en el país (Botello-Álvarez et al., 2018). La separación del PET está relacionada con la práctica de entregarlo directamente a los pepenadores. Alrededor de una cuarta parte de los estudiantes mencionó que prefiere dar ese destino a sus envases (22%), mientras que el 18% almacena el PET hasta que tiene un volumen que considera suficiente para llevarlo a un centro de acopio cercano y venderlo (Cuadro 13). Estos resultados coinciden con el estudio de Niño y colaboradores (2017), en el que el 68% de una población colombiana, separa los envases para posteriormente transferirlos a las personas que lo recolectan de manera informal.

La entrega del PET a los pepenadores entre los estudiantes también se puede vincular con las intenciones altruistas de apoyar a al sector informal, y porque le resulta más cómodo que llevar sus residuos a otros lugares. Esto se ejemplifica en el comentario de un estudiante que manifestó la razón principal por la cual hace un uso mínimo de las instalaciones públicas para depositar sus envases: “Rara vez [uso los puntos verdes], prefiero dárselo a los pepenadores y eso significa un ingreso para sus familias [...], y también porque es más fácil que pase el pepenador”. Aunque las actividades de los pepenadores contribuyen visiblemente a la recolección de los residuos sólidos valorizables, este grupo presenta altos índices de marginación (Botello-Álvarez et al., 2018; Schlitz, 2020). Adicionalmente, pese a que el PET es el residuo que más separan los estudiantes, esta práctica no cambia la realidad de que su gestión en Yucatán es insuficiente (Gobierno del Estado de Yucatán, 2023).

El reciclaje mecánico del PET requiere que los envases pasen por un tratamiento pre-intensivo para que el producto obtenido tenga la calidad necesaria para entrar en otras cadenas productivas (Küppers et al., 2019; Dilixiati et al., 2022). Por ejemplo, la separación

previa de tapas y etiquetas es una acción que según Küppers et al., (2019) puede hacer más eficiente el proceso. A partir de que los estudiantes consideran que el reciclaje de PET es una estrategia que debería incentivarse, se les preguntó si entre sus prácticas realizan algún tratamiento que facilite el proceso. Los estudiantes manifestaron que las botellas de PET tienen ciertos requisitos para reciclarse, por ejemplo, el 67% tiene el hábito de comprimir o aplastar el material antes de desecharlo, el 49% intenta lavarlo o enjuagarlo, y el 20 % se toma el tiempo de retirar tapas y etiquetas. Este estudio y el de Zsóka y colegas (2013), sugieren que la acción de comprimir las botellas suele ser la acción más frecuente entre los universitarios, en su caso el 98% de su muestra reportó que sigue esta práctica.

Se identificó que el círculo social y familiar de los estudiantes es un aspecto que influye de manera importante en sus hábitos. 47% de los estudiantes expresó que su mayor influencia en el comportamiento de su consumo y separación proviene de su educación en el contexto familiar y el ambiente escolar en el que se desempeña (Cuadro 14). Estos resultados concuerdan con los hallazgos en estudios que también señalan la relevancia de la influencia social para promover acciones tales como la separación (Bashir et al., 2020; Reijonen et al., 2021).

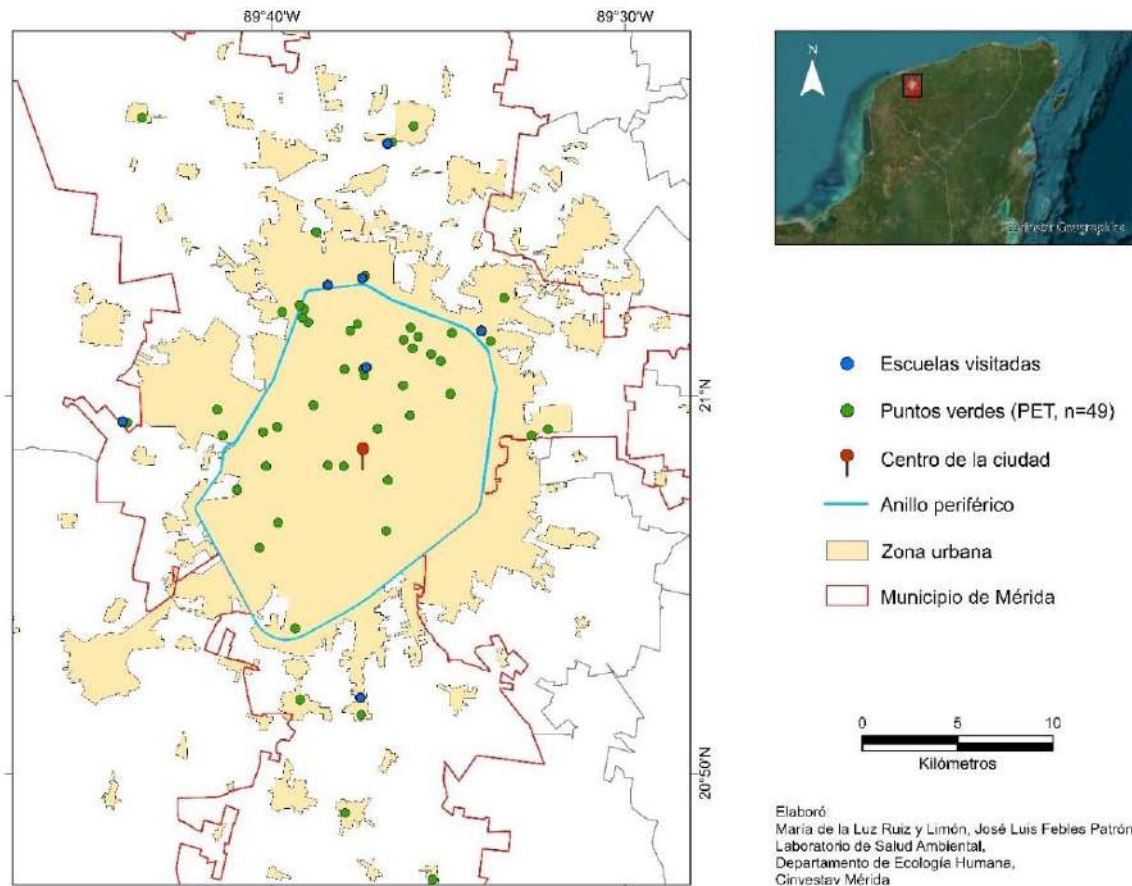
Las prácticas de manejo de los residuos de la sociedad están influenciadas por factores externos que posibilitan sus comportamientos (Roy et al., 2022; Reijonen et al., 2021). La cercanía y disponibilidad de contenedores para la disposición de los envases de PET en Mérida son condiciones que influyen la separación en los estudiantes. El 66% expresó que guarda el PET que consume fuera de su domicilio, para desecharlo una vez que estén en casa, mientras que el 42% reconoció que los desecha en cualquier contenedor que esté próximo. Se ha demostrado que la distancia al mobiliario para hacer una separación de los residuos es inversamente proporcional a la motivación de realizarla. Por ejemplo, en el estudio de Babaei y colaboradores (2015), el 99% de 2,400 residentes de una ciudad iraní comentó que el no tener fácil acceso a los contenedores es una de sus principales razones para no participar en los programas de reciclaje. Las siguientes líneas de un estudiante manifiestan esta situación: “[los botes] no están alcance de todos y no son suficientes. Por ejemplo, en los fraccionamientos nuevos no hay ni siquiera botes de basura normales, entonces menos hay para separar todos estos materiales”.

Las respuestas de los estudiantes sobre sus prácticas indican que tienen una conciencia sobre diversas problemáticas alrededor de la gestión del PET, entre estas se señaló que en Mérida la cobertura de los sitios para la separación exclusiva de PET es desigual, señalando que hay zonas con mayor accesibilidad. Lo anterior se expresa en comentarios como: “No [hay suficiente infraestructura], yo que estoy en agroecología es común que vayamos a trabajar en comunidades y la mayoría de estas no tienen ni siquiera sistema de recolección de basura, y mucho menos que se vaya a separar y reciclar,” o “yo tengo el privilegio de vivir en la parte norte de la ciudad, y platicando con mis amigos que la mayoría vive en el sur u otras partes, no es suficiente”. Esta ausencia de facilidades también se identificó en comentarios de los estudiantes donde manifiestan que únicamente las encuentran en el entorno escolar: y “en esta universidad como es una institución que se encarga de educarnos y formarnos, pues hay esos contenedores en todos lados, para generar en los estudiantes el hábito o esa conciencia, pero si vamos a otro estrato social, por ejemplo en el centro de la ciudad o incluso [espacios] de recreación no hay contenedores y no están distribuidos”.

Otras problemáticas señaladas fueron las deficiencias en el transporte de recolección y la falta de aplicación de las normativas gubernamentales: “Sé que hay centros de acopio pero son muy escasos y no todos son funcionales, [...] me he enterado de que incluso en esos centros hay quienes sí tienen su basura separada y cuando llegan los camioneros agarran todo y lo tiran en el mismo bote. Y pues como que ya no es tanto causa de la gente, porque dicen ‘para qué lo separo si al final lo juntan todo’. Entonces yo creo que falta en ese caso el apoyo del gobierno, que ponga en funcionamiento los centros de acopio y que haya un supervisor que realmente vea que se cumplan las normas”.

Las prácticas de los estudiantes sobre el uso de los PV reflejan su comprensión sobre la problemática, y resaltan la diferencia de oportunidades de acción que tienen para el manejo de sus residuos. Por ejemplo, 40% de las respuestas sobre las razones por las cuales no los utilizan incluyen que no saben dónde se ubican, o porque está lejos y se les complica transportar sus residuos (Cuadro 19). De igual manera, de los 49 estudiantes que sí utilizan los PV, el 39% considera que se ubican lejos de su domicilio (más de 15 minutos de traslado), mientras que un 39% acude en automóvil propio. Lo anterior sugiere que la atención municipal para la gestión de los residuos es desigual. El siguiente mapa muestra que la

ubicación de los PV que prestan el servicio de acopio de PET, es aparentemente más accesible en la zona norte que al sur de la ciudad (Figura 21).



**Figura 21.** Ubicación de los Puntos Verdes en la ciudad de Mérida que reciben PET de acuerdo con información actualizada del Ayuntamiento de Mérida hacia junio de 2024.

El programa de los PV ha sido anunciado como una estrategia exitosa para fomentar “la cultura de la separación, reciclaje y la correcta disposición de los residuos” (Ayuntamiento de Mérida, 2024b), sin embargo, aunque estos sitios de acopio sí pueden favorecer mejores prácticas de manejo, en este estudio se ha demostrado que la propaganda de su implementación también ha funcionado como una forma de legitimar la imagen de Mérida como una ciudad sustentable en donde se hace el reciclaje, aunque esto no sea cierto. La gestión del PET en Mérida y en Yucatán cabe dentro de lo que varios autores denuncian como la “falacia del reciclaje” (Dauvergne, 2023; Mah, 2021), en la que gobiernos y empresas continúan realizando acciones habituales, en vez de iniciar reformas de verdadero impacto. Esto no significa que el equipamiento urbano para la disposición y separación de los residuos sea inapropiado, no obstante, estas medidas no deben ser un pretexto que distraiga de acciones contundentes.

Insistimos en la necesidad de promover actitudes más críticas sobre la implementación de estas medidas. Es importante que al usar los puntos verdes se haga el ejercicio de cuestionar la realidad del contexto en que ocurre este comportamiento. Más allá de la sensación de bienestar que puede otorgar el separar los residuos, valdría la pena hacerse preguntas como: ¿qué ocurre con los residuos después de que se depositan en el PV?, ¿realmente siguen un camino de economía circular?, ¿qué greenwashing puede haber detrás de esta estrategia?, o ¿a qué tipo de intereses responde este programa? El uso de los puntos verdes sin mayor cuestionamiento sugiere que las personas dan por sentado la creencia de que “reciclar es bueno para el ambiente.”

Si bien las acciones individuales pueden generar cambios que a través de su colectivización conduzcan a que la sociedad lleve un modo de vida más sustentable, reducir los problemas derivados de la contaminación por PET, y cualquier otro tipo de plásticos, requiere de cambios transformadores en los que participen industria, gobierno y sociedad. Los resultados de este trabajo muestran que los estudiantes están sensibilizados ante la problemática y que, en la medida de sus posibilidades, toman acciones, no obstante, estas reflejan que están influenciadas por el greenwashing mediático que se hace sobre el reciclaje.

## *Conclusiones*

En Yucatán no se lleva a cabo el reciclaje de PET, únicamente el acopio. La industria del reciclaje del PET y de los plásticos en general aún presenta varios desafíos, entre los que destacan: i) la escala de inversión necesaria para crear instalaciones que puedan manejar el creciente volumen de residuos plásticos, ii) el plástico reciclado compite contra el plástico virgen que llega a ser más económico y versátil, lo que disminuye el incentivo económico para reciclar los residuos plásticos. iii) La gestión del PET continuará siendo insuficiente mientras no se tomen acciones en los primeros escalones de la producción masiva de plásticos (Dauvergne, 2023). iv) La necesidad de un marco legal sólido y el ejercicio real de las políticas gubernamentales que exhorten a una producción y manejo congruentes con las agendas de sustentabilidad.

Se identificó que gobiernos e industrias manejan un discurso que plantea erróneamente que el reciclaje de PET es la solución al problema de la contaminación plástica, por lo cual, fue importante explorar los conocimientos y prácticas de estudiantes de carreras afines a las ciencias ambientales sobre el tema. Se identificó que los universitarios reconocen el problema de la contaminación plástica, consideran que el reciclaje de PET es mínimo, pero sus conocimientos sobre el proceso son escasos y reflejan que están parcialmente influenciados por el greenwashing corporativo. Los estudiantes reconocen la falta de información verídica y a profundidad sobre el tema dentro del contexto de educación formal y fuera de este. Por tal motivo, es necesario promover la incorporación de estos temas en los programas de estudio, además de fomentar espacios de discusión entre los mismos estudiantes que impulsen cuestionamientos críticos sobre por qué el reciclaje no es la solución.

Los estudiantes asumen una corresponsabilidad entre sociedad, industria y gobierno y en la gestión del PET, sin embargo, señalan que el rol principal deben tomarlo los últimos dos. Esto destaca la importancia que tiene situar la problemática de los plásticos no sólo dentro de un contexto de su impacto ambiental, sino también de la economía política de su producción, comercialización y consumo. En cualquier contexto educativo, y particularmente el de las ciencias ambientales, se requiere de un enfoque interdisciplinario para abordar las complejidades de esta problemática.

Los hábitos de consumo y manejo de residuos de PET sugieren que los estudiantes hacen un esfuerzo consciente para minimizar su impacto ambiental, no obstante, estas acciones dependen en gran medida de las oportunidades de acción que ofrece su entorno. Esto indica que para lograr una transición real hacia un manejo sustentable de los residuos, las perspectivas ambientales y las prácticas de sostenibilidad deben ser promovidas por todos los miembros del entorno académico. Es necesario que no sólo los estudiantes despierten una actitud crítica al reciclaje, sino que también el propio personal académico y administrativo de las universidades evite dar por sentado el discurso que se difunde.

Los cambios a largo plazo para reducir la producción y generación de residuos no pueden realizarse sin el apoyo público, por lo que resulta imprescindible que los estudiantes continúen impulsando una movilización colectiva, para exigir mejores esquemas de consumo y gestión de los residuos, así como para instar a que el sector privado y los gobiernos asuman la responsabilidad que les corresponde.

La predominancia de las redes sociales como fuentes de información sobre reciclaje en los estudiantes destaca el poder que pueden tener estos medios para influenciar su compromiso cívico con las políticas ambientales. Sin embargo, es importante que este compromiso parta de una visión que vaya más allá del reciclaje y cuestione específicamente los sistemas de un solo uso. Por ejemplo, ¿qué cambiaría en nuestras prácticas de consumo si la inversión que se intenta destinar para el reciclaje se girara a la búsqueda de nuevos sistemas de distribución de los alimentos y bebidas? La contaminación por PET no es sólo el resultado de un comportamiento de consumo inadecuado, o una gestión municipal de los residuos sólidos ineficiente, sino que involucra problemas de diseño que obligan a repensar los materiales que se utilizan.

Este trabajo tomó como punto de partida la descripción de un problema enfocado en una muestra de estudiantes de cierto perfil, universitarios de carreras afines a las ciencias ambientales en Mérida Yucatán, no obstante, aunque el alcance de este estudio presenta limitaciones en ese sentido, no resulta desmedido señalar que el desconocimiento sobre el reciclaje de PET que tienen los estudiantes, es un síntoma de las circunstancias que también podrían presentarse en el público en general. El greenwashing del reciclaje ha permeado tanto a nivel global como local. Mientras tanto, los problemas de contaminación plástica exigen tomar decisiones en todas las escalas, y que tanto gobierno como industria deben dejar de

usar al reciclaje como un estandarte, que hasta el momento ha permitido sostener sistemas productivos y de distribución irresponsables desde la visión ambiental.

Por último, queremos destacar que gran parte de los estudios realizados sobre el sector estudiantil se enfocan en las acciones individuales para el manejo de residuos, sin embargo, un aprendizaje importante del proceso de discusión, y que es una de las principales contribuciones de esta tesis, es que ha abierto un espacio de reflexión sobre el greenwash del reciclaje y la exploración de cómo ha influido en las prácticas y conocimientos de la sociedad. De este modo, hacemos un llamado para que más agendas de investigación abandonen la visión tradicional de la problemática, en la que se enfatizan la insuficiencia de las estrategias de gestión de residuos y las acciones individuales, y se trasladen a describir, examinar y analizar las causas de raíz que derivan en los múltiples efectos negativos de los plásticos en el ambiente y la salud humana, y el poder de la industria sobre la educación y el conocimiento.



## Referencias

- Agarwal, S., Gudi, R., & Saxena, P. (2022). Image Classification Approaches for Segregation of Plastic Waste Based on Resin Identification Code. *Transactions of the Indian National Academy of Engineering*, 7(3), 739-751. <https://doi.org/10.1007/s41403-022-00324-4>
- Ahmad, K. S. (2020). Clearly Hazardous, Obscurely Regulated: Lessons from the Basel Convention on Waste Trade. *AJIL Unbound*, 114, 200-205. <https://doi.org/10.1017/aju.2020.38>
- Aikowe, L. & Mazancová, J. (2021). Plastic Waste Sorting Intentions among University Students. *Sustainability*, 13(14), 7526. <https://doi.org/10.3390/su13147526>
- Ajaj, R., Wisam Abu, J., Hamna, A., & Aqil, E. (2022). A Revision for the Different Reuses of Polyethylene Terephthalate (PET) Water Bottles. *Sustainability*, 14(8), 4583. <https://doi.org/10.3390/su14084583>
- Aleixo, A. M., Leal, S., & Azeiteiro, U. M. (2018). Conceptualization of sustainable higher education institutions, roles, barriers, and challenges for sustainability: An exploratory study in Portugal. *Journal of Cleaner Production*, 172, 1664-1673. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.010>
- Allen, R. D., & James, M. I. (2021). Chemical Recycling of PET. *Circular Economy of Polymers: Topics in Recycling Technologies*, 1391, 61-80. <https://doi.org/doi:10.1021/bk-2021-1391.ch004>
- Allen-Taylor, K. (2022). Correlating the concepts of Corporate Social Responsibility (CSR) and sustainability towards sustainable plastic waste management in Lagos, Nigeria. *Journal of Global Ecology and Environment*, 16(4), 16-25.
- ALPLA (2022). *Sustainability Report 2021 – 2022*. [https://content.alpla.com/global/sustainability/reports/pdf/sustainability\\_report\\_2021-2022\\_spanish.pdf](https://content.alpla.com/global/sustainability/reports/pdf/sustainability_report_2021-2022_spanish.pdf)
- AMCOR (2023). *Sustainability Report 2023*. [https://downloads.ctfassets.net/f7tuyt85vtoa/29MVjX477VXeuEIWKQRINQC/380b1c563728d748b7003a6c6fe48503/Amcor\\_Sustainability\\_Report\\_2023\\_011123\\_Full.pdf](https://downloads.ctfassets.net/f7tuyt85vtoa/29MVjX477VXeuEIWKQRINQC/380b1c563728d748b7003a6c6fe48503/Amcor_Sustainability_Report_2023_011123_Full.pdf)
- Amoah, A., & Addoah, T. (2021). Does environmental knowledge drive pro-environmental behaviour in developing countries? Evidence from households in Ghana. *Environment Development and Sustainability*, 23(2), 2719-2738. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00698-x>
- ANIPAC (2022). *Tercer Informe del Acuerdo Nacional para la Nueva Economía del Plástico en México*. <https://anipac.org.mx/wp-content/uploads/2023/01/TERCER-INFORME-ACUERDO-NACIONAL-1.pdf>
- ANIPAC (2023). *Cuarto Informe del Acuerdo Nacional para la Nueva Economía del Plástico en México*. <https://anipac.org.mx/wp-content/uploads/2023/12/4to-Informe-AN-VERSION-FINAL.pdf>

- Arli, D., Badejo, A., Carlini, J., France, C., Jebarajakirthy, C., Knox, K., Pentecost, R., Perkins, H., Thaichon, P., Sarker, T., & Wright, O. (2020). Predicting intention to recycle on the basis of the theory of planned behaviour. *International Journal of Nonprofit and Voluntary Sector Marketing*, 25(2), e1653. <https://doi.org/10.1002/nvsm.1653>
- Aslani, H., Pashmtab, P., Shaghghi, A., Mohammadpoorasl, A., Taghipour, H., & Zarei, M. (2021). Tendencies towards bottled drinking water consumption: Challenges ahead of polyethylene terephthalate (PET) waste management. *Health promotion perspectives*, 11, 60-68. <https://doi.org/10.34172/hpp.2021.09>
- Awaja, F., & Pavel, D. (2005). Recycling of PET. *European Polymer Journal*, 41(7), 1453-1477. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2005.02.005>
- Ayuntamiento de Mérida. (2024<sup>a</sup>). *Empresas recolectoras de residuos*. <https://www.merida.gob.mx/sustentable/servicio-de-recoleccion-de-basura.php>
- Ayuntamiento de Mérida. (2024<sup>b</sup>). *Ubicaciones de los Puntos Verdes. Última actualización 27 de junio de 2024*. <http://merida.gob.mx/municipio/sitiosphp/sustentable/contenidos/doc/PV-ubicaciones-27jun.pdf>
- Babaei, N. A., Gholamreza., Pari T., Kambiz A. & Mohammad R. (2015). Household recycling knowledge, attitudes and practices towards solid waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 102, 94-100. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.06.014>
- Bałażińska, M., Kruczek, M. & Bondaruk, J. (2021) The environmental impact of various forms of waste PET bottle management, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 28:5, 473-480, <http://doi.org/10.1080/13504509.2020.1865473>
- Barrowclough, D., & Birkbeck, C. D. (2022). Transforming the global plastics economy: the role of economic policies in the global governance of plastic pollution. *Social Sciences*, 11(1), 26. <https://doi.org/10.3390/socsci11010026>
- Bashir, M. J., Jun, Y. Z., Yi, L. J., Abushammala, M. F., Amr, S. S. A., & Pratt, L. M. (2020). Appraisal of student's awareness and practices on waste management and recycling in the Malaysian University's student hostel area. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 22, 916-927. <https://doi.org/10.1007/s10163-020-00988-6>
- Benyathiar, P., Kumar, P., Carpenter, G., Brace, J., & Mishra, D. K. (2022). Polyethylene Terephthalate (PET) Bottle-to-Bottle Recycling for the Beverage Industry: A Review. *Polymers*, 14(12), 2366. <https://doi.org/10.3390/polym14122366>
- BEPENSA (s.f.). *ReQpet*. <https://www.fundacionbepensa.org/linea-de-accion-medio-ambiente/reqpet/>
- Bergmann, M., Arp, H., Almroth, B., Cowger, W., Eriksen, M., Dey, T., Gundogdu, S., Helm, R., Krieger, A., Syberg, K., Tekman, M., Thompson, R., Villarrubia-Gómez, P. Warrier A., & Farrelly, T. (2023). Moving from symptom management to upstream plastics prevention: The

- fallacy of plastic cleanup technology. *One Earth*, 6(11), 1439-1442. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.10.022>.
- Bingaman, J., Kipkoech, G., & Crowley, J. P. (2022). Inoculation & Greenwashing: Defending Against Misleading Sustainability Messaging. *Communication Reports*, 35(3), 135-147. <https://doi.org/10.1080/08934215.2022.2048877>
- Blue Wave Consulting. (2022, noviembre). *Polyethylene-terephthalate PET Resin Market*. <https://www.blueweaveconsulting.com/report/polyethylene-terephthalate-pet-resin-market>
- Botello-Álvarez, J. E., Rivas-García, P., Fausto-Castro, L., Estrada-Baltazar, A., & Gomez-Gonzalez, R. (2018). Informal collection, recycling and export of valuable waste as transcendent factor in the municipal solid waste management: A Latin-American reality. *Journal of Cleaner Production*, 182, 485-495. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.065>
- Braga, S., Martinez, M. P., Correa, C. M., Moura-Leite, R. C., & Da Silva, D. (2019). Greenwashing effect, attitudes, and beliefs in green consumption. *Rausp Management Journal*, 54(2), 226-241. <https://doi.org/10.1108/rausp-08-2018-0070>
- Brown, E., MacDonald, A., Allen, S., & Allen, D. (2023). The potential for a plastic recycling facility to release microplastic pollution and possible filtration remediation effectiveness. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 10, 100309. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100309>
- Bruun, B. (2002). Knowledge, action and pro-environmental behaviour. *Environmental education research*, 8(3), 325-334. <https://doi.org/10.1080/13504620220145474>
- Buelow, S., Lewis, H., & Sonneveld, K. (2010). The role of labels in directing consumer packaging waste. *Management of Environmental Quality: an international journal*, 21(2), 198-213. <https://doi.org/10.1108/14777831011025544>
- Cámara-Creixell, J., & Scheel-Mayenberger, C. (2019). PetStar PET Bottle-to-Bottle Recycling System, a Zero-Waste Circular Economy Business Model. En: Franco-García, ML., Carpio-Aguilar, J., Bressers, H. (Eds) *Towards Zero Waste. Greening of Industry Networks Studies*, 6. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-92931-6\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92931-6_10)
- Carvajal, R., Teijeiro, A. & García, M. 2022. Análisis de la gestión de los residuos sólidos urbanos en Europa. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(1), 402-415. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v14n1/2218-3620-rus-14-01-402.pdf>
- Castagna, A., Casagrande, M., Zeni, A., Girelli, E., Rada, E. C., Ragazzi, M., & Apostol, T. (2013). 3R'S from citizens point of view and their proposal from a case-study. *UPB Sci. Bull*, 75, 253-264. [https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev\\_docs\\_arhiva/full36f\\_359321.pdf](https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/full36f_359321.pdf)
- CICY (2022, noviembre). *Reciclado de PET en Yucatán, puede aumentar con la participación de toda la población*. <https://www.cicy.mx/noticias-y-eventos/boletin-17-reciclado-del-pet-en-yucatan-puede-aumentar-con-la-corresponsabilidad-de-toda-la-poblacion-cicy>

- Cervantes, J. & Palacios, L. (2012). El trabajo en la pepena informal en México: nuevas realidades, nuevas desigualdades. *Estudios demográficos y urbanos*, 27(1), 95-117. <https://doi.org/10.24201/edu.v27i1.1406>
- Chamas, A., Moon, H., Zheng, J., Qiu, Y., Tabassum, T., Jang, J. H., Abu-Omar, M., Scott, S., & Suh, S. (2020). Degradation Rates of Plastics in the Environment. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8(9), 3494-3511. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06635>
- Chung, C.-H., Chiu, D.K.W., Ho, K.K.W. & Au, C.H. (2020), "Applying social media to environmental education: is it more impactful than traditional media?", *Information Discovery and Delivery*, 48, 4 (255-266) <https://doi.org/10.1108/IDD-04-2020-0047>
- Cinquetti, H. C., & Carvalho, L. M. (2007). Teaching and learning about solid waste: aspects of content knowledge. *Environmental Education Research*, 13(5), 565-577. <https://doi.org/10.1080/13504620701712449>
- Coelho, T. M., Castro, R., & Gobbo, J. A. (2011). PET containers in Brazil: Opportunities and challenges of a logistics model for post-consumer waste recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(3), 291-299. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.10.010>
- Cowger, W., Willis, K. A., Bullock, S., Conlon, K., Emmanuel, J., Erdle, L. M., ... y Wang, M. (2024). Global producer responsibility for plastic pollution. *Science Advances*, 10(17), eadj8275. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adj8275>
- Crawford, R. J., & Martin, P. J. (2020). *Plastics engineering*. Butterworth-Heinemann.
- Creswell, J. (1998). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions*. Sage Publications, Inc.
- Dauvergne, P. (2018). Why is the global governance of plastic failing the oceans?. *Global Environmental Change*, 51, 22-31. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.05.002>
- Dauvergne, P. (2023). Governing plastics: The power and importance of activism in the global South. *Environmental Science & Policy*, 147, 147-153. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.06.011>
- De Jong, M. D. T., Harkink, K. M., & Barth, S. (2018). Making Green Stuff? Effects of Corporate Greenwashing on Consumers. *Journal of Business and Technical Communication*, 32(1), 77-112. <https://doi.org/10.1177/1050651917729863>
- De Marchi, E., Pigliafreddo, S., Banterle, A., Parolini, M., & Cavaliere, A. (2020). Plastic packaging goes sustainable: An analysis of consumer preferences for plastic water bottles. *Environmental Science & Policy*, 114, 305-311. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.08.014>
- Diana, Z., Reilly, K., Karasik, R., Vegh, T., Wang, Y., Wong, Z., Dunn, L., Blasiak, R., Dynphy-Daly, M., Rittshof, D., Vermeer, D., Pickle, A., & Virdin, J. (2022). Voluntary commitments made by the world's largest companies focus on recycling and packaging over other actions to address the plastics crisis. *One Earth*, 5(11), 1286-1306. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.10.008>

- Dilixiati, D., Suzuki, S., Yoshida, H., & Takahashi, F. (2022). A case study of unwillingness toward PET bottle recycling behaviors - a new contingent valuation approach which requests only simple comparison of perceptive stimuli. *Resources, Conservation and Recycling*, 189, 106746. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106746>
- Dixon, J., & Parker, J. (2022). Don't be a waster! Student perceptions of recycling strategies at an English University's halls of residence. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(3), 461-477. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-10-2020-0383>
- Dong, X., Song, J., & Duan, H. (2022). Prioritizing countries for implementing waste recycling under socioeconomic supports. *Journal of Environmental Management*, 322, 116158. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116158>
- ECOCE (2024, abril). *Cifras y estadísticas*. [https://www.ecoce.mx/cifras\\_y\\_estadisticas](https://www.ecoce.mx/cifras_y_estadisticas)
- Egun, N. K., & Evbayiro, O. J. (2020). Beat the plastic: an approach to polyethylene terephthalate (PET) bottle waste management in Nigeria. *Waste disposal & sustainable energy*, 2(4), 313-320. <https://doi.org/10.1007/s42768-020-00052-x>
- ENDUITH (2023) Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/endutih/2023/>
- Eng, N., DiRusso, C., Troy, C. L., Freeman, J. T., Liao, M. Q., & Sun, Y. (2021). 'I had no idea that greenwashing was even a thing': identifying the cognitive mechanisms of exemplars in greenwashing literacy interventions. *Environmental Education Research*, 27(11), 1599-1617. <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.1976732>
- Gambino, I., Bagordo, F., Coluccia, B., Grassi, T., Filippis, G. D., Piscitelli, P., Galante, B., & De Leo, F. (2020). PET-Bottled Water Consumption in View of a Circular Economy: The Case Study of Salento (South Italy). *Sustainability*, 12(19), 7988. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/19/7988>
- Gerassimidou, S., Lanska, P., Hahladakis, J. N., Lovat, E., Vanzetto, S., Geueke, B., Groh, K., Muncke, J., Maffini, M., Martin, O., & Iacovidou, E. (2022). Unpacking the complexity of the PET drink bottles value chain: A chemicals perspective. *Journal of Hazardous Materials*, 430, 128410. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128410>
- Geiger, S. M., Geiger, M., & Wilhelm, O. (2019). Environment-Specific vs. General Knowledge and Their Role in Pro-environmental Behavior. *Frontiers in Psychology*, 10, Article 718. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00718>
- Geyer, R., Kuczenski, B., Zink, T., & Henderson, A. (2016). Common misconceptions about recycling. *Journal of Industrial Ecology*, 20(5), 1010-1017. <https://doi.org/10.1111/jiec.12355>
- Geyer, R., Jambeck J., y Lavender, L. (2017) Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances* 3(7):1–5. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

- Gibson, E. (1988). Exploratory behaviour in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. *Annal Review's Psychology*, 39,1-41.
- DOF (2023). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2003. Última reforma Diario Oficial de la Federación 8 de mayo de 2023, (México). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>
- DOGEY (2019). Plan Estatal de Desarrollo de Yucatán 2018 – 2014. Diario Oficial 30 de marzo de 2019, (México). [https://www.yucatan.gob.mx/docs/transparencia/ped/2018\\_2024/2019-03-30\\_2.pdf](https://www.yucatan.gob.mx/docs/transparencia/ped/2018_2024/2019-03-30_2.pdf)
- DOGEY (2021). Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán (LGIREY). Reformada, Diario Oficial 5 de julio de 2021. <https://www.poderjudicialyucatan.gob.mx/digestum/marcoLegal/02/2012/DIGESTUM02102.pdf>
- DOGEY (2021). Reglamento de la Ley para la Gestión Integral de los Residuos del Estado de Yucatán, (RLGIREY). Diario Oficial 30 de abril 2021. <https://www.poderjudicialyucatan.gob.mx/digestum/marcoLegal/05/2012/DIGESTUM05081.pdf>
- DOGEY (2023). Sistema Intermunicipal de Gestión de Residuos Sólidos - Zona Metropolitana de Mérida (SIGER). Diario Oficial 2 de mayo de 2023. [https://www.yucatan.gob.mx/docs/diario\\_oficial/diarios/2023/2023-05-02\\_1.pdf](https://www.yucatan.gob.mx/docs/diario_oficial/diarios/2023/2023-05-02_1.pdf)
- Gobierno del Estado de Yucatán. (2024, mayo). *Implementación de la Red de Universidades Sustentables*. [https://www.yucatan.gob.mx/ciudadano/ver\\_programa.php?id=62](https://www.yucatan.gob.mx/ciudadano/ver_programa.php?id=62)
- Guevara-García, V. & Montiel-Corona, G. (2015). Pushing Mexico to a recycling culture. En G. José (Ed.), *Mexico in Focus. Political, Environmental and Social Issues*, pp. 141-176. Nova Science Publishers.
- Hanks, L., Zhang, L., Line, N., & McGinley, S. (2016). When less is more: Sustainability messaging, destination type, and processing fluency. *International Journal of Hospitality Management*, 58, 34-43. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2016.07.002>
- Harmawati, H., & DS, Y. N (2020). Effectiveness of Activities 3R (Reuse, Reduce, Recycle) in Improving the Ecoliteracy of Students in Elementary School. *International Conference on Elementary Education*, 2(1), 1149-1156. <http://proceedings.upi.edu/index.php/icee/article/view/727>
- Harmon-Jones, E., & Mills, J. (2019). An introduction to cognitive dissonance theory and an overview of current perspectives on the theory. In *Cognitive dissonance: Reexamining a pivotal theory in psychology*, 2nd ed. (pp. 3-24). *American Psychological Association*. <https://doi.org/10.1037/0000135-001>

- Harring, N., Jagers, S. C., & Nilsson, F. (2019). Recycling as a large-scale collective action dilemma: A cross-country study on trust and reported recycling behavior. *Resources, Conservation and Recycling*, 140, 85-90. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.008>
- Heidbreder, L. M., Bablok, I., Drews, S., & Menzel, C. (2019). Tackling the plastic problem: A review on perceptions, behaviors, and interventions. *Science of the Total Environment*, 668, 1077-1093. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.437>
- Helm, L., Murphy, E., McGivern, A. & Borrelle, S. (2023). Impacts of plastic waste management strategies. *Environmental Reviews*. 31(1): 45-65. <https://doi.org/10.1139/er-2021-0117>
- Henriksson, G., Åkesson, L., & Ewert, S. (2010). Uncertainty regarding waste handling in everyday life. *Sustainability*, 2(9), 2799-2813. <https://doi.org/10.3390/su2092799>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. (Sexta ed.). McGraw Hill.
- Ho, K., Takagi, T., Ye, S., Au, C., & Chiu, D. (2018). The Use of Social Media for Engaging People with Environmentally Friendly Lifestyle: A Conceptual Model. *Pre-ICIS Workshop Proceedings 2018*. 2. [https://aisel.aisnet.org/sprouts\\_proceedings\\_siggreen\\_2018/2](https://aisel.aisnet.org/sprouts_proceedings_siggreen_2018/2)
- Holmberg, K., & Persson, S. (2023). Keep plastics on a tight leash: Swedish public opinion on plastic policies. *Environmental Science & Policy*, 141, 109-116. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.01.005>
- Horodytska, O., Cabanes, A., & Fullana, A. (2022). Plastic Waste Management: Current Status and Weaknesses. In F. Stock, G. Reifferscheid, N. Brennholt, & E. Kostianaia (Eds.), *Plastics in the Aquatic Environment - Part I: Current Status and Challenges* (pp. 289-306). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-93-985-4019-4\\_408](https://doi.org/10.1007/978-93-985-4019-4_408)
- INEGI (2020, abril). *Yucatán. Información por entidad*. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/yuc/poblacion/default.aspx?tema=me&e=31>
- INEGI (2023, junio). Estadísticas a propósito del Día Internacional de la Juventud. Datos nacionales. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2023/EAP\\_JUV23.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2023/EAP_JUV23.pdf)
- Iraguha, F., Handono-Ramelan, A., & Setyono, P. (2022). Assessment of current solid waste management practices, community perceptions, and contributions in the City of Kigali, Rwanda. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1016(1), 012056. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1016/1/012056>
- Jang, Y.-C., Lee, G., Kwon, Y., Lim, J.-h., & Jeong, J.-h. (2020). Recycling and management practices of plastic packaging waste towards a circular economy in South Korea. *Resources, Conservation and Recycling*, 158, 104798. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104798>

- Janoušková, S., Teplý, P., Fatka, D., Teplá, M., Cajthaml, T. & Hák, T. (2020). Microplastics. How and What Do University Students Know about the Emerging Environmental Sustainability Issue?. *Sustainability* 12(21):9220. <https://doi.org/10.3390/su12219220>
- Jibril, J. D., Sipan, I. B., Sapri, M., Shika, S. A., Isa, M., & Abdullah, S. (2012). 3R s critical success factor in solid waste management system for higher educational institutions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 65, 626-631 <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.175>
- Kaza, S., Yao, L.C., Bhada-Tata, P. & Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development. World Bank, Washington DC. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Kibria, M. Masuk, N., Safayet, R. Quoc, H. & Mourshed, M. (2023). Plastic Waste: Challenges and opportunities to mitigate pollution and effective management. *International Journal of Environmental Research* 17, 20. <https://doi.org/10.1007/s41742-023-00507-z>
- Korhonen, V., Jokinen, S. & Joutsela, M. (2014). Findings of the Finnish LOHASPAC Study 2011- (2014). *Association of Packaging Technology and Research*, 29-41. [https://ptr.fi/Raportit/lohaspack\\_project\\_report\\_2014.pdf](https://ptr.fi/Raportit/lohaspack_project_report_2014.pdf)
- Kumar, R., Verma, A., Shome, A., Sinha, R., Sinha, S., Jha, P. K., & Vara Prasad, P. V. (2021). Impacts of Plastic Pollution on Ecosystem Services, Sustainable Development Goals, and Need to Focus on Circular Economy and Policy Interventions. *Sustainability*, 13(17), 9963. <https://doi.org/10.3390/su13179963>
- Küppers, B., Chen, X., Seidler, I., Friedrich, K., Raulf, K., Pretz, T., Feil, A., Pomberger, R., & Vollprecht, D. (2019). Influences and consequences of mechanical delabelling on pet recycling. *Detritus*, 6, 1. <https://doi.org/10.31025/2611-4135/2019.13816>
- La Fuente, C. I., Tribst, A. A., & Augusto, P. E. (2022). Knowledge and perception of different plastic bags and packages: A case study in Brazil. *Journal of Environmental Management*, 301, 113881. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113881>
- Lara, O.H., Spalding, M.J., Navarrete, A.H., Park, C.A. y Braestrup, A. (2022). The Current State of Law on Plastic Pollution in Mexico and a View Toward the Future. In: Stock, F., Reifferscheid, G., Brennholt, N., Kostianaia, E. (eds) *Plastics in the Aquatic Environment - Part II*. The Handbook of Environmental Chemistry, 112. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-69820-0\\_518](https://doi.org/10.1007/978-3-030-69820-0_518)
- Larrán, J., Herrera J., Calzado, M. y Andrades, F. (2015). An approach to the implementation of sustainability practices in Spanish universities. *Journal of Cleaner Production*, 106, 34-44. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.035>
- Lawson, A. (2000). How do humans acquire knowledge? And what does that imply about the nature of knowledge?. *Science & Education* 9, 577–598.



- Lee, C., Jang, Y.-C., Choi, K., Kim, B., Song, H., & Kwon, Y. (2024). Recycling, Material Flow, and Recycled Content Demands of Polyethylene Terephthalate (PET) Bottles towards a Circular Economy in Korea. *Environments*, 11(2), 25. <https://www.mdpi.com/2076-3298/11/2/25>
- Li, H. Q., Aguirre-Villegas, H. A., Allen, R. D., Bai, X. L., Benson, C. H., Beckham, G. T., & Huber, G. W. (2022). Expanding plastics recycling technologies: chemical aspects, technology status and challenges. *Green Chemistry*. <https://doi.org/10.1039/d2gc02588d>
- Line, N. D., Hanks, L., & Zhang, L. (2016). Sustainability communication: The effect of message construals on consumers' attitudes towards green restaurants. *International Journal of Hospitality Management*, 57, 143-151. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2016.07.001>
- Liobikiene, G., & Poskus, M. S. (2019). The Importance of Environmental Knowledge for Private and Public Sphere Pro-Environmental Behavior: Modifying the Value-Belief-Norm Theory. *Sustainability*, 11(12), 3324. <https://doi.org/10.3390/su11123324>
- Liu, T., Xu, P., Huang, D., Lu, B., Zhen, Z., Zheng, W., Dong, Y., Li, X., & Ji, J. H. (2023). Enhanced degradation of poly (ethylene terephthalate) by the addition of lactic acid/glycolic acid: composting degradation, seawater degradation behavior and comparison of degradation mechanism. *Journal of Hazardous Materials*, 446, 130670. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.130670>
- Mah, A. (2021). Future-proofing capitalism: the paradox of the circular economy for plastics. *Global Environmental Politics*, 21(2), 121-142. [https://doi.org/10.1162/glep\\_a\\_00594](https://doi.org/10.1162/glep_a_00594)
- Márquez-González, A., Ramos, M. E., & Mondragón, V. (2013). Percepción ciudadana del manejo de residuos sólidos municipales: El caso Riviera Nayarit. *Región y sociedad*, 25(58), 87-121. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-39252013000300004&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-39252013000300004&script=sci_abstract&tlng=pt)
- Matsui, Y., Tanaka, M., & Ohsako, M. (2007). Study of the effect of political measures on the citizen participation rate in recycling and on the environmental load reduction. *Waste Management*, 27(8), S9-S20. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.02.014>
- Mian, M. M., Zeng, X., Nasry, A. a. N. B., & Al-Hamadani, S. M. Z. F. (2017). Municipal solid waste management in China: a comparative analysis. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 19(3), 1127-1135. <https://doi.org/10.1007/s10163-016-0509-9>
- Milios, L., Davani, A. E., & Yu, Y. (2018). Sustainability Impact Assessment of Increased Plastic Recycling and Future Pathways of Plastic Waste Management in Sweden. *Recycling*, 3(3), Article 33. <https://doi.org/10.3390/recycling3030033>
- Miller, S. (2020). Five Misperceptions Surrounding the Environmental Impacts of Single-Use Plastic. *Environmental Science & Technology*, 54(22), 14143-14151. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c05295>

- Mkhonto, B., y Mnguni, L. (2021). The Impact of a Rural School-Based Solid Waste Management Project on Learners' Perceptions, Attitudes and Understanding of Recycling. *Recycling*, 6(4), 71. <https://www.mdpi.com/2313-4321/6/4/71>
- Muniandy, G. & Anuar, M. (2020). Determinants of academicians recycling behaviour. *Management Science Letters*, 10, 1597-1606. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2019.12.007>
- Muñoz-Cadena, C., & Sánchez-Molina, F. J. (2008). Percepción y aplicación de la Ley de Residuos Sólidos del DF en su fase de recolección en una colonia de la Ciudad de México. *Investigación Universitaria Multidisciplinaria: Revista de Investigación de la Universidad Simón Bolívar*, (7), 4.
- NAPCOR (2018) *Life cycle impacts for post-consumer recycled resins: PET, HDPE and PP*. <https://napcor.com/wp-content/uploads/2020/05/LCA-2018-APR-Recycled-Resin-Report.pdf>
- NAPCOR (2020a). *The Environmental Benefits of PET Recycling*. [https://napcor.com/wp-content/uploads/2020/09/VPET\\_RPET-LCA-Infographic-1.pdf](https://napcor.com/wp-content/uploads/2020/09/VPET_RPET-LCA-Infographic-1.pdf)
- NAPCOR (2020b). *Cradle-to-resin life cycle analysis of polyethylene terephthalate resin*. Frankling Associates. <https://napcor.com/wp-content/uploads/2020/05/Final-Revised-Virgin-PET-Resin-LCA.pdf>
- Nemat, B., Razzaghi, M., Bolton, K., & Rousta, K. (2022). Design affordance of plastic food packaging for consumer sorting behavior. *Resources, Conservation and Recycling*, 177, 105949. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105949>
- Nemes, N., Scanlan, S. J., Smith, P., Smith, T., Aronczyk, M., Hill, S., & Stabinsky, D. (2022). An Integrated Framework to Assess Greenwashing. *Sustainability*, 14(8), Article 4431. <https://doi.org/10.3390/su14084431>
- Niño Torres, Á. M., Trujillo González, J. M., & Niño Torres, A. P. (2017). Gestión de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Villavicencio. Una mirada desde los grupos de interés: empresa, estado y comunidad. *Luna azul*, (44), 177-187. <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.44.11>
- Núñez-Cacho, P., Leyva-Díaz, J. C., Sánchez-Molina, J., & Van der Gun, R. (2020). Plastics and sustainable purchase decisions in a circular economy: The case of Dutch food industry. *PLoS ONE*, 15(9), e0239949. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239949>
- O'Brien, K., Selboe, E., & Hayward, B. M. (2018). Exploring youth activism on climate change: dutiful, disruptive, and dangerous dissent. *Ecology and Society*, 23(3), Article 42. <https://doi.org/10.5751/es-10287-230342>
- Oke, A., & Kruijssen, J. (2016). The importance of specific recycling information in designing a waste management scheme. *Recycling*, 1(2), 271-285. <https://doi.org/10.3390/recycling1020271>
- Olaguez-Torres, E., Espino-Román, P., Acosta-Pérez, K., & Méndez-Barceló, A. (2019). Plan de Acción a Partir de la Percepción en Estudiantes de la Universidad Politécnica de Sinaloa ante

- el Reciclaje de Residuos Sólidos y la Educación Ambiental. *Formación universitaria*, 12(3), 3-14. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000300003>
- Otto, S., Strenger, M., Maier-Nöth, A., & Schmid, M. (2021). Food packaging and sustainability—Consumer perception vs. correlated scientific facts: A review. *Journal of Cleaner Production*, 298, 126733. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126733>
- OECD (2024). *Plastic waste by end-of-life fate – projections*. [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=PLASTIC\\_WASTE\\_V2\\_2](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=PLASTIC_WASTE_V2_2)
- Ortiz, S. (2024). Valorización y aprovechamiento de los residuos de bolsas plásticas en planes de manejo bajo el principio de responsabilidad compartida. Tesis de maestría. Instituto de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000851078/3/0851078.pdf>
- Otzen, T. & Manterola C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1):227-232. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Owens, K. A., & Conlon, K. (2021). Mopping up or turning off the tap? Environmental injustice and the ethics of plastic pollution. *Frontiers in Marine Science*, 8, 1227. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.713385>
- Owojori, O. M., Mulaudzi, R., & Edokpayi, J. N. (2022). Student’s Knowledge, Attitude, and Perception (KAP) to Solid Waste Management: A Survey towards a More Circular Economy from a Rural-Based Tertiary Institution in South Africa. *Sustainability*, 14(3), 1310. <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/3/1310>
- Pal, M. S., & Bhatia, M. (2022). Current status, topographical constraints, and implementation strategy of municipal solid waste in India: a review. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(12), 1176. <https://doi.org/10.1007/s12517-022-10414-w>
- Parguel, B., Benoit-Moreau, F., & Russell, C. A. (2015). Can evoking nature in advertising mislead consumers? The power of ‘executional greenwashing’. *International Journal of Advertising*, 34(1), 107-134. <https://doi.org/10.1080/02650487.2014.996116>
- Passafaro, P., & Livi, S. (2017). Comparing determinants of perceived and actual recycling skills: The role of motivational, behavioral and dispositional factors. *The Journal of Environmental Education*, 48(5), 347–356. <https://doi.org/10.1080/00958964.2017.1320961>
- PetStar. (2022, diciembre). *Informe de sustentabilidad 2022*. <https://www.petstar.mx/wp-content/uploads/2023/11/informe-de-sustentabilidad-petstar-2022-interactivo.pdf>
- Pickard, S.; Bowman, B. Arya, D. (2022). Youth and environmental activism. In Grasso, M., & Giugni, M. (Eds.). (2022). *The Routledge Handbook of Environmental Movements* (1st ed.) (pp. 521-537). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367855680>
- Plastics Europe. (2022, diciembre). *Plastics The Facts 2022*. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>

- Plastics Europe. (2023, agosto). *Plastics The Fast Facts 2023*. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2023/>
- Pothitou, M., Hanna, R. F., & Chalvatzis, K. J. (2016). Environmental knowledge, pro-environmental behaviour and energy savings in households: An empirical study. *Applied Energy*, 184, 1217-1229. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.06.017>
- Raab, P., & Bogner, F.X. (2021). Conceptions of university students on microplastics in Germany. *PLoS ONE* 16(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.025773>
- Ragusa, A.T., & Crampton, A. (2016). To Buy or not to Buy? Perceptions of Bottled Drinking Water in Australia and New Zealand. *Human Ecology*, 44, 565–576. <https://doi.org/10.1007/s10745-016-9845-6>
- Razaq, S., Bashir, M. K., Ashfaq, M., Mahboob, M. H., Humayon, A. A., & Kan, M. (2023). Perception of people regarding recycling of household waste and willingness to be involved in waste management: a case study of Faisalabad. *International Journal of Environment and Waste Management*, 32(4), 442-454. <https://doi.org/10.1504/IJEW.2023.134506>
- Reed, M. R., & Wang-Ting, C. (2022). Plastics Crash Course: A Website for Teaching Plastics Recycling and Microplastics Prevention through Infographics. *Recycling*, 7(5), 65. <https://doi.org/10.3390/recycling7050065>
- Reijonen, H., Bellman, S., Murphy, J., & Kokkonen, H. (2021). Factors related to recycling plastic packaging in Finland's new waste management scheme. *Waste Management*, 131, 88-97. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.05.034>
- Rhein, S., & Sträter, K. F. (2021). Corporate self-commitments to mitigate the global plastic crisis: Recycling rather than reduction and reuse. *Journal of Cleaner Production*, 296, 126571. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126571>
- Roy, D., Berry, E. & Dempster, M. (2022). "If it is not made easy for me, I will just not bother". A qualitative exploration fo the barriers and facilitators to recycling plastic. *PLoS ONE*, 17(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267284>
- Sanz, J. (1999). El concepto de responsabilidad compartida y el principio de subsidiariedad en el derecho ambiental. *Anuario da Facultade de Dereito da Universidade da Coruña*, 3, 559 - 582. <https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/2026/AD-3-25.pdf>
- SEMARNAT (2020). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos (DBGIR). <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/555093/DiagnosticoBasicoGestionIntegralResiduosF.pdf.pdf>
- SEMARNAT (2023). *Inventario Nacional de Fuentes de Contaminación Plástica*. [https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/publicaciones/2023/NFCP\\_2023.pdf](https://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/publicaciones/2023/NFCP_2023.pdf)

- Serratos, F. 2020. *El capitaloceno: una historia radical de la crisis climática*. UNAM, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial.
- Schlitz, N. (2020). Environmental change and the informal plastic recycling networks of Kolkata. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 41(3), 450-467. <https://doi.org/10.1111/sjtg.12324>
- Schmidt, S., Laner, D., Van Eygen, E., & Stanisavljevic, N. (2020). Material efficiency to measure the environmental performance of waste management systems: A case study on PET bottle recycling in Austria, Germany and Serbia. *Waste Management*, 110, 74-86. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.05.011>
- Schmuck, D., Jor, M., Brigitt, N., & Maren, B. (2017). The Effects of Environmental Brand Attributes and Nature Imagery in Green Advertising. *Environmental Communication*, 12 (3), 414–429. <https://doi.org/10.1080/17524032.2017.1308401>
- Schmuck, D., Matthes, J., & Naderer, B. (2018). Misleading Consumers with Green Advertising? An Affect–Reason–Involvement Account of Greenwashing Effects in Environmental Advertising. *Journal of Advertising*, 47(2), 127-145. <https://doi.org/10.1080/00913367.2018.1452652>
- Sicotte, D. M. (2020). From cheap ethane to a plastic planet: Regulating an industrial global production network. *Energy Research & Social Science*, 66, 101479. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101479>
- Soares, J., Miguel, I., Venancio, C., Lopes, I., & Oliveira, M. (2021). Public views on plastic pollution: Knowledge, perceived impacts, and pro-environmental behaviours. *Journal of Hazardous Materials*, 412, 125227. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125227>
- Stephens, J.C., Hernandez, M.E., Román, M., Graham, A.C. & Scholz, R.W. (2008). "Higher education as a change agent for sustainability in different cultures and contexts", *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9, (3), 317-338. <https://doi.org/10.1108/14676370810885916>
- Stern, P. (2000). Toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of Social Issues*, 56, 407–424. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00175>
- Taniguchi, I., Yoshida, S., Hiraga, K., Miyamoto, K., Kimura, Y., & Oda, K. (2019). Biodegradation of PET: Current Status and Application Aspects. *Acs Catalysis*, 9(5), 4089-4105. <https://doi.org/10.1021/acscatal.8b05171>
- Thomas, J., Patil, R.S., Patil, M. & John, J. (2023). Addressing the Sustainability Conundrums and Challenges within the Polymer Value Chain. *Sustainability*, 15, 15758. <https://doi.org/10.3390/su152215758>
- Tonglet, M., Phillips, P. S., & Read, A. D. (2004). Using the theory of planned behaviour to investigate the determinants of recycling behaviour: a case study from Brixworth, UK.

- Resources Conservation and Recycling*, 41(3), 191-214.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2003.11.001>
- UNU INWEH (2023). *Global Bottle Water Industry: A review of impacts and trends*. UNU-INWEH Reports. <http://dx.doi.org/10.53328/AGYM7357>
- UAM (2021). La pandemia cambió los patrones de consumo y la cantidad de basura plástica. *Comunicación social*, 347. <https://www.comunicacionsocial.uam.mx/boletinesuam/347-21.html>
- Valente, C. & Guevara, J. (2019). El papel de los pepenadores de materiales reciclables en la gestión de residuos sólidos: los casos de Brasil y México. *Revista legislativa de estudios sociales y de opinión pública*, 12(24), 87-114.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6980074>
- Vicente-Molina, M. A., Fernandez-Sainz, A., & Izagirre-Olaizola, J. (2013). Environmental knowledge and other variables affecting pro-environmental behaviour: comparison of university students from emerging and advanced countries. *Journal of Cleaner Production*, 61, 130-138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.05.015>
- Villegas, M., y González, F. (2005). La construcción del conocimiento por parte de estudiantes de educación superior: Un caso de futuros docentes. *Perfiles educativos*, 27(109-110), 117-139. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-26982005000200006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982005000200006&lng=es&tlng=es)
- Vinyals, A. (2016). El consumidor consciente. Análisis de factores psicosociales implicados en el consume sostenible, a partir del estudio de miembros de cooperativas de consumo agroecológico. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. [https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2016/hdl\\_10803\\_393998/avir1de3.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2016/hdl_10803_393998/avir1de3.pdf)
- Welle, F. (2011). Twenty years of PET bottle to bottle recycling—An overview. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 865-875.  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.04.009>
- Wendlandt, A. T., Camarena, J. L., Celaya-Figueroa, R., & Garduño-Realivazquez, K. A. (2022). Measuring sustainable development knowledge, attitudes, and behaviors: evidence from university students in Mexico. *Environment, Development and Sustainability*, 24(1), 765-788. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01467-0>
- Wichai-Utcha, N., Chavalparit, O. (2019). 3Rs Policy and plastic waste management in Thailand. *J Mater Cycles Waste Management* 21, 10–22. <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0781-y>
- Willis, B., & Fytianos, G. (2022). Towards microplastic reduction within institutions. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(8), 337. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05790-8>
- Worrel, E. & Reuter, M. (2014). *Handbook of recycling: state-of-the-art for practitioners, analysts, and scientists*. ELSEVIER.

Zapata-Bravo, A., Vieira-Escobar, V., Zapata-Domínguez, A., & Rodríguez-Ramírez, A. (2021). The Circular Economy of PET bottles in Colombia. *Cuadernos de Administración*, 37(70), e2310912. <https://doi.org/10.25100/cdea.v37i70.10912>

Zhang, R., Ma, X., Shen, X., Zhai, Y., Zhang, T., Ji, C., & Hong, J. (2020). PET bottles recycling in China: An LCA coupled with LCC case study of blanket production made of waste PET bottles. *Journal of Environmental Management*, 260, 110062. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.110062>

Zink, T., & Geyer, R. (2019). Material Recycling and the Myth of Landfill Diversion. *Journal of Industrial Ecology*, 23(3), 541-548. <https://doi.org/10.1111/jiec.12808>

Zsóka, Á., Szerényi, Z. M., Széchy, A., & Kocsis, T. (2013). Greening due to environmental education? Environmental knowledge, attitudes, consumer behavior and everyday pro-environmental activities of Hungarian high school and university students. *Journal of Cleaner Production*, 48, 126-138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.030>

## Anexos

### A. Cuestionario aplicado a los estudiantes



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS  
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
UNIDAD MÉRIDA  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA HUMANA

1. Sexo: Mujer\_\_\_\_ Hombre\_\_\_\_. Edad: \_\_\_\_ 3. Lugar de origen \_\_\_\_\_ 4. ¿Cuánto tiempo llevas viviendo en Mérida? \_\_\_\_\_ 5. Universidad: \_\_\_\_\_ 6. Carrera: \_\_\_\_\_ 7. Semestre: \_\_\_\_\_

**El PET (Tereftalato de Polietileno) es un tipo de polímero (mejores conocidos como plásticos) derivado del petróleo, que se emplea en el envasado y empaçado de alimentos como: agua embotellada, bebidas carbonatadas, jugos, charolas, bolsas, entre otros.**

8. ¿Cuántas botellas de PET estimas que consumes a la semana?

a) Entre 1 y 2    b) Entre 3 y 5    c) Entre 6 y 10    d) Más de 10 e) ninguna

9. ¿Cuál o cuáles son las razones principales por las que consumes botellas de PET?

---

10. ¿Cuál crees que es el destino final más común para la basura de PET?

---

11. ¿Qué entiendes por reciclaje de plásticos?

---



---

12. ¿Conoces alguna etapa o proceso relacionados a cómo ocurre el reciclaje de PET?

---



---

13. ¿Has visto estos símbolos en tus productos plásticos? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

14. ¿Sabes lo que significan?



| a) Sí ¿Qué significan? | b) No ¿Qué crees que signifiquen? |
|------------------------|-----------------------------------|
|                        |                                   |

|  |  |
|--|--|
| 15. ¿Cuánto tiempo crees que le toma a una botella de PET degradarse en el ambiente? | 17. ¿Qué productos crees que se hacen con el PET que se recicla?       |
| 16. ¿Cuántas veces crees que sea posible reciclar una botella?                       | 18. ¿Qué porcentaje de plásticos crees que se recicla a nivel mundial? |

19. ¿Sabes si en Yucatán existe una planta de reciclaje PET?

|                        |  |
|------------------------|--|
| a) Sí ¿dónde se ubica? | b) No ¿crees que exista alguna? Sí____No____ ¿Por qué? |
|------------------------|--|

20. ¿Dónde has obtenido tu información sobre reciclaje?



a) Publicidad en los productos que consumo, b) Redes sociales e internet, c) Televisión/Radio, d) Escuela, e) Conocidos/amistades/familia f) Publicidad en la calle, g) Otro: \_\_\_\_\_

21. ¿Te parece suficiente la información que hay sobre reciclaje? Sí \_\_\_\_ No \_\_\_\_ ¿Por qué?

---

---

22. ¿Qué tanta influencia crees que tiene la publicidad sobre el reciclaje de plásticos en tus hábitos de consumo y tu manera de manejar tu basura? a) Mucha b) Más o menos c) Poca d) Muy poca e) Nada ¿Por qué?

---

---

23. ¿Quién consideras que se debería responsabilizar principalmente del manejo de residuos PET? ¿Por qué?

---

---

24. ¿Sabes algo sobre lo que hace el ayuntamiento de Mérida con relación a la basura de PET? No \_\_\_\_\_ Sí \_\_\_\_\_ ¿Qué?

---

25. ¿Separas tus residuos en casa? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

26. ¿Cómo describirías el manejo que haces de tu basura en tu casa?

|                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Separación (Sólo si la lleva a cabo) | Clasificación de plásticos (símbolos) |
| Proceso                              | Recolección                           |

27. Cuando estás en la calle, ¿qué haces con la basura de tus envases de PET ya que los utilizaste?

---

---

28. ¿Has escuchado o visto algo sobre el sistema de acopio de residuos “PUNTO VERDE” en la ciudad de Mérida?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

29. ¿Haces uso de algún Punto Verde? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_, ¿Por qué?

---

---

|           |            |
|-----------|------------|
| Distancia | Frecuencia |
|-----------|------------|

**B. Contenedores de disposición de residuos y PET en los planteles visitados.**

- a) U. Marista, b) U. Anáhuac Mayab, c) U. Modelo, d) ENES UNAM, e) Tecnológico de Mérida  
f) UADY CCBA, g) UADY F. Ingeniería



**C. URL de los perfiles de egreso y planes de estudio de las carreras seleccionadas**

| <b>Universidad</b>   | <b>Programa educativo</b>            | <b>URL</b>   |
|--|--------------------------------------|--|
| Marista  | Administración en recursos naturales | Perfil de egreso y plan de estudios:<br><a href="https://www.marista.edu.mx/licenciatura/administracion-de-recursos-naturales">https://www.marista.edu.mx/licenciatura/administracion-de-recursos-naturales</a>  |
| Anáhuac Mayab  | Ingeniería ambiental                 | Perfil de egreso:<br><a href="https://merida.anahuac.mx/licenciaturas/ingenieria-y-ciencias-exactas/ingenieria-ambiental">https://merida.anahuac.mx/licenciaturas/ingenieria-y-ciencias-exactas/ingenieria-ambiental</a><br>Plan de estudios:<br><a href="https://merida.anahuac.mx/hubfs/licenciaturas/plan-de-estudios/plan-de-estudios-ingenieria-ambiental.pdf?hsLang=es-mx">https://merida.anahuac.mx/hubfs/licenciaturas/plan-de-estudios/plan-de-estudios-ingenieria-ambiental.pdf?hsLang=es-mx</a>   |
|  | Ingeniería en energías sustentables  | Perfil de egreso:<br><a href="https://merida.anahuac.mx/licenciaturas/ingenieria-y-ciencias-exactas/ingenieria-en-energias-sustentables">https://merida.anahuac.mx/licenciaturas/ingenieria-y-ciencias-exactas/ingenieria-en-energias-sustentables</a><br>Plan de estudios:<br><a href="https://merida.anahuac.mx/hubfs/licenciaturas/plan-de-estudios/plan-de-estudios-ingenieria-en-energias-sustentables.pdf?hsLang=es-mx">https://merida.anahuac.mx/hubfs/licenciaturas/plan-de-estudios/plan-de-estudios-ingenieria-en-energias-sustentables.pdf?hsLang=es-mx</a> |
| Modelo   | Bioconstrucción y diseño sustentable | Perfil de egreso:<br><a href="https://servicios.unimodelo.edu.mx/unimo/oferta-educativa/licenciaturas/arquitectura/bioconstruccion-y-diseno-sustentable">https://servicios.unimodelo.edu.mx/unimo/oferta-educativa/licenciaturas/arquitectura/bioconstruccion-y-diseno-sustentable</a><br>Plan de estudios:<br><a href="https://drive.google.com/file/d/1ZR8udxQXzQjt9OpPKxrLaZcC1H-bN4PU/view">https://drive.google.com/file/d/1ZR8udxQXzQjt9OpPKxrLaZcC1H-bN4PU/view</a>   |
| UNAM<br>Escuela<br>Nacional de<br>Estudios<br>Superiores,<br>Unidad Mérida | Ciencias de la tierra                | Perfil de egreso:<br><a href="http://enesmerida.unam.mx/#/lmszc/14">http://enesmerida.unam.mx/#/lmszc/14</a><br>Plan de estudios:<br><a href="https://oferta.unam.mx/planestudios/Ciencias_Tierra_EN_CiT_Plan_estudios.pdf">https://oferta.unam.mx/planestudios/Ciencias_Tierra_EN_CiT_Plan_estudios.pdf</a>   |
|  | Manejo sustentable de zonas costeras | Perfil de egreso:<br><a href="http://enesmerida.unam.mx/#/lmszc/11">http://enesmerida.unam.mx/#/lmszc/11</a><br>Plan de estudios:<br><a href="https://oferta.unam.mx/planestudios/mszc-enesmerida-planestudios18.pdf">https://oferta.unam.mx/planestudios/mszc-enesmerida-planestudios18.pdf</a>   |
|  | Ciencias ambientales                 | Perfil de egreso:<br><a href="http://enesmerida.unam.mx/#/lmszc/13">http://enesmerida.unam.mx/#/lmszc/13</a><br>Plan de estudios:<br><a href="https://oferta.unam.mx/planestudios/ciencias-ambientales-merida18.pdf">https://oferta.unam.mx/planestudios/ciencias-ambientales-merida18.pdf</a>   |
|  | Ecología                             | Perfil de egreso:<br><a href="http://enesmerida.unam.mx/#/lmszc/16">http://enesmerida.unam.mx/#/lmszc/16</a><br>Plan de estudios:<br><a href="https://oferta.unam.mx/planestudios/ecologia-enesmerida-planestudios20.pdf">https://oferta.unam.mx/planestudios/ecologia-enesmerida-planestudios20.pdf</a>   |
|  | Geografía aplicada                   | Perfil de egreso:<br><a href="http://enesmerida.unam.mx/#/lmszc/15">http://enesmerida.unam.mx/#/lmszc/15</a><br>Plan de estudios:<br><a href="https://oferta.unam.mx/planestudios/GeoAplicada_ENCiT_Plan_estudios.pdf">https://oferta.unam.mx/planestudios/GeoAplicada_ENCiT_Plan_estudios.pdf</a>   |
| Instituto Tecnológico de Mérida  | Ingeniería ambiental                 | Perfil de egreso y plan de estudios:<br><a href="https://www.merida.tecnm.mx/?page_id=454">https://www.merida.tecnm.mx/?page_id=454</a>  |

|  |                                   |   |
|--|-----------------------------------|---|
| Universidad Autónoma de Yucatán<br>Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias | Biología                          | Perfil de egreso y plan de estudios:<br><a href="https://www.csl.uady.mx/muestra/files/bio.pdf">https://www.csl.uady.mx/muestra/files/bio.pdf</a>             |
|  | Biología marina                   | Perfil de egreso y plan de estudios:<br><a href="https://www.csl.uady.mx/muestra/files/biomar.pdf">https://www.csl.uady.mx/muestra/files/biomar.pdf</a>       |
|  | Agroecología                      | Perfil de egreso y plan de estudios:<br><a href="https://www.csl.uady.mx/muestra/files/agro.pdf">https://www.csl.uady.mx/muestra/files/agro.pdf</a>           |
| Universidad Autónoma de Yucatán<br>Facultad de Ingeniería                        | Ingeniería en energías renovables | Perfil de egreso y plan de estudios:<br><a href="https://www.csl.uady.mx/muestra/files/enerrenov.pdf">https://www.csl.uady.mx/muestra/files/enerrenov.pdf</a> |