



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

**CONTAMINACIÓN PLÁSTICA EN LAS PLAYAS DE YUCATÁN Y  
PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS**

Tesis que presenta:

**Mario Humberto López Araiza Valencia**

Para obtener el grado de:

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

Directora de tesis:

Dra. Almira Hoogesteyn Reul

Tres cuentos y fotografías de los sitios con los que compartí atardeceres y experiencias:

### Perdido (Fragmento)

*“Todos le conocían por ser de los que daban el pescado a precios bastante accesibles, en comparación con los otros pescadores. Era de personalidad alegre, le gustaba platicar con los clientes. Este grado de empatía contribuía a que fuera muy apreciado en todo Progreso.”*

López-Araiza, M. (2018). Perdido. *Revista Littengineer*(4), 7.



### Tormenta (Fragmento)

*“Jamás olvidaré la primera excursión a la playa. Era domingo, al día le hacía falta la brisa traída por el mar. El océano apenas se movía por la falta de oleaje en la playa de Celestún.”*

López-Araiza, M. (2019). Tormenta. *Letrina*(11), 11-12.

### Escape a Sisal (Fragmento)

*“Llegamos a la playa de Sisal entonando una canción alegre. La quietud nos recibía con los brazos abiertos a la entrada del pueblo. El sol brillaba alto, orgulloso y nos invitaba a acompañarle.”*

López-Araiza, M. (2020). Escape a Sisal. *El Narratorio*(54), 79-81.



## AGRADECIMIENTOS

Llegar a la meta de la Maestría en Ciencias en la especialidad de Ecología Humana significa reconocer el camino recorrido y a muchas personas les agradezco haberlo hecho conmigo.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por los recursos destinados a la beca de manutención para realizar mis estudios de posgrado. Al Cinvestav Unidad Mérida por ser parte de mi formación académica. Al Departamento de Ecología Humana por integrarme a su posgrado.

Agradezco a la Dra. Almira Hoogesteyn, por ser mi guía en este proceso, por sus enseñanzas, impulsarme a vencer mis miedos y a ¡pensar!, por mostrarme que las cosas no son blanco y negro, sino una gama de posibilidades. Por exigirme y demostrar que la ciencia es un camino donde debemos reflexionar cada paso que damos.

Agradezco al Dr. Federico Dickinson por su acompañamiento durante toda la maestría, por sus comentarios en sesiones de comité y sus detalladas observaciones que contribuyeron a enriquecer esta tesis. Por su clase de Biología Humana, que contribuyó a despertar mi sentido crítico y a conocer más del lugar que ocupamos en el mundo como especie. A la Dra. Dalila Aldana por interesarse en el proyecto y ofrecerse a participar en el comité, por aportar su experiencia y entusiasmo.

Gracias a los profesores del Departamento, por aportar conocimiento y sentido crítico a mi experiencia académica: Dra. Dolores Cervera, Dr. Salvador Montiel, Dr. Miguel Munguía, Dr. Carlos Ibarra y Dra. Teresa Castillo. Agradecimiento especial al Dr. Lane Fargher, por su clase de Ecología Política, por su interés en esta tesis, por sus comentarios y el acompañamiento para lograr este objetivo. Gracias al Dr. James M. Fargher por la información de la industria plástica. Gracias a José Luis Febles, por su experiencia, comentarios y acompañamiento en el Laboratorio de Salud Ambiental, su perspectiva y motivación contribuyó a la construcción de este trabajo.

Agradezco a mis padres, por respetar mis decisiones, impulsarme a perseguir mis sueños y confiar en mí. A mi hermana Paulina, quien visitó Yucatán y quedó tan maravillada como yo, gracias por la confianza y el apoyo que hemos construido. A mi hermano Juan, por

estar al pendiente y seguir la pista de mis locuras. A mi abuelo Juan, quien siempre me ha apoyado y confiado en mí. A mi tío Pepe López Araiza, por su apoyo y guía en esta lucha común por el medio ambiente.

A mis grupos de amigos, que ya son familia en Yucatán: A mis roomies, Iván e Itzel, por el cariño, las enseñanzas y todo lo que compartimos en la Casa de las Bugambilias. A Letrantes, gracias por la convivencia, las presentaciones de Letrina, Inspiraciones, por la confianza y el cariño: Carmita, Daniel, Wilbert, Olga, Alexia, Reyna, Ana, Sandra, Carmen, Fernando, Rulo, Matos, Yezer y Chay. A Joel, por nuestra hermandad surgida de la ciencia y la locura. A quienes me acompañaron al trabajo de campo, gracias, equipo, lo logramos: Lizz, Carmita, Alfredo, Sofi, Ameyalli, Ariadna, Chay, Anfernee, Eduardo y Esteban.

Agradecimientos especiales a Sofi, Ameyalli y Yahir, por los consejos, las aventuras, las charlas y lo que me han enseñado con su amistad estos dos años. Fueron parte importante para alcanzar esta meta. Gracias a Ariadna, Virginia, Angélica, Manuel, Paulina y Laura, por adoptarme en los últimos capítulos de su maestría, aprendí mucho de ustedes. Gracias a Dulce, Diani y Jasset por su apoyo, compañerismo y los memes. Fernanda y Lizette, todo el éxito en lo que venga. Gracias a Pilar, Ricardo, Vicente, Selvia, Ana y los estudiantes de doctorado, mucho éxito.

A mis amigos de León, gracias por estar a pesar de la distancia y por recibirme con los brazos abiertos siempre: Luis, Cristina, Nefi y Lulú, su apoyo significó mucho para mí y les agradezco por estar caminando conmigo. A mi familia teatral: Armando, Ale, Ferchis, Gloria, Kari, Daniel, Lucy, Rigo, Iván, Carmen y Rubén. A las Ecolíderes: Caro y Faby, por estar al pie del cañón conmigo. A Lupita Ontiveros, Dulce, Ari Barragán, Michelle, Anahí, Diana, Salvador López, Lety y Roberto.

Agradezco a Celeste Vorrath, por sus atenciones en la Coordinación, estar al pendiente de la parte administrativa durante el posgrado, por las charlas y la motivación. A Leo y Ligia por el apoyo administrativo y técnico.

Agradezco a Progreso, Sisal y Celestún, por abrirme las puertas y permitirme trabajar en sus playas. Cada atardecer fue una enseñanza que llevo conmigo. A los encuestados y los encargados de manejo de residuos, gracias por formar parte de este proyecto.

## CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>11</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>12</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>17</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
1.1 Los plásticos .....	21
1.2 Los plásticos como residuos y su introducción en las playas y mares. ....	24
1.3 Impactos del plástico en el ambiente.....	25
1.4 La playa y la contaminación plástica.....	30
1.5 Percepción y contaminación plástica.....	31
1.6 Contaminación plástica en las playas de Yucatán.....	34
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>40</b>
1. Tipo de investigación. ....	40
2. Área de estudio.....	40
2.1 Criterios de selección de las playas. ....	41
3. Cuantificación de plásticos.....	42
3.1 Tipos de plásticos a cuantificar. ....	42
3.2 Metodología de cuadrantes delimitados y procedimiento de recolección.....	42
3.3 Pesaje, conteo y clasificación de plásticos. ....	43
3.4 Cálculo del índice <i>Clean Coast Index</i> . ....	45
4. Percepción de los visitantes de la playa. ....	45
4.1 Cálculo y selección de muestra. ....	45
4.2 Características de los participantes del estudio. ....	47

4.3 Encuesta.....	47
4.4 Entrevista semi estructurada.....	48
5. Análisis de resultados.....	49
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>51</b>
1. Cuantificación de plásticos.....	51
1.1. Peso y número de piezas plásticas.....	51
1.2 Clasificación de plásticos por composición química.....	53
1.3 Clasificación de plásticos por uso.....	56
1.4 <i>Clean Coast Index</i> .....	58
2. Percepción de los visitantes de la playa.....	60
2.1 Perfil de los encuestados.....	60
2.2 Generación de residuos plásticos en la playa.....	61
2.3 Percepción sobre la contaminación plástica en la playa.....	67
3. Percepción de los encargados de manejo de residuos.....	76
3.1 Datos de los informantes clave.....	76
3.2 Percepción de la contaminación plástica.....	76
3.3 Gestión y manejo de residuos plásticos en la playa.....	79
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>86</b>
1. Objetivo específico 1: Cuantificación de plásticos en las playas de Yucatán.....	86
1.1 Peso y piezas plásticas.....	86
1.2 Clasificación de plásticos por composición química.....	87
1.3 Clasificación de plásticos por uso.....	89
1.4 <i>Clean Coast Index</i> .....	90
1.5 Otras aportaciones del estudio.....	91
2. Objetivo específico 2: Percepción de los visitantes.....	92
2.1 Perfil de los encuestados.....	92
2.2 Pregunta 1: ¿Usted genera residuos plásticos mientras se encuentra en la playa?.....	93
2.3 Pregunta 2: ¿Qué objetos plásticos genera?.....	94
2.4 Pregunta 3: ¿Qué hace con los residuos que genera en la playa?.....	95
2.5 Pregunta 4: ¿Ha visto gente tirar basura plástica en la playa durante su visita?.....	96

2.6 Pregunta 5: ¿Encuentra botes para tirar la basura plástica en la playa? .....	97
2.7 Pregunta 6: ¿Cuáles son las razones por las que las personas tiran la basura en la playa?.....	98
2.8 Pregunta 7: ¿Ha recogido basura mientras está en la playa?.....	98
2.9 Pregunta 8: ¿Qué tan sucia considera que está la playa?.....	99
2.10 Pregunta 9: ¿Cuál es el residuo más común en la playa? .....	100
2.11 Pregunta 10: ¿Cuál es el origen de los residuos plásticos que están en la playa? ...	101
2.12 Pregunta 11: ¿Qué tanto le preocupa la contaminación plástica en la playa? .....	104
2.13 Pregunta 12: ¿Cuáles son los efectos del plástico en la playa? .....	104
2.14 Pregunta 13: ¿Cuál es el destino final de los plásticos depositados en la playa? ....	106
2.15 Pregunta 14: ¿Quién debe mantener limpia la playa? .....	107
2.16 Pregunta 15: ¿Ha visto personas recoger residuos en la playa? .....	108
2.17 Pregunta 16: ¿Qué deberíamos hacer para reducir la contaminación plástica en la playa?.....	108
3.Objetivo específico 3: Percepción de los encargados de manejo de residuos. ....	109
Sección 1: Percepción sobre la contaminación plástica en la playa. ....	109
Sección 2: Gestión y manejo de residuos plásticos en la playa.....	113
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>116</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>141</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Histograma de publicaciones que aparecen en las bases de datos <i>Web of Science</i> , <i>Pub Med</i> , <i>Sci Elo</i> usando las palabras clave <i>plastic and beach not microplastic*</i> clasificadas por tema de investigación (1978-2020). .....	19
Figura 2. Ciclo de vida de los plásticos. ....	21
Figura 3. Histograma de publicaciones que aparecen en las bases de datos <i>Web of Science</i> , <i>Pub Med</i> , <i>Sci Elo</i> usando las palabras clave <i>plastic and beach not microplastic*</i> clasificadas por año (1978-2020). ....	25
Figura 4. Histograma de publicaciones que aparecen en las bases de datos <i>Web of Science</i> , <i>Pub Med</i> , <i>Sci Elo</i> usando las palabras clave <i>plastic and beach not microplastic*</i> clasificadas por continente donde se realizó la investigación (1978-2020). ....	31
Figura 5. Conceptualización de la percepción a partir de la literatura consultada. ....	32
Figura 6. Conceptualización de la percepción y contaminación plástica a utilizar en este estudio, a partir de la literatura consultada. ....	33
Figura 7. Histograma de publicaciones que aparecen en las bases de datos <i>Google Scholar</i> usando las palabras clave <i>plastic and beach and Mexico not microplastic*</i> clasificadas por estado de la República Mexicana. ....	37
Figura 8. Mapa conceptual de la contaminación plástica en las playas. ....	38
Figura 9. Mapa conceptual de la percepción de la contaminación plástica. ....	39
Figura 10. Ubicación geográfica de las tres playas de estudio. Se incluyen las principales carreteras de acceso a las localidades, puertos y la demarcación de la mancha urbana. ....	41
Figura 11. Distribución de cuadrantes delimitados con respecto a las actividades que contribuyen a la generación y acumulación de residuos en Progreso. ....	43
Figura 12. Proceso de remoción de arena para pesar los plásticos. ....	44
Figura 13. Peso (kg) de los residuos plásticos recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020. ....	52
Figura 14. Número de piezas de los residuos plásticos recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020. ....	52
Figura 15. Peso (g) de los plásticos clasificados por composición química más frecuentes en tres playas de Yucatán durante 12 meses de muestreo. PP: Polipropileno, PET: Polietileno	

tereftalato, PEAD: Polietileno de alta densidad, PEBD: Polietileno de baja densidad. (\*): valores atípicos. Cajas con letras diferentes (a, b) difieren significativamente:  $p < .05$ . ..... 55

Figura 16. Número de piezas plásticas clasificadas por composición química más frecuentes en tres playas de Yucatán durante 12 meses de muestreo. CC: Colillas de cigarro, PP: Polipropileno, PEAD: Polietileno de alta densidad, PEBD: Polietileno de baja densidad. (\*): valores atípicos. Cajas con letras diferentes (a, b) difieren significativamente:  $p < .05$ . ..... 55

Figura 17. Peso (kg) de los plásticos recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020, clasificados por su uso. .... 57

Figura 18. Número de piezas plásticas recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020, clasificadas por su uso. .... 57

Figura 19. Peso (g) de los plásticos de alimentos y bebidas recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020. .... 58

Figura 20. Piezas plásticas de alimentos y bebidas recolectadas mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020. .... 58

Figura 21. Distribución por rangos de edades de los visitantes encuestados en tres playas de Yucatán. .... 60

Figura 22. Distribución del grado de educación formal de los visitantes encuestados en tres playas de Yucatán. .... 60

Figura 23. Distribución de la ocupación de los visitantes encuestados en tres playas de Yucatán. .... 61

Figura 24. Histograma de frecuencias de residuos plásticos que los visitantes consideraron generar en tres playas de Yucatán. .... 62

Figura 25. Histograma de frecuencias de percepción de los visitantes sobre el estado de limpieza de tres playas de Yucatán. .... 68

Figura 26. Histograma de frecuencias de plásticos mencionados por los visitantes en tres playas de Yucatán. .... 70

Figura 27. Histograma de frecuencias de percepción del origen de la contaminación plástica en tres playas de Yucatán. .... 70

Figura 28. Histograma de frecuencias de respuestas a la pregunta ¿Qué tanto le preocupa la contaminación plástica en la playa? ..... 72

Figura 29. Histograma de frecuencias sobre la percepción de los participantes en relación con los efectos de la contaminación plástica en la playa. .... 72

Figura 30. Histograma de frecuencias sobre la percepción de los participantes del destino final de los plásticos que quedan depositados en la playa.....	74
Figura 31. Histograma de frecuencias de percepción sobre la responsabilidad de la limpieza en la playa. ....	74
Figura 32. Histograma de frecuencias sobre las soluciones propuestas por los visitantes para controlar la contaminación plástica en la playa.....	76
Figura 33. Triciclo de un pepenador con botellas PET en el muelle de Sisal. ....	78
Figura 34. Camión recolector en el malecón tradicional de Progreso.....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de plásticos de acuerdo con su estructura interna.....	22
Tabla 2. Codificación de los plásticos por tipo de resina y aptitud de reciclaje.....	23
Tabla 3. Porcentajes de especies marinas afectadas por enredamiento e ingestión a nivel mundial. ....	27
Tabla 4. Estudios sobre contaminación plástica en playas de los cinco continentes publicados entre 2019-2020.....	31
Tabla 5. Estudios sobre percepción en las playas.....	34
Tabla 6. Trabajos del Cinvestav Mérida que mencionan la problemática de los residuos en la costa de Yucatán. ....	35
Tabla 7. Infraestructura turística en las playas seleccionadas. ....	41
Tabla 8. Intervalos de clasificación de las playas del <i>Clean Coast Index</i> . ....	45
Tabla 9. Peso (kg) y número de piezas plásticas recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020. ....	51
Tabla 10. Máximos y mínimos del total de plásticos recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020. ....	53
Tabla 11. Correlación de Pearson para los meses de recolección, peso (kg) y piezas de plásticos recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020. ....	53
Tabla 12. Máximos y mínimos del total de plásticos recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020. ....	53
Tabla 13. Resultados de análisis de varianza (ANOVA) de los plásticos clasificados por composición química recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020. Diferencia estadísticamente significativa: $p < .05$ .....	54
Tabla 14. Máximos y mínimos de los plásticos recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020, clasificados por su uso.....	56
Tabla 15. <i>Clean Coastal Index</i> mensual calculado para tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020. ....	59
Tabla 16. Procedencia de los visitantes encuestados en tres playas de Yucatán (n=384)....	61

Tabla 17. Frecuencia de respuestas a la pregunta: ¿Usted genera residuos plásticos mientras se encuentra en la playa? (n=384). .....	62
Tabla 18. Frecuencia de respuestas a la pregunta: ¿Qué hace con los residuos que genera en la playa? (n=245). .....	63
Tabla 19. Frecuencia de respuestas a la pregunta: ¿Ha visto gente tirar basura plástica en la playa durante su visita? (n=384). .....	63
Tabla 20. Frecuencia de respuestas a la pregunta: ¿Encuentra botes para tirar la basura plástica en la playa? (n=384). .....	64
Tabla 21. Frecuencia de respuestas a la pregunta: ¿Cuáles son las razones por las que las personas tiran la basura en la playa? (n=384). .....	65
Tabla 22. Frecuencia de respuestas a la pregunta: ¿Ha recogido basura mientras está en la playa? (n=384). .....	65
Tabla 23. Frecuencia de respuestas de los encuestados sobre las afectaciones que el plástico produce a nivel global (n=41). .....	73
Tabla 24. Frecuencia de respuestas a la pregunta: ¿Ha visto a otras personas recoger basura durante su visita a la playa? (n=384). .....	75
Tabla 25. Limpieza de playa y recolección de residuos en tres playas de Yucatán. ....	81
Tabla 26. Actividades de control de la contaminación plástica en tres playas de Yucatán..	83
Tabla 27. Actores que han participado en las actividades de control de la contaminación plástica en tres playas de Yucatán. ....	84

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1: Calendarios de los Ciclos Escolares de la Secretaría de Educación Pública: Ciclo Escolar 2018-2019; 2019-2020. ....	141
Anexo 2: Cuestionario sobre percepción de los visitantes y la contaminación plástica en la playa. ....	143
Anexo 3: Guía de entrevista semi estructurada dirigida a los encargados de manejo de residuos. ....	147
Anexo 4: Plásticos clasificados por composición química.....	149
Anexo 5: Documentación visual .....	152

## RESUMEN

La contaminación plástica es un problema cuyos efectos han sido ampliamente estudiados. Por su durabilidad, los plásticos son persistentes y móviles, integrándose a las redes tróficas. Los impactos ambientales de la contaminación plástica se manifiestan en diferentes niveles, desde las células hasta los ecosistemas, poniendo en riesgo la salud de los seres vivos y el funcionamiento ecológico. Modifican la dinámica de los ecosistemas, se acumulan y generan pérdidas económicas. En zonas costeras, los impactos van desde su ingestión por la fauna marina hasta el rechazo de los visitantes por la calidad estética deficiente de las playas. Las playas son vías de entrada, disposición y transferencia de plásticos al ambiente. El turismo, la pesca y los asentamientos son las principales fuentes de generación de residuos en las playas.

En este estudio se realizaron 12 muestreos (1 por mes) de plásticos (marzo 2019-febrero 2020) en tres playas de Yucatán con diferente intensidad de uso: Progreso (masivo), Sisal (segunda residencia) y Celestún (ecoturismo). Se encontró que la playa donde se recogieron más residuos plásticos fue Progreso (13.9 kg, 2908 piezas), seguida de Sisal (7.9 kg, 1889 piezas) y Celestún (7 kg, 1390 piezas). Se encontró relación lineal entre los meses de mayor afluencia de turistas y los plásticos recolectados en Progreso y Celestún ( $r=0.62$ ,  $p=.03$ ). Los plásticos más frecuentemente recolectados en las playas fueron colillas de cigarro y polipropileno (PP) en Progreso y polietileno de alta densidad (PEAD) en Sisal y Celestún. Los usos de los plásticos más frecuentemente recolectados fueron contenedores (botellas y taparrosas), alimentos y bebidas (vasos, platos, cubiertos, unicel y popotes) en Progreso; residuos de artes de pesca y de navegación (cuerdas, redes, costales) en Sisal; empaques (bolsas plásticas, envolturas, celofán y plástico película) y residuos de fumadores (colillas de cigarro y encendedores) en Celestún.

Se realizó una encuesta para saber si los visitantes de las playas percibían la contaminación plástica como un problema. Se encuestaron 384 personas (128 por playa) entre agosto y noviembre de 2019. Más de la mitad de los encuestados afirmaron generar residuos plásticos durante su visita (63.8%). Los plásticos más generados fueron botellas de polietileno tereftalato (PET) ( $n=147$ ). Los encuestados reconocieron su responsabilidad en relación con los residuos que generaban, algunos los depositaron en contenedores para tal fin

(45.4%) o se los llevaron de la playa (32.6%). Mencionaron que Progreso contaba con más contenedores para depositar los residuos que las otras dos playas ( $X^2= 19.04$ ,  $p<.001$ ). Celestún fue calificada por los encuestados como la playa más limpia ( $X^2=20.05$ ,  $p=.003$ ). Los encuestados se asumieron como los principales generadores de contaminación plástica en la playa. No se mencionó a las empresas productoras como responsables. Los encuestados reconocieron las afectaciones de los plásticos a la vida marina (45.8%). Existe desconocimiento de los microplásticos y se identificaron imprecisiones en el conocimiento y conceptualizaciones relacionadas con el cambio climático y la contaminación plástica. Los encuestados propusieron medidas de control del problema como mejorar la educación ambiental (19.7%) y depositar los residuos en contenedores (18.2%). Se concluyó que debe informarse a profundidad a los visitantes sobre la problemática para que puedan tomar decisiones informadas sobre el consumo de plásticos y exigir la participación de los involucrados en el problema.

Para complementar la información proporcionada por los visitantes, se entrevistó a cinco funcionarios encargados del manejo de residuos de las localidades de estudio. Los cinco reconocieron que la contaminación plástica es un problema. Mencionaron que los principales generadores de residuos son visitantes y residentes. Un funcionario responsabilizó a las empresas. Los encargados identificaron los efectos de los plásticos a la vida marina reportados por la literatura. A pesar de que Progreso es la playa con mayor infraestructura de control de la contaminación plástica, la presión antropogénica y la generación de residuos rebasa esa infraestructura. En Progreso no se hacen actividades de educación ambiental enfocadas en las playas, mientras que en Sisal y Celestún se dan charlas y talleres en las escuelas locales. Los resultados señalan la necesidad de informar a los funcionarios sobre la problemática para que puedan orientar sus decisiones en política pública e involucrar a todos los actores en la resolución del problema.

## ABSTRACT

The effect of plastic pollution has been widely studied in recent years. Plastics are persistent and mobile and can get integrated into trophic networks. The impacts of plastic pollution are manifested at different levels, from cells to ecosystem, putting the health of the environment and living beings at risk. Plastic waste can modify ecosystem where it accumulates generating economic losses. In coastal areas, the impacts range from ingestion by marine fauna to the absence of visitors due to aesthetic rejection of the beaches. Beaches allow the entry, disposal and distribution of plastics in the environment. Tourism, fishing and settlements are the main sources of waste generation observed in beaches.

In this study, twelve collections efforts were made (1 per month) from March 2019 to February 2020, in three beaches of Yucatan. These beaches have different use intensity: Progreso is a mass tourism destination, Sisal is mainly used as a second residence by people from the city of Merida and Celestún whose main attraction is ecotourism. Biggest quantity of plastic was collected in Progreso (13.9 kg, 2908 pieces), followed by Sisal (7.9 kg, 1889 pieces) and Celestún (7 kg, 1390 pieces). A linear relation was found between the months with the highest number of visitors and the amount of plastic collected in Progreso and Celestún ( $r=0.62$ ,  $p=.03$ ). Cigarette butts and polypropylene (PP) was the most abundant plastic type collected in Progreso and high-density polyethylene (HDPE) in Sisal and Celestún. Classified by use, the most plastics collected were containers (bottles and caps), food and beverages (cups, food trays, cutlery and straws) in Progreso; fishing and boat gear (rope, fishing line, sacks) in Sisal and packaging (plastic bags, plastic film, wrappers, cellophane) and smokers waste (cigarette butts and lighters) in Celestún.

To find if beach visitors perceived plastic pollution as a problem a survey was carried out. Three hundred eighty-four people (128 per beach) were surveyed between August and November 2019. More than half of the interviewed commented that they produced plastic waste during their visit (63.8%). The common item were plastic bottles ( $n=147$ ). Respondents acknowledged their responsibility for littering and deposited their plastic waste in a container (45.4%) or took the plastic with them to be deposited somewhere else (32.6%). They mentioned that Progreso had more garbage containers than the other two beaches ( $X^2=19.04$ ,  $p<.001$ ). Celestún was rated by the respondents as the cleanest beach ( $X^2=20.05$ ,

p=.003). The respondents recognized themselves as the main generators of plastic pollution on the beach. Plastic producing companies were not recognized as responsible for the plastic waste. Respondents recognized the effects of plastics on marine life (45.8%). Respondents did not recognize microplastic as a derived problem from plastic pollution, and some misconceptions were made in relation to plastic pollution and climate change. As a solution to the problem respondents identified the necessity of improving environmental education (19.7%) and increase the garbage containers and using them (18.2%).

Visitors need to be enlightened about the problem, to be able to make informed decisions about the consumption of plastics. It is imperative to involve all stakeholders, locals, tourists and companies.

Five municipal civil servants in charge of beach waste disposal were interviewed to broaden the information provided by visitors. All five identified that plastic pollution is a problem, and visitors and residents the main polluters. Only one civil servant recognized that the plastic producing companies were also part of the problem. All identified the effects of plastics on marine life, as reported by the scientific literature, again inaccuracies in the relationship between climate change and plastics were identified.

Progreso was the beach with the most plastic polluting infrastructure because of commercial activities such as food vendors, bars and restaurants. Waste generation goes beyond the available disposal infrastructure. I do not identify environmental activities in Progreso, however, in Sisal and Celestún talks and workshops were given in local schools. The results indicate that in order to develop proper waste management policies a program should include all the stakeholders and that public servants should be trained and keep updated in the scientific advancements of the problem and its solutions.

## INTRODUCCIÓN

Los plásticos son materiales sintéticos, derivados de los hidrocarburos, con múltiples usos en la vida cotidiana (Barraza, 2017; Gorman, 1993). Generalmente, estos materiales son de un solo uso, posteriormente se descartan y se convierten en residuos. Su durabilidad y persistencia representan un problema de contaminación a nivel mundial al ser liberados indiscriminadamente al ambiente (NOAA, 2017). Por su composición fisicoquímica, algunos plásticos tardan hasta 600 años en descomponerse, favoreciendo su acumulación en el ambiente cuando son desechados. Los plásticos se movilizan en los sistemas acuáticos por el oleaje, los sistemas de drenaje y transporte fluvial, teniendo como puntos de disposición las playas y el océano (Jambeck *et al.* 2015).

Los residuos plásticos generan efectos en el ambiente a diferentes niveles debido a que se introducen en las redes tróficas (Westphalen y Abdelrasoul, 2018) tanto en dimensiones macroscópicas como por la generación de microplásticos, cuando los plásticos de mayores dimensiones se desintegran. Los efectos de esta incorporación comienzan a escala microscópica, a nivel celular. Posteriormente se manifiestan a mayor escala en los tejidos y organismos; efectos que consisten en desórdenes endócrinos causados por las sustancias químicas añadidas a los plásticos, al ser absorbidas por un organismo y que se originan por la acción de sustancias químicas que imitan a las hormonas, ocasionando efectos neurológicos, afectaciones a la descendencia y desarrollo de tumores (Oberdörster y Cheek, 2001; Van de Merwe *et al.* 2010). A nivel organismo, las afectaciones documentadas son enredamiento en mallas y redes, e ingestión de los plásticos causando daños severos al sistema digestivo. Los plásticos, al ser ingeridos pueden causar reducción del tamaño efectivo del estómago, obstruyen el tracto digestivo, producen falta de apetito, infecciones gástricas e inclusive ocasionan la muerte (Gregory, 2009; Mascarenhas *et al.* 2004).

El enredamiento dificulta el desplazamiento, no permite que los animales evadan a los depredadores, genera agotamiento, problemas para alimentarse y produce infecciones por heridas (Gregory, 2009; Laist, 1997). En el ser humano, el contacto directo con objetos plásticos puede ocasionar heridas, enfermedades, molestia o desaprobación estética de un lugar (Campbell *et al.* 2016). En el nivel fisicoquímico, los residuos plásticos modifican el intercambio gaseoso en el agua, generando condiciones anóxicas e hipóxicas, favorecen la

descomposición en microplásticos y se acumulan sustancias tóxicas en la superficie de los objetos (Arthur *et al.* 2009; Sundt *et al.* 2014). A escala oceánica, los plásticos favorecen la formación de ‘manchas’ o ‘islas de basura’ alrededor de los giros oceánicos (Zhang *et al.* 2010). El transporte de plástico por las corrientes marinas incrementa el alcance de la contaminación. Se han reportado plásticos en lugares remotos del planeta, donde se generan bajas o nulas cantidades de plásticos (Barnes *et al.* 2018). Entre los impactos económicos de la contaminación plástica se encuentran las pérdidas por daños a los ecosistemas costeros, gastos de limpieza de las playas, afectaciones a los negocios pesqueros y ausencia de visitantes a las playas (PNUMA, 2014).

Dados los efectos del plástico en los diferentes niveles tróficos, su persistencia y alcance a nivel global, es relevante entender y describir la presencia y el impacto de estos materiales en las playas, en donde ocurre el ingreso y movilización de estos residuos al mar, pudiendo entrar en contacto con las redes tróficas. Lo anterior representa un riesgo para los organismos marinos, el ser humano y, por ende, al ambiente.

La problemática de la contaminación plástica es de origen antropogénico, ya que es el ser humano quien produce, utiliza y descarta los plásticos al ambiente; por lo tanto, la percepción del problema se incluye dentro de este trabajo como un segundo eje temático vinculado a la detección de la contaminación plástica en las playas de Yucatán.

La percepción es un proceso cognitivo de interpretación y valoración del entorno a través de los sentidos (Urquijo y Barrera, 2009). Este proceso cognitivo constituye la visión de los individuos sobre su alrededor. Con respecto a la contaminación plástica, el estudio de la percepción puede contribuir a describir si los usuarios de las playas reconocen la ocurrencia o no de un problema mientras realizan actividades recreativas en la costa. Los visitantes son actores clave de las actividades costeras, ya que utilizan el espacio, consumen bienes y servicios y generan residuos. Su reconocimiento del fenómeno de la contaminación plástica incluye averiguar si perciben afectaciones al respecto, si contribuyen a la generación de residuos, así como sus acciones relacionadas a la presencia de plásticos en la playa. Otro de los sectores sociales vinculados a las playas son los encargados municipales del manejo de residuos, quienes enriquecen la descripción de la problemática y son los tomadores de decisiones y ejecutores en relación con el manejo de éstos. La vinculación de todos los

sectores asociados a la playa es importante para lograr una adecuada gestión del problema en estos sitios (Fernández, 2008).

Al llevar a cabo una revisión de literatura en bases de datos científicas (*Web of Science*, *Pub Med* y *Sci Elo*), se encontró, en las 274 publicaciones identificadas, un vacío de información en las investigaciones que conjuntan la cuantificación de residuos y la percepción de los usuarios (Figura 1) pues se encontraron tres investigaciones sobre cuantificación de residuos y percepción de los usuarios a nivel mundial (3/274). Por lo anterior, este trabajo aportará nuevo conocimiento de la contaminación plástica y los usuarios de las playas.

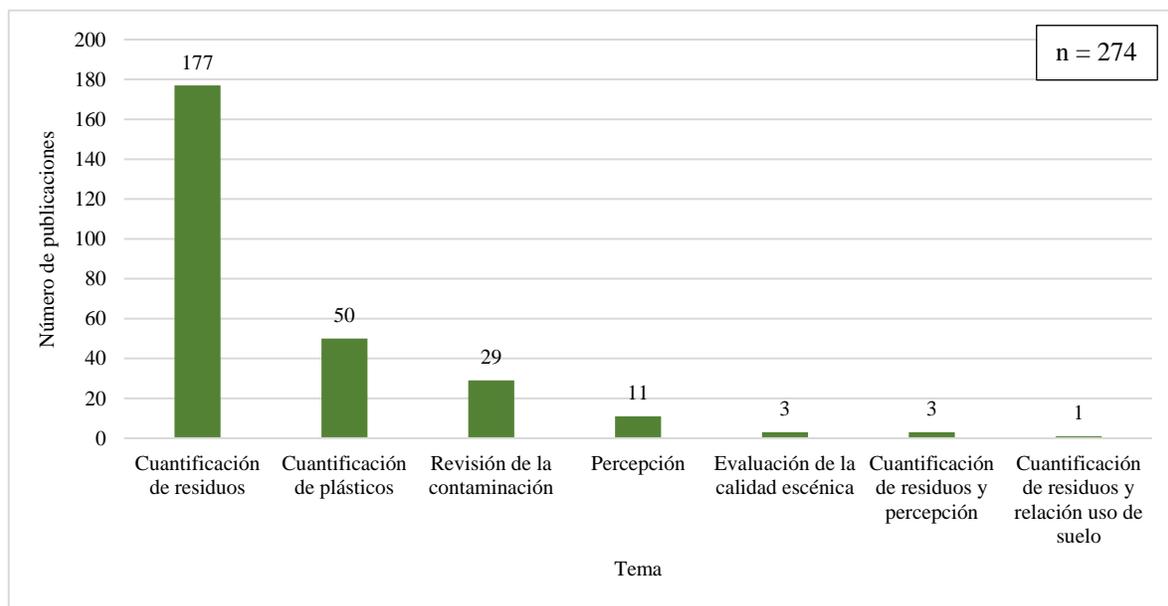


Figura 1. Histograma de publicaciones que aparecen en las bases de datos *Web of Science*, *Pub Med*, *Sci Elo* usando las palabras clave *plastic and beach not microplastic\** clasificadas por tema de investigación (1978-2020).

Los vacíos de información detectados y el planteamiento del problema de la contaminación plástica llevaron a proponer las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es la magnitud de la contaminación plástica en las playas de Yucatán?
2. ¿Perciben los visitantes la contaminación plástica en las playas como un problema?
3. ¿Perciben los encargados municipales un problema de contaminación plástica en las playas?

4. ¿Cuáles son las medidas de control que se están implementando para atender la contaminación plástica en las playas?

El presente estudio tuvo como propósito cuantificar los residuos plásticos en las playas de Progreso, Celestún y Sisal durante un año (marzo 2019 a febrero 2020), para describir la magnitud del problema en estos lugares. Se registró la percepción de los visitantes en las playas, ya que se consideran un factor de generación de residuos durante sus actividades recreativas y son corresponsables de su mantenimiento. Para complementar la descripción de la problemática, se recabó información proporcionada por los encargados municipales del manejo de residuos.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Describir la contaminación por objetos plásticos y la percepción de los visitantes y encargados de manejo de residuos en playas seleccionadas de Yucatán.

### **Específicos**

1. Medir, en peso y número, los objetos plásticos en las playas seleccionadas de Yucatán durante un año.
2. Describir la percepción de los visitantes con relación a la contaminación plástica.
3. Describir la percepción y el manejo de residuos plásticos por los encargados municipales.

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Los plásticos

Los plásticos son macromoléculas de polímeros sintéticos de elevado peso molecular, elaborados a partir de hidrocarburos (Morris, 1989), producidos a gran escala desde la segunda mitad del siglo XX (Gorman, 1993). Estos materiales presentan características físicas como ligereza, resistencia, aislamiento de la humedad y del oxígeno. Su versatilidad y bajo costo los han convertido en elementos de uso cotidiano (Van Eygen *et al.* 2017) sustituyendo materiales como el vidrio, marfil y seda (Barraza, 2017; Cobos, 2016). Su ciclo de vida (Figura 2) inicia con la extracción de petróleo y continúa con su transformación industrial; posteriormente, los objetos plásticos llegan al consumidor, son utilizados, desechados y recolectados para ser llevados a disposición final. En algunos casos, los residuos plásticos se reciclan (PNUMA, 2018). La producción mundial de plásticos ascendió a 359 millones de toneladas anuales en 2018 (Plastics Europe, 2019).



*Figura 2.* Ciclo de vida de los plásticos.  
Fuente: Modificada de PNUMA, 2018.

Existen diversas clasificaciones de los plásticos, que pueden ser por la estructura interna de los polímeros que los conforman (Tabla 1), el tamaño o por código de aptitud de reciclaje.

*Tabla 1. Clasificación de plásticos de acuerdo con su estructura interna.*

Tipo	Concepto	Productos	Usos
Termoplásticos	Estructura interna de cadena lineal, se reblandecen con el calor, adquieren forma reversible.	Polietileno de alta densidad (PEAD). Polietileno de baja densidad (PEBD). Polietileno tereftalato (PET). Polipropileno (PP). Poliestireno (PE). Cloruro de polivinilo (PVC). Teflón. Nailon o poliamida (PA).	Bolsas plásticas, botellas, envolturas, tubería, sartenes, mobiliario, empaques alimenticios, pañales, juguetes, popotes, platos, vasos y cubiertos desechables.
Termoestables	Estructura interna de cadenas entrelazadas, se añaden reactivos químicos, adquiriendo forma irreversible.	Poliuretano. Resinas fenólicas. Melamina.	Aislantes, espumas para muebles, esponjas, suelas de zapato, selladores, decoración de muebles.
Elastómeros	Alta elasticidad, las macromoléculas forman una red de malla abierta.	Caucho. Neopreno. Gomas.	Fundas para electrónicos, aparatos ortopédicos, aislante eléctrico, trajes acuáticos y guantes.

Fuente: Modificada de González, 2010.

De acuerdo con Esiukova (2017), los plásticos se pueden clasificar por su tamaño en microplásticos (<5 mm), mesoplásticos (5 mm > 25 cm), macropelásticos (25 cm > 1 m) y megaplásticos (>1 m). Por su aptitud de reciclaje, desarrollada por *The Society of Plastic Industry* (por sus siglas SPI, actualmente *Plastics Industry Association*), se menciona la siguiente clasificación (Tabla 2), en la que los números del logotipo indican su factibilidad de reciclaje. Mientras más elevado es el número, menor es su aptitud de reciclaje, siendo el número uno el más fácilmente reciclable y el número siete el que no se recicla.

*Tabla 2. Codificación de los plásticos por tipo de resina y aptitud de reciclaje.*

Código SPI	Tipo de plástico	Usos
	Poliétileno tereftalato (PET)	Botellas de agua purificada, cosméticos, bebidas carbonatadas, películas transparentes, fibras para textiles.
	Poliétileno de alta densidad (PEAD)	Envases de detergentes, bolsas de supermercado, envases de productos lácteos, recipientes de pintura.
	Cloruro de polivinilo (PVC)	Suelas para calzado, envases de limpiadores, recipientes de aceites, tuberías, balones.
	Poliétileno de baja densidad (PEBD)	Bolsas, juguetes, botellas retornables, recubrimiento de cables.
	Polipropileno (PP)	Pañales desechables, popotes, cajas de baterías, película para alimentos, hilos, refractarios, piezas de automóvil.
	Poliestireno (PE)	Platos, vasos, cubiertos, bandejas de supermercado, materiales de empaque, aislantes térmicos, estuches de CD/DVD, electrodomésticos.
	Otros (Copolímero de estireno, acrilonitrilo, policarbonato, nailon, mezclas)	Teléfonos, computadoras, piezas para empaques, artículos médicos, resinas.

Fuente: Rivera, 2004.

## **1.2 Los plásticos como residuos y su introducción en las playas y mares.**

Los residuos en las playas y mares se definen como aquellos materiales sólidos que ingresan al ambiente resultado del desecho de las actividades humanas, que representan una amenaza para los seres vivos y el entorno (Andrady, 2003).

Debido a su bajo costo y diseño de uso único, los plásticos se desechan después de utilizarlos. Tardan cientos de años en descomponerse (NOAA, 2017) y se han convertido en uno de los principales contaminantes a nivel mundial. Este tipo de residuos puede desplazarse largas distancias contaminando sitios lejanos a su fuente de origen (Thompson *et al.* 2009). La introducción de los plásticos al ambiente es resultado del manejo inapropiado de residuos o por eliminación accidental (Barnes, 2002). Se ha reportado que el 57% de los plásticos en África, 40% en Asia y 32% en América Latina, se disponen de forma inadecuada (PNUMA, 2014).

La contaminación plástica en playas y mares se origina de fuentes marinas y terrestres. Los plásticos desechados en el mar provienen de plataformas petroleras, embarcaciones y residuos de pesca. Los plásticos de origen terrestre provienen de actividades industriales, tiraderos, descargas de agua, escorrentía y actividades turísticas (Hammer *et al.* 2012). Williams *et al.* (2013) estimaron que, a nivel mundial, seis millones de objetos plásticos ingresaban al mar diariamente.

La literatura reporta que entre 40-80% de los residuos en playas y mares son de objetos plásticos y los más frecuentes son: i) bolsas plásticas, ii) empaques de comida, iii) botellas, iv) tapaderas, v) popotes y vi) poliestireno (Addamo *et al.* 2017; Browne *et al.* 2010). Las redes y otros objetos plásticos utilizados en las actividades pesqueras representan una amenaza para el ambiente cuando son abandonados en el mar, de manera accidental o deliberada (Chiappone *et al.* 2005). El estudio de la contaminación plástica y sus efectos a nivel mundial, medido por el número de publicaciones científicas, ha aumentado con el paso de los años (Figura 3).

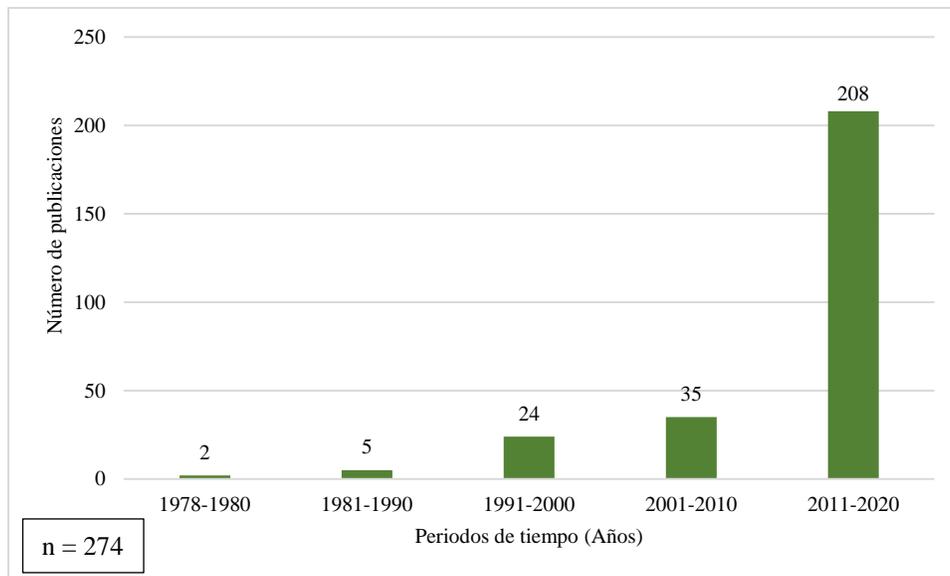


Figura 3. Histograma de publicaciones que aparecen en las bases de datos *Web of Science, Pub Med, Sci Elo* usando las palabras clave *plastic and beach not microplastic\** clasificadas por año (1978-2020).

### 1.3 Impactos del plástico en el ambiente.

Los plásticos afectan de diversas maneras a los seres vivos y al ambiente. En esta sección se describen los efectos del plástico a diferentes niveles, que abarcan desde las afectaciones mecánicas (enredamiento e ingestión) a la fauna marina, hasta los impactos fisicoquímicos y toxicológicos en los ecosistemas. Los efectos negativos de la contaminación plástica se han reportado en la flora, fauna y ser humano. Las dimensiones de los problemas asociados al plástico también influyen en la economía, tanto del turismo como de la pesca en las localidades costeras.

#### Impactos mecánicos en la fauna

##### Enredamiento

Los plásticos flotantes son un factor de riesgo para las especies marinas (Good *et al.* 2010) pues cuerdas, bolsas, láminas, globos y aros de paquetes de cerveza pueden ocasionar enredamiento (Bond *et al.* 2012; Votier, Archibald *et al.* 2011). El aspecto físico de los objetos flotantes atrae animales como focas y leones marinos, pudiendo quedar atrapados en ellos al enredárseles cuello y extremidades (Page *et al.* 2004).

El comportamiento de los animales marinos genera riesgo de enredamiento: i) algunas aves marinas utilizan objetos flotantes para posarse, lo que puede ocasionar que tanto ellas, como sus depredadores, queden atrapados (Tschernij y Larsson, 2003); ii) las tortugas se refugian en objetos flotantes para evadir depredadores (White, 2006); iii) el comportamiento lúdico aumenta la probabilidad de que algunos mamíferos se enreden en objetos flotantes (Page *et al.* 2004); iv) especies de aves emplean fragmentos de cuerda y otros materiales para la construcción de nidos, lo que incrementa el riesgo de enredamiento (Verlis *et al.* 2014).

Los plásticos producen heridas, amputación de miembros y procesos sépticos mayores al enredarse (Barreiros y Raykov, 2014). Cuando un animal muere por enredamiento, el cadáver se descompone y el plástico se incorpora nuevamente al ambiente. En algunos casos, especies comedoras de carroña pueden resultar afectadas al ingerir los plásticos.

### **Ingestión**

La ingestión de plásticos en la fauna marina puede ser intencional o accidental. La intencional ocurre cuando: i) las aves confunden a los plásticos con presas (Provencher *et al.* 2010); ii) las tortugas que se alimentan de medusas confunden a las bolsas plásticas flotantes y las ingieren (Schuyler *et al.* 2014); iii) Aves y peces inspeccionan plásticos flotantes, pudiendo fragmentarlos e ingerirlos (Carson *et al.* 2013). El color y la forma de los plásticos los hace atractivos a la ingestión (Boerger *et al.* 2010; Lusher *et al.* 2013) lo que suele atraer a animales jóvenes, por lo que se encuentran más afectados que los adultos (Denuncio *et al.* 2011; Rebolledo *et al.* 2013).

En cuanto a la ingestión accidental, crustáceos, aves, peces y algunas ballenas incorporan residuos plásticos a través de un proceso de filtración de agua para obtener su alimento (Baulch y Perry, 2014). Los plásticos que se depositan sobre plantas y organismos marinos sésiles también contribuyen con las cargas plásticas de los consumidores (Tomás *et al.* 2002). Puede ocurrir la ingestión secundaria a través de las cadenas tróficas (Perry *et al.* 2013).

La ingestión de residuos plásticos puede ocasionar mortalidad cuando obstruyen el tracto digestivo o por abrasiones gastrointestinales severas (Brandão *et al.* 2011). Se han

documentado casos de perforación de las paredes digestivas en aves producidas por objetos plásticos punzocortantes (Colabuono *et al.* 2009). En las tortugas, los plásticos pueden pasar por el estómago y llegar al intestino, produciendo alteraciones graves como la perforación de los órganos y oclusión (Campani *et al.* 2013). Las oclusiones parciales y moderadas del tracto digestivo generan inflamación crónica que desencadena desnutrición y deshidratación. La presencia de plásticos en el aparato digestivo disminuye la ingesta de alimento, reduce el tamaño efectivo del estómago, origina falta de apetito, sensación de saciedad, favorece infecciones gástricas y finalmente, la muerte (Gregory, 2009; Mascarenhas *et al.* 2004). El organismo afectado es una presa más fácil de atrapar, adicionalmente el depredador ingiere indirectamente los plásticos contenidos en las presas (Possatto *et al.* 2011). Otro efecto negativo de la ingestión es la liberación de sustancias tóxicas contenidas en los plásticos, que son absorbidas por los tejidos (Seltenrich, 2015). Adicionalmente, la ingestión de plásticos en los organismos marinos puede ocasionar inhibición de las enzimas gástricas y aumento en la producción de hormonas esteroides que causan problemas en el sistema endocrino, nervioso y reproductivo (Wright *et al.* 2013).

Se han documentado los porcentajes de las especies afectadas por enredamiento e ingestión de plásticos a nivel mundial (Tabla 3).

*Tabla 3. Porcentajes de especies marinas afectadas por enredamiento e ingestión a nivel mundial.*

Especies de	Porcentaje de especies observadas	Número de especies observadas
Enredamiento		
Tortugas	100%	7/7
Focas	67%	22/33
Ballenas	31%	25/80
Aves	25%	103/406
Ingestión		
Tortugas	100%	7/7
Ballenas	59%	47/80
Aves	40%	164/406
Focas	36%	12/33

Fuente: Kühn *et al.* 2015.

### **Impactos fisicoquímicos y toxicológicos**

La fragmentación de macropolásticos da origen a los micropolásticos, que se incorporan a las redes tróficas (Martins y Sobral, 2011) y que pueden contener aditivos añadidos al plástico durante su fabricación, mismos que han demostrado ser tóxicos. Por ejemplo, el bisfenol A, ftalatos y retardantes a la flama, generan desórdenes endocrinos que alteran el

comportamiento y aumentan la frecuencia de cáncer en las especies expuestas (Oberdörster y Cheek, 2001; Van de Merwe *et al.* 2010; Wuttke *et al.* 2010).

Los arrecifes de coral son dañados debido al arrastre de los residuos (Fabri *et al.* 2014), ocasionando mortalidad y reducción de la cobertura del lecho marino (Richards y Beger, 2011). La presencia de plásticos en la superficie y el fondo del océano forma capas que limitan la entrada de luz solar y reducen la actividad fotosintética de algunos organismos (Uhrin y Schellinger, 2011). La cobertura plástica produce condiciones anóxicas que impiden el intercambio gaseoso (Green *et al.* 2015). También se forman capas de microorganismos patógenos y productos de su metabolismo en la superficie de los plásticos (Arthur *et al.* 2009; Sundt *et al.* 2014).

### **Impactos en el ser humano**

Los impactos de la contaminación plástica en el ser humano derivan de la interacción con estos materiales una vez desechados. Los plásticos pueden causar heridas, percepción negativa de la calidad estética y enfermedades (Campbell *et al.* 2016). Se han reportado cortadas y lesiones por ingestión accidental, particularmente en niños (Do Sul y Costa, 2007). En la superficie de los plásticos proliferan microorganismos patógenos y parásitos que incrementan el riesgo de contraer enfermedades (McCormick *et al.* 2014). Mosquitos y otros vectores pueden desarrollarse en la superficie de los residuos plásticos al acumular aguas estancadas, constituyendo un riesgo de transmisión de enfermedades como, por ejemplo, dengue, chikungunya y Zika (Vethaak y Leslie, 2016).

En un estudio reciente se encontraron residuos plásticos provenientes de la ingestión de alimentos cotidianos en heces fecales humanas de ocho países (Medical University of Vienna, 2018); también se han encontrado microplásticos en sal de mesa (Yang *et al.* 2015) y agua embotellada (Mason *et al.* 2018).

### **Impactos a nivel global**

Los términos “mancha de basura” o “isla de basura”, hacen referencia a la acumulación de residuos flotantes en grandes extensiones oceánicas (Rhodes, 2018). Debido a la persistencia de los plásticos en el ambiente, su baja densidad y elevada movilidad (Andrady, 2011), se concentran alrededor de cinco giros oceánicos alrededor del mundo (Eriksen *et al.* 2016). Las

islas de basura fueron descubiertas en 1997 (Kaiser, 2010) en el Pacífico Norte, Pacífico Sur, Atlántico Norte, Atlántico Sur y Océano Índico (Van Sebille *et al.* 2012). Se estima que la mancha de basura del Pacífico presenta la mayor acumulación de residuos, con una superficie de 1.6 millones de km<sup>2</sup> de cobertura y una cantidad de 1.8 trillones de piezas plásticas (Lebreton *et al.* 2018).

Los residuos plásticos incrementan el desplazamiento de especies invasoras, modificando las redes tróficas y la ecología local (Sigler, 2014) y también afectan a los vehículos marítimos enredándose en los propulsores y ocasionando fallas en el motor. Los objetos delgados y ligeros pueden bloquear las tuberías de succión y escapes de los motores causando fallas mecánicas (Cho, 2005).

El plástico contribuye al cambio climático en distintas fases de su ciclo de vida, desde la extracción del hidrocarburo hasta su disposición final. La combustión de polietileno (PET, PEAD, PEBD), polipropileno (PP) y poliestireno (PE) genera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), uno de los principales gases de efecto invernadero por su capacidad de retener radiación infrarroja y aumentar la temperatura del planeta (Mondragón-Suárez *et al.* 2019). Se calculó que, en 2019, la producción y quema de plásticos a nivel mundial produjeron más de 850 millones de toneladas de gases de efecto invernadero que llegaron a la atmósfera, lo que equivale a emisiones de 189 plantas generadoras de energía (Hamilton *et al.* 2019).

En la playa y el mar, el plástico desechado también libera gases de efecto invernadero (Hamilton *et al.* 2019) y su exposición a la radiación solar, biodegradación y fragmentación descomponen los polímeros originales del plástico en moléculas más pequeñas, lo que genera emisiones de efecto invernadero (Royer *et al.* 2018). En el estudio de Royer *et al.* (2018) se comprobó que el plástico que más gases producía era el polietileno de baja densidad: metano (CH<sub>4</sub>), etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) y propileno (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>).

Los océanos absorben una gran cantidad de CO<sub>2</sub> y producen cerca del 80% del oxígeno del planeta (Witman, 2017). Se ha reportado que los microplásticos inhiben la fotosíntesis del fitoplancton del océano, reduciendo su capacidad para asimilar CO<sub>2</sub> y producir oxígeno. Sjollema *et al.* (2016) encontraron que los microplásticos reducían hasta 45% la capacidad fotosintética del fitoplancton. Los microplásticos modificaron la reproducción y el metabolismo del fitoplancton.

## **Impactos económicos**

Los residuos en las playas afectan la calidad estética del entorno, disminuyendo la concurrencia turística y otras actividades (Roca y Villares, 2008) al influir en las decisiones para visitar un destino turístico (Jang *et al.* 2014). También aumentan los gastos por la limpieza de playas, que incluyen labores de recolección, transporte, disposición, costos administrativos y de gestión logística (Newman *et al.* 2015). Se presentan efectos indirectos de la contaminación por residuos en las playas que contribuyen a la economía local. En los puertos y marinas, los costos de la contaminación por residuos abarcan la limpieza de las instalaciones y transportes. En ciertos casos, disponer de los residuos en la maquinaria de los transportes de rescate incrementa los gastos (Mouat *et al.* 2010). Los impactos económicos de la contaminación plástica a nivel mundial se estiman entre 3,300-33,000 dólares por tonelada de plásticos al año (Beaumont *et al.* 2019).

### **1.4 La playa y la contaminación plástica.**

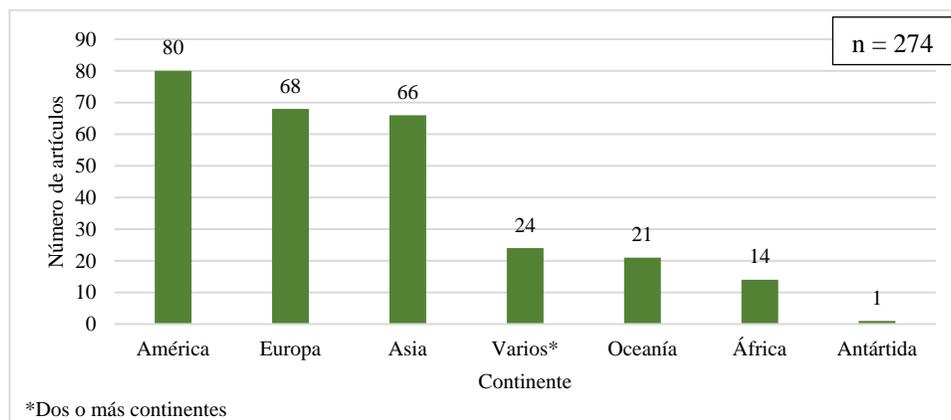
La playa es el espacio físico conformado por depósitos de grava y arena no consolidados, moldeados por las corrientes, mareas y viento (McLachlan y Brown, 2006) que mantiene un equilibrio dinámico entre la acumulación y la erosión (Moreno-Casasola y Travieso-Bello, 2006). En las playas ocurren diversos procesos ecológicos: filtración del agua salina y movilización de ciclos de nutrientes, fungen como hábitat de diversas especies y proporcionan servicios ecosistémicos y económicos (Kukulka *et al.* 2012; Lucrezi *et al.* 2009).

Las playas representan oportunidades económicas debido a su potencial turístico (Presenza *et al.* 2013). Las actividades turísticas, pesqueras y cotidianas de los habitantes de las localidades costeras generan residuos que, si se disponen de forma inadecuada, ingresan al mar (De Araujo *et al.* 2006). El problema se agudiza en las temporadas de mayor afluencia de turistas (Leite *et al.* 2014). Los residuos también se movilizan y depositan en la costa debido al transporte fluvial, las corrientes marinas y los vientos (Brennan *et al.* 2018). La interacción de factores bióticos y abióticos sitúa a la playa como vía de entrada, transferencia y disposición de plásticos al ambiente. Se ha reportado la presencia de contaminación plástica en playas de los cinco continentes, en estudios publicados entre 2019-2020 (Tabla 4), lo que

da una idea del alcance global del problema. América (80/274) y Europa (68/274) son los continentes con más estudios de la contaminación plástica (Figura 4).

*Tabla 4. Estudios sobre contaminación plástica en playas de los cinco continentes publicados entre 2019-2020.*

Continente	País	Número de playas muestreadas	Plástico (%)	Temporada de muestreo	Referencia
África	Senegal	2	(97.6%)	Febrero 2019	Tavares <i>et al.</i> 2020
América	Ecuador	26	(64.8%)	Octubre-diciembre 2018	Gaibor <i>et al.</i> 2020
Asia	China	1	(49.9%)	Mayo-julio 2018	Pervez <i>et al.</i> 2020
Europa	España	56	(83.6%)	Marzo-agosto 2018	Asensio-Montesinos <i>et al.</i> 2019
Oceanía	Australia	7	(95.4%)	Marzo 2017	Lavers <i>et al.</i> 2019



*Figura 4. Histograma de publicaciones que aparecen en las bases de datos Web of Science, Pub Med, Sci Elo usando las palabras clave plastic and beach not microplastic\* clasificadas por continente donde se realizó la investigación (1978-2020).*

### 1.5 Percepción y contaminación plástica.

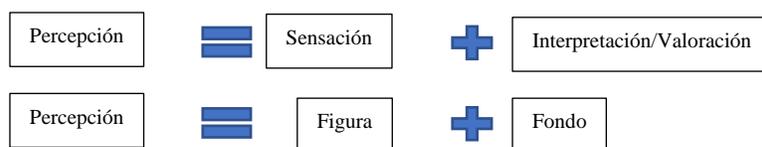
La psicología ambiental estudia las relaciones entre el ser humano y el ambiente (Moser, 2003) desde la perspectiva organísmica, entre otras, que considera un sistema integrado por humano-ambiente (Altman y Rogoff, 1987), que permite analizar el funcionamiento en conjunto del sistema en cuestión. La contaminación plástica es un fenómeno complejo que

no puede limitarse al análisis de la presencia de residuos plásticos, sino que debe considerarse desde la generación; es decir, las personas que desechan los plásticos y cómo ellos influyen en la problemática.

Las relaciones ser humano-ambiente son, en gran medida, un reflejo de la percepción que el individuo tiene de su entorno (Fernández, 2008). La percepción se define como el proceso de contemplación y entendimiento cognitivo del entorno a través de los sentidos (Urquijo y Barrera, 2009) y constituye la visión de los individuos sobre su alrededor, de sus transformaciones, así como las causas y consecuencias de las transformaciones (Lazos y Paré, 2000). Además conforma, junto con las actitudes y conductas, la experiencia ambiental del individuo (Ittelson, 1978). En este trabajo se emplearon dos conceptos: i) percepción ambiental, como la organización, interpretación y valoración de la información del ambiente captada por el individuo a partir de los sentidos, para configurar un cuadro significativo o coherente de su alrededor (Myers, 2005) y ii) percepción como principio de organización de la información en la forma: figura y fondo (Oviedo, 2004).

Mediante la percepción, la persona recibe información vía los sentidos, que corresponde a un estímulo denominado sensación. El análisis de la información comienza desde los receptores sensoriales y concluye con su integración en el cerebro (proceso ascendente). Posteriormente, se construye la percepción a partir de la experiencia una vez interpretada la información (proceso descendente) (Myers, 2005).

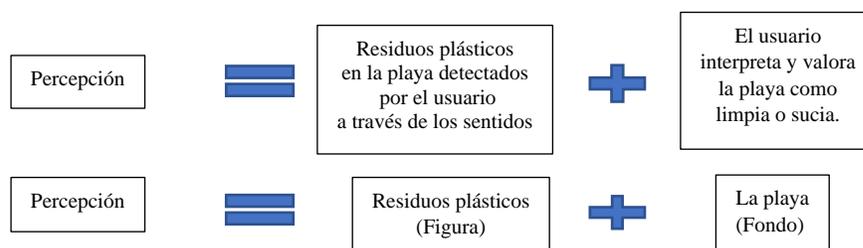
La percepción como principio de organización corresponde con un proceso de agrupación (Garrett, 2001). Se denomina figura a cualquier elemento que tenga contraste y represente una ruptura, con límites y características particulares de la homogeneidad del entorno. El fondo, por su parte, es el elemento homogéneo, con un grado de información constante, carece de límites y contrastes, aunque puede presentar ligeras variaciones (Oviedo, 2004). La información de ambos procesos se esquematiza en la Figura 5.



*Figura 5.* Conceptualización de la percepción a partir de la literatura consultada.

Con respecto a los problemas ambientales, la percepción permite evaluar cómo las personas influyen en la ocurrencia de éstos. Uno de los primeros pasos para actuar sobre una problemática ambiental es reconocer que ésta existe (Slavin *et al.* 2012). La percepción de los problemas ambientales influye en las actitudes y comportamientos de las personas (Borroto *et al.* 2011).

Las playas son espacios asociados a la percepción de su calidad escénica, debido a que se les considera sitios de belleza, recreación y placer (Nelson *et al.* 1999). Así, la presencia de residuos disminuye las propiedades estéticas, repercutiendo en la percepción de los visitantes. Vaz *et al.* (2009) identificaron que el 97% y 74% de los visitantes encuestados en las playas de Portugal e Inglaterra, respectivamente (n = 282), consideraron la limpieza de las playas como el factor más importante para su elección de visita vacacional. En otro estudio Krelling *et al.* (2017) señalaron que, en algunas playas de Estados Unidos, México, Europa y el Caribe, la limpieza y la ausencia de residuos son de los factores con mayor consideración de los visitantes al evaluar destinos turísticos. Con lo anterior, la percepción de los residuos plásticos en las playas se conceptualizó en la Figura 6:



*Figura 6.* Conceptualización de la percepción y contaminación plástica a utilizar en este estudio, a partir de la literatura consultada.

La percepción de los usuarios de las playas debe incluirse en la toma de decisiones, ya que las opiniones y demandas derivadas de este proceso forman parte del éxito o fracaso de los programas ambientales que contemplan la gestión y manejo de residuos (Hastings y Potts, 2013). Aunado a ello, el incremento de la concientización puede contribuir a disminuir la generación de residuos (Rees y Pond, 1995). Analizar el conocimiento público del tema propicia la mejora de las estrategias de manejo ambiental (Marin *et al.* 2009).

Se ha estudiado que el comportamiento de la disposición de residuos en las playas por parte de los visitantes está relacionado con la aceptación de los individuos a continuar desechando los residuos en un lugar donde previamente se observó el hábito (Sibley y Liu, 2003).

Como parte de la revisión de literatura para construir el presente marco teórico, se encontraron estudios realizados en diversas partes del mundo que abordan la percepción en las playas (Tabla 5).

*Tabla 5. Estudios sobre percepción en las playas.*

País	Año	Número de playas en las que se realizó el estudio	Número de participantes en el estudio	Metodología	Temática	Referencias
España	2016	9	201	Cuestionario	Calidad escénica	Rayon-Viña <i>et al.</i> 2018
Brasil	2015-2016	2	319	Cuestionario	Calidad escénica	Krelling <i>et al.</i> 2017
Australia	2013	1	136	Cuestionario	Comportamiento	Campbell <i>et al.</i> 2014
Chile	2010	30	909	Cuestionario	Comportamiento	Eastman <i>et al.</i> 2013
Brasil	2012	1	40	Entrevista	Conocimientos sobre contaminación plástica	Fernandes y Sansolo, 2013
Australia	2011	5	173	Cuestionario	Comportamiento	Slavin <i>et al.</i> 2012
Brasil	2003	1	169	Cuestionario	Comportamiento y calidad escénica	Santos <i>et al.</i> 2005

## 1.6 Contaminación plástica en las playas de Yucatán.

La costa del estado de Yucatán se localiza al sureste de la República Mexicana y se conforma por diversos ambientes, como la playa y una parte del litoral marino. Tiene una extensión de 350 km y en ella habita el 6.5% de la población estatal (LANRESC, 2017). Las playas de Yucatán ocupan una extensión de 295 km y una superficie de 511 hectáreas de la región costera. Constituyen el 0.01% de la superficie estatal. La costa de Yucatán presenta características de biodiversidad, prestación de servicios ambientales, aprovechamiento de recursos naturales y ofrece espacios propicios para las actividades de esparcimiento (Euán-Ávila *et al.* 2014). En la costa se desarrollan actividades productivas como la pesca, acuicultura, extracción de sal, actividades portuarias y turismo (García *et al.* 2011) que, junto

con la ocupación permanente del espacio por asentamientos humanos, son consideradas factores estresores, ya que contribuyen a la generación, acumulación y liberación de residuos al ambiente (Rayon-Viña *et al.* 2018).

Se realizó una búsqueda adicional de literatura en los repositorios digitales de tesis del Cinvestav Mérida, la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y la Universidad Marista, debido a que su producción académica no aparece en las bases de datos consultadas previamente y son referentes de la investigación a nivel local. No se encontraron estudios de la UADY ni de la Universidad Marista referentes al plástico en las playas. En la Tabla 6 se indican los trabajos que mencionan la problemática existente sobre el plástico en Yucatán.

*Tabla 6. Trabajos del Cinvestav Mérida que mencionan la problemática de los residuos en la costa de Yucatán.*

Playa	Año	Población de estudio	Información sobre residuos en el estudio	Referencias
Chabihau	1999-2000	Habitantes	Poco conocimiento sobre manejo y gestión de residuos entre la población	Rendis, 2003
Celestún	2002	Habitantes	Utilización de basura como material de relleno de la ciénega	Méndez, 2004
Celestún	2003	Habitantes	Infraestructura insuficiente para el manejo de residuos	Robles, 2005
El Puerto	2005	Habitantes	Utilización de basura como material de relleno de la ciénega	Paredes, 2006
Celestún	2006-2007	Habitantes	Manejo comunitario de residuos	Uc, 2007
Chabihau	2007-2008	Habitantes	Manejo comunitario de residuos	Atoche, 2008
Sisal	2010	Habitantes	Problemática de generación, recolección y manejo de residuos	López, 2011
Ría Lagartos	2010-2011	Habitantes	Disposición inadecuada de residuos	Murguía, 2012
San Felipe, Ría Lagartos, Progreso	2013-2014	Habitantes	Disposición inadecuada de residuos	Ojeda, 2015
Progreso	2014-2015	Habitantes	Generación y manejo de residuos	Ancona, 2015
Sisal	2017-2018	Habitantes	Utilización de basura como material de relleno de la ciénega	Torales, 2019

Se encontró que la problemática de los residuos en las playas incrementa con la llegada de turistas, como es el caso de Progreso (Ancona, 2015) y Sisal (López, 2011). Las temporadas con mayor afluencia son Semana Santa, julio y agosto, no obstante, la actividad turística se mantiene a lo largo del año (García *et al.* 2011). Otras actividades que generan residuos son la llegada de cruceros en Progreso y eventos masivos como el Carnaval (Cabañas *et al.* 2010; Keb, 2020). Un marco referencial para confirmar la relación entre la generación de residuos y la temporada de afluencia de visitantes a las playas son los calendarios de la Secretaría de Educación Pública (SEP), en los que se indican las temporadas vacacionales y festivas, que coinciden con los periodos de mayor afluencia de visitantes a las playas (Anexo 1).

La literatura reporta que la pesca es otra actividad generadora de residuos en las playas de Yucatán (Urrea, 2016). Los habitantes de las localidades costeras también generan residuos y se ha reportado que los utilizan como relleno de ciénegas (Méndez, 2004; Paredes, 2006; Torales, 2019). La carencia de infraestructura adecuada para el manejo de residuos es un denominador común entre las playas de la entidad (Robles, 2005; Urrea, 2016). Ninguno de los trabajos cuantifica la contaminación plástica, ni aborda la perspectiva de los visitantes. El presente estudio aportará datos para empezar a llenar el vacío de información detectado.

Al realizar una revisión de literatura en la base de datos *Google Scholar*, se encontró que 12 de los 17 estados de la república con litoral costero han realizado investigaciones sobre los residuos (Figura 7). De las publicaciones encontradas para el estado de Yucatán (3/24), ninguna aborda la cuantificación de plásticos y la percepción de los usuarios de la playa (Figura 7). Los estudios reportados de la Ciudad de México hacen referencia a la evaluación de ordenamientos jurídicos propuestos para la regulación de los plásticos a nivel federal. Al encontrarse un vacío de información al respecto de la cuantificación de plásticos y la percepción de los usuarios en Yucatán, esta investigación aportará información sobre el tema.

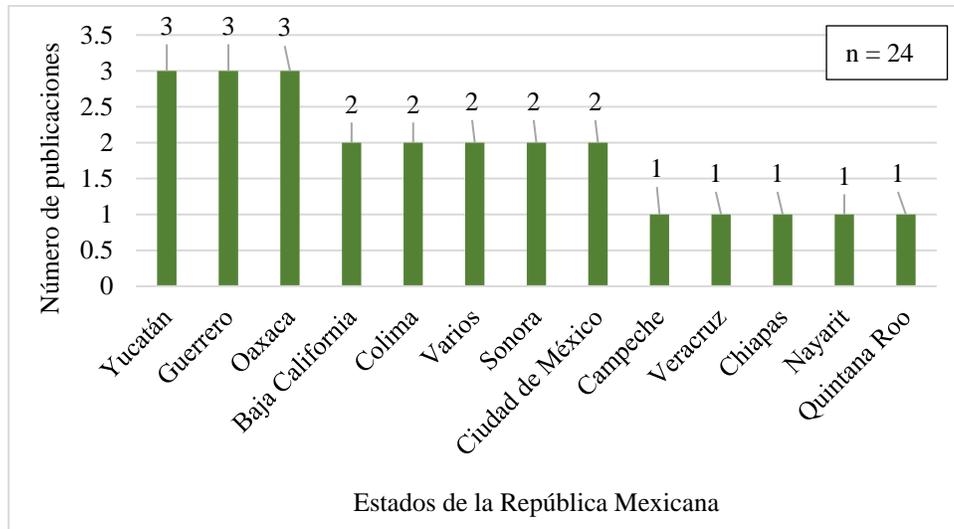


Figura 7. Histograma de publicaciones que aparecen en las bases de datos *Google Scholar* usando las palabras clave *plastic and beach and Mexico not microplastic\** clasificadas por estado de la República Mexicana.

Para organizar la información encontrada en las revisiones de literatura, se elaboraron dos mapas conceptuales que permitieron conceptualizar el tema de la investigación y desarrollar la estructura del marco teórico (Figuras 8 y 9).

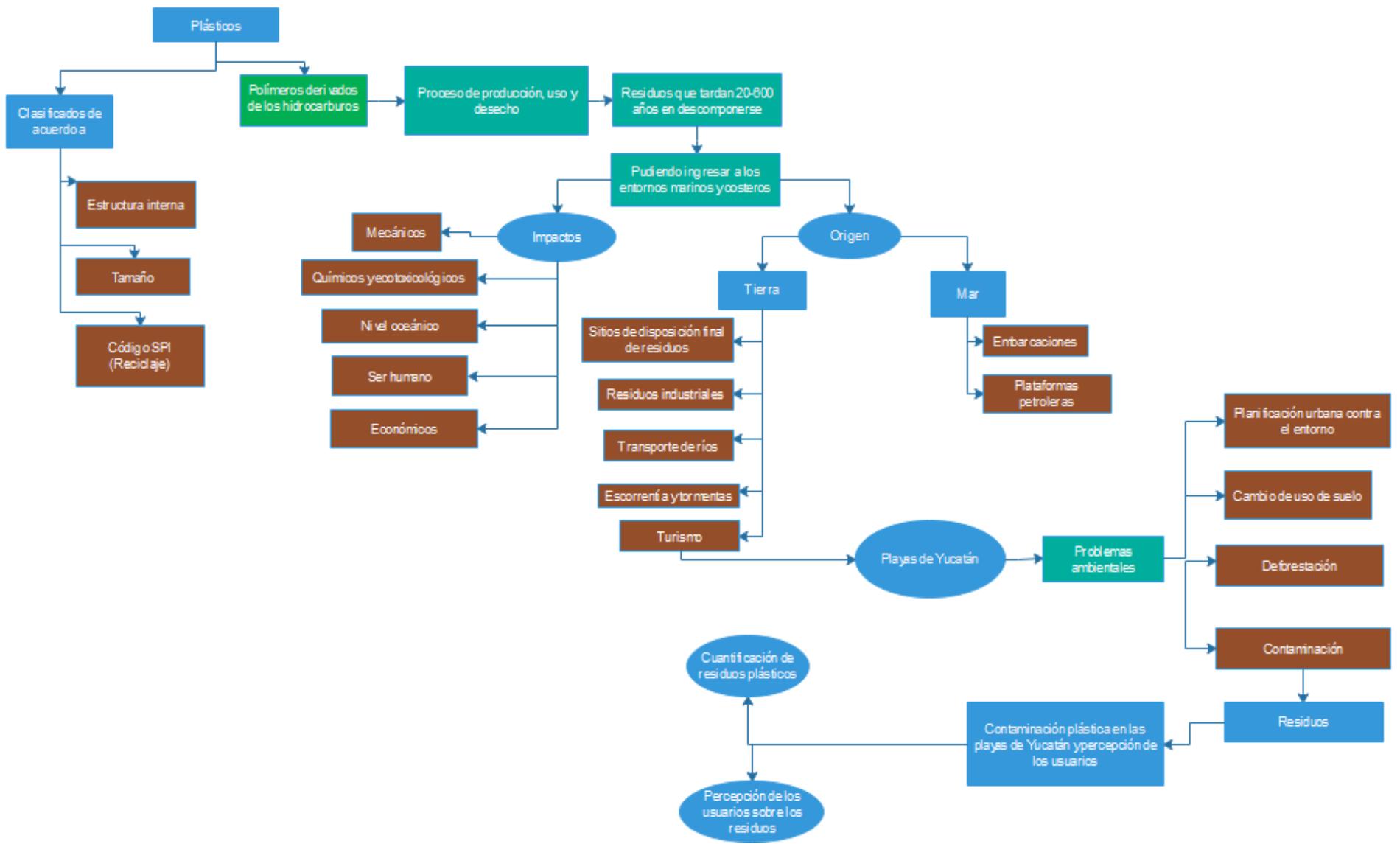


Figura 8. Mapa conceptual de la contaminación plástica en las playas.

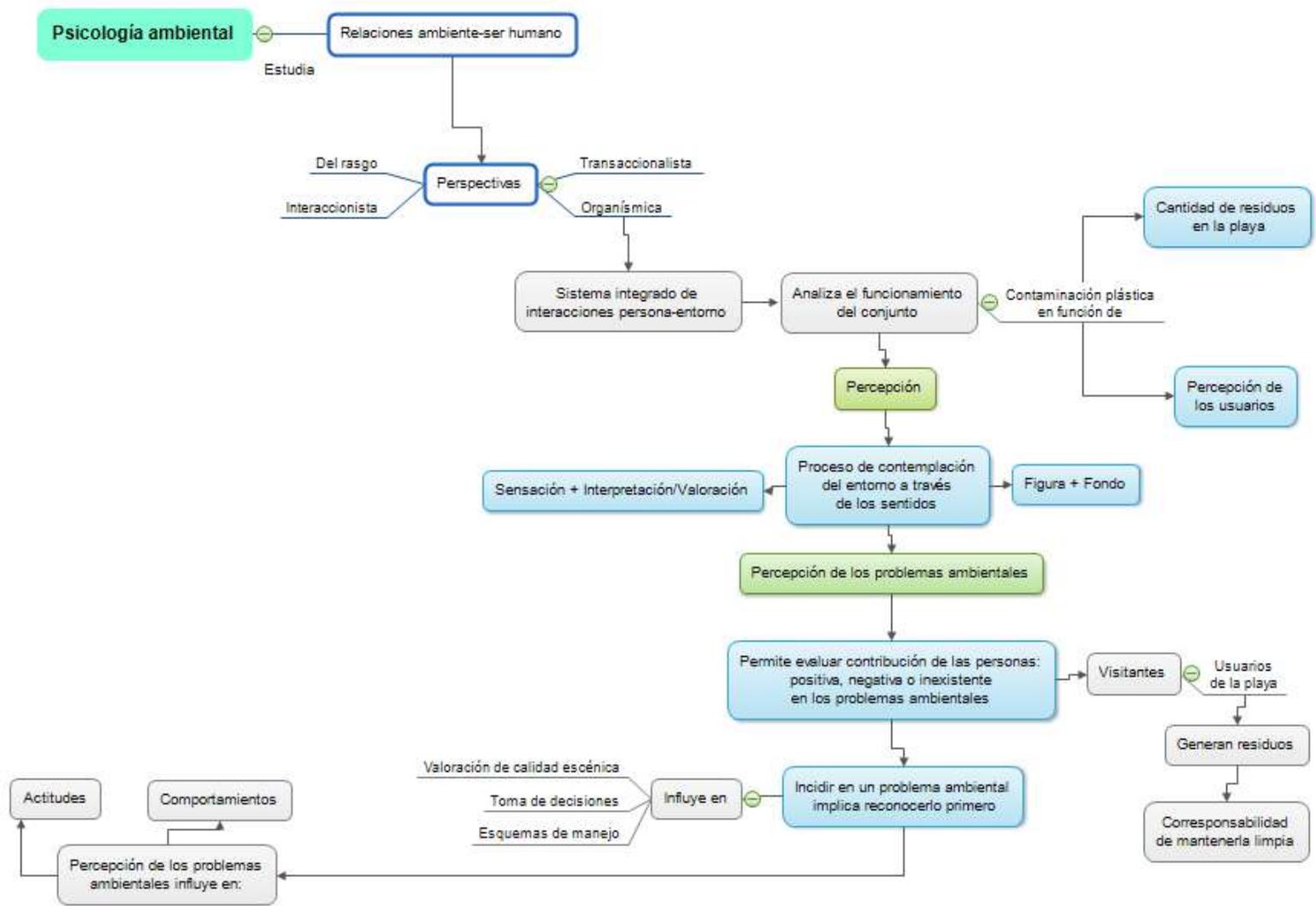


Figura 9. Mapa conceptual de la percepción de la contaminación plástica.

## METODOLOGÍA

### 1. Tipo de investigación.

El presente estudio fue descriptivo y exploratorio (Hernández-Sampieri *et al.* 2014) e incluye dos etapas: i) longitudinal, para la cuantificación de residuos plásticos (marzo 2019-febrero-2020) y ii) transversal para conocer la percepción de los usuarios (agosto-noviembre 2019). El diseño de estudio longitudinal permite una descripción adecuada de la cantidad de residuos plásticos (Kumar *et al.* 2016) para observar tendencias temporales, lo que representa una ventaja con respecto a un estudio transversal, el cual describe el problema en un momento dado y no permite profundizar en el análisis de la problemática.

Se utilizaron: i) cuadrantes delimitados para la identificación y recolecta de plásticos, ii) pesaje y conteo de plásticos en laboratorio, iii) encuesta a los visitantes de las playas y iv) entrevista semiestructurada a los encargados municipales del manejo de residuos. Se calculó el *Clean Coast Index* (CCI) para clasificar a las playas de acuerdo con la cantidad de plásticos presentes en un área determinada.

Las variables del estudio fueron: i) peso de los residuos plásticos, ii) número de piezas de residuos plásticos y iii) percepción de los usuarios de la playa en relación con: generación de residuos plásticos en la playa, valoración de la calidad estética y conocimientos sobre la contaminación plástica (orígenes, efectos, responsables y soluciones). El peso y el número de piezas permitieron describir la magnitud de la contaminación por objetos plásticos en las playas seleccionadas. La percepción permitió identificar si los usuarios reconocen el problema. Las unidades de análisis del estudio fueron: i) playas, ii) personas encuestadas (visitantes) y iii) personas entrevistadas (encargados municipales del manejo de residuos).

### 2. Área de estudio.

La investigación se realizó en las playas de Celestún, Sisal, en el municipio de Hunucmá y Progreso, del estado de Yucatán, México (Figura 10).



Figura 10. Ubicación geográfica de las tres playas de estudio. Se incluyen las principales carreteras de acceso a las localidades, puertos y la demarcación de la mancha urbana.

## 2.1 Criterios de selección de las playas.

Las playas se seleccionaron a partir de la presencia de factores estresores (Rayon-Viña *et al.* 2018) que contribuyen a la generación y acumulación de residuos y que permitieron la conformación de un gradiente de playas con diferente intensidad y diversidad de usos, donde se observó y describió la contaminación plástica de acuerdo con las particularidades de cada sitio:

- i) Infraestructura turística existente (Tabla 7) y, en el caso de Progreso, arribo de cruceros (SEFOTUR, 2019).

Tabla 7. Infraestructura turística en las playas seleccionadas.

	Infraestructura turística		
	Progreso	Celestún	Sisal (Hunucmá)
Establecimientos de hospedaje	38	16	3
Establecimientos de preparación y servicio de alimentos y bebidas	61	11	13
Otros establecimientos que prestan servicios relacionados al turismo	42	35	16

Fuente: SEFOTUR, 2019; InvenTur, 2019; INEGI, 2018.

- ii) Puertos. Existencia de puertos de abrigo, cabotaje o de altura.
- iii) Vías de comunicación. Principales accesos a las localidades costeras por la Carretera Federal 261 Mérida-Progreso; Carretera Federal 281 Mérida-Celestún y Mérida-Sisal (SCT, 2019).
- iv) Actividad pesquera. La pesca es una de las actividades económicas más importantes de las comunidades costeras. En 2005, la extracción total a nivel estatal correspondió a 23,775 toneladas. Las localidades seleccionadas pertenecen a los municipios con mayor contribución a la pesca: Progreso con 50% del total estatal, Celestún con 16% y Sisal, ubicado en el municipio de Hunucmá, con 8% (Liceaga-Correa *et al.* 2014).
- v) Localidades habitadas de manera permanente, lo que significa sectores urbanizados.

Posterior a la selección de los sitios de estudio, se eligieron las herramientas para el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

### **3. Cuantificación de plásticos.**

#### **3.1 Tipos de plásticos a cuantificar.**

Se recolectaron objetos plásticos con dimensiones mayores a 5 cm y colillas de cigarro. Los residuos plásticos mayores a 50 cm se contabilizaron y se buscó su peso nominal en páginas web. Los residuos que representaron riesgo sanitario: toallas sanitarias, pañales y preservativos no se llevaron al laboratorio. Se contabilizaron en campo y se les asignó un peso nominal obtenido en páginas web.

#### **3.2 Metodología de cuadrantes delimitados y procedimiento de recolección.**

Se seleccionó el método de cuadrantes delimitados, de 5 x 50 metros, por su reproducibilidad y adaptabilidad a las condiciones de las playas de estudio y para no interferir con las actividades que en ellas se desarrollaban (Figura 11). Se instalaron tres cuadrantes en cada playa, lo que permitió abarcar un área de 250 m<sup>2</sup> por cuadrante, teniendo una superficie total de muestreo de 750 m<sup>2</sup> por playa. Cada cuadrante se trazó entre la línea de marea y el inicio de las construcciones. Se establecieron próximos a puntos de mayor actividad humana: i)

muelles, ii) vías de acceso principales, iii) restaurantes con palapas junto al mar y iv) sitios de atraco de embarcaciones.



Figura 11. Distribución de cuadrantes delimitados con respecto a las actividades que contribuyen a la generación y acumulación de residuos en Progreso.

Cada cuadrante fue demarcado con cuerda de nylon, con una longitud que permitiera delimitar el perímetro del cuadrante, cinta métrica de 5 m y cuatro estacas metálicas. Se recolectaron objetos plásticos encontrados tanto sobre la superficie del cuadrante y a 3 cm de profundidad removiendo la arena, lo que facilitó la recolección de colillas de cigarro y algunos residuos enterrados.

Las recolecciones se llevaron a cabo de las 16 a 18 horas durante los domingos de cada mes, de marzo de 2019 a febrero de 2020, horario en que los visitantes comenzaban a retirarse y en las que no se identificó recolección por parte del servicio de limpia, de acuerdo con lo observado durante visitas previas.

### 3.3 Pesaje, conteo y clasificación de plásticos.

Se seleccionó al peso como una de las variables para reportar la contaminación plástica y, adicionalmente, se registró el número de piezas plásticas recolectadas para calcular el *Clean Coast Index* (CCI) (Alkalay *et al.* 2007), que determina el número de piezas plásticas por m<sup>2</sup>

de playa y permite clasificar al sitio de acuerdo con una escala de categorías del grado de limpieza o contaminación.

Se retiró la arena a cada objeto antes de pesarlo mediante dos métodos: i) en seco y ii) en húmedo (Figura 12). Cada objeto se pesó por triplicado y por grupos de plásticos según su uso (botellas plásticas, popotes, vasos, cubiertos, entre otros), utilizando una balanza O’Haus Ranger modelo v2 RD12LS del Laboratorio de Salud Ambiental del Cinvestav Mérida, con una precisión de  $5 \times 10^{-4}$  kg.

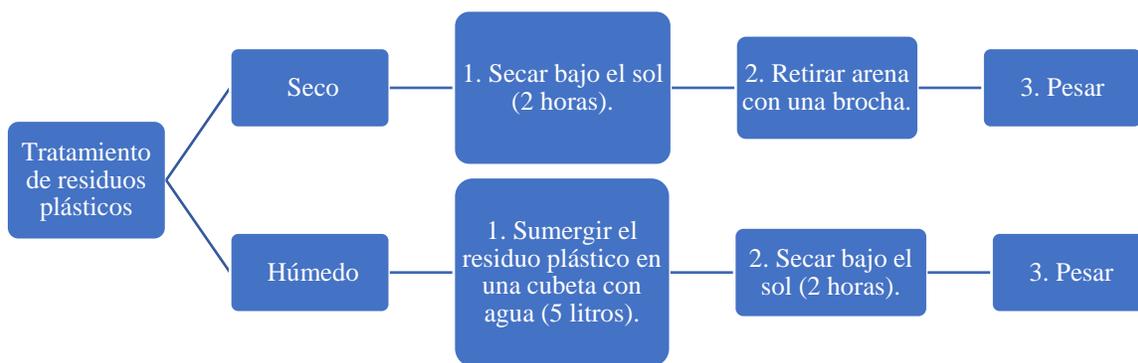


Figura 12. Proceso de remoción de arena para pesar los plásticos.

Los plásticos se clasificaron por el código de aptitud de reciclaje (Tabla 2. Ver Marco Teórico). Se buscó el código impreso en la superficie del objeto. En caso de no encontrarlo, se identificó el objeto por su uso empleando catálogos de productos disponibles en internet que incluyeran el tipo de plástico con el que fueron elaborados. Para los plásticos que por sus dimensiones o deterioro no pudieron clasificarse, se incluyeron en la categoría “plásticos no identificados”.

Para identificar los usos de los plásticos depositados en la playa se utilizó el manual “*UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter*” del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP por sus siglas en inglés) que agrupa en siete categorías a los plásticos recolectados: i) contenedores, ii) pesca y embarcaciones, iii) alimentos y bebidas, iv) empaques, v) sanitarios, vi) residuos de fumadores y vii) otros (PNUMA, 2009).

### 3.4 Cálculo del índice *Clean Coast Index*.

Para indicar el grado de contaminación plástica en la playa, se calculó el *Clean Coast Index* (CCI), que mide de manera categórica la contaminación de la playa a partir del número de objetos plásticos encontrados en un muestreo por cuadrantes delimitados (Alkalay *et al.* 2007). La fórmula incorpora el número de objetos plásticos, el área total del cuadrante delimitado y la constante  $K = 20$ , establecida por los autores para facilitar su interpretación. Los resultados se expresaron en piezas plásticas/m<sup>2</sup>. El índice se calculó mensualmente para cada una de las playas incluidas en este estudio.

$$CCI = \frac{\text{Total de piezas plásticas por cuadrante delimitado}}{\text{Área total del cuadrante (m}^2\text{)}} * K \quad (1)$$

Las categorías del índice se observan en la Tabla 8:

*Tabla 8. Intervalos de clasificación de las playas del Clean Coast Index.*

CCI	Muy limpia	Limpia	Moderada	Sucia	Extremadamente sucia
Valor numérico	0-2.0	2.1-5.0	5.1-10.0	10.1-20.0	20.1+

Fuente: *Alkalay et al.* 2007.

La segunda parte del estudio consistió en describir la percepción de las personas asociadas a la playa.

## 4. Percepción de los visitantes de la playa.

Se eligió trabajar con los visitantes debido a que realizan actividades recreativas en la playa y generan residuos durante su estancia y porque constituyen una población no estudiada en trabajos previos y son corresponsables de mantener limpias las playas. Además, se entrevistó a los encargados de manejo de residuos de las localidades para complementar la información obtenida de los visitantes y porque son los tomadores de decisiones en la materia.

### 4.1 Cálculo y selección de muestra.

#### Visitantes.

Se calculó aleatoriamente el número de visitantes a encuestar. Se tomó en cuenta la fórmula para poblaciones infinitas, ya que no existen datos sobre el número de visitantes en las playas de Yucatán:

$$n = \frac{Za^2 * p * q}{e^2} \quad (2)$$

n = Número de individuos de la muestra.

Za = Nivel de confianza. Se utilizó un nivel de confianza del 95% (0.95). Para realizar el cálculo debe usarse el valor en las tablas de Z=1.96 (Spiegel y Stephens, 1991).

p = Probabilidad de ocurrencia del fenómeno: personas en la playa que tiran residuos plásticos. Se utilizó 50% (0.5), debido a que no existe marco de muestreo previo.

q = Probabilidad de que no ocurra el fenómeno. El resultado corresponde con  $q = 1 - p$ , por lo tanto  $q = 1 - 0.5 = 0.5$ .

e = Error estándar máximo aceptable. Corresponde al 5% (0.05), recomendado utilizar en ciencias sociales (Hernández-Sampieri *et al.* 2014).

Sustituyendo los valores en la fórmula:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2} = 384 \quad (3)$$

El tamaño de muestra fue de 384 individuos. Tomando en cuenta que se estudiaron tres playas y las limitaciones del tiempo asignado para el trabajo de campo, recursos financieros y recursos humanos, se tomó la decisión por conveniencia de dividir el tamaño de muestra por playa en 128 participantes por cada una.

### **Encargados municipales del manejo de residuos.**

Para los encargados municipales del manejo de residuos, se llevó a cabo una selección de cinco informantes clave (n = 5):

- i) Director de Servicios Públicos y Ecología (Progreso).
- ii) Subdirectora de Ecología (Progreso).
- iii) Director de Aseo Urbano (Hunucmá).
- iv) Comisario municipal (Sisal).
- v) Director de Ecología (Celestún).

En Progreso se comparte la gestión de residuos entre la Dirección de Servicios Públicos, encargada de la recolección y disposición final de los residuos y la Subdirección de Ecología, departamento encargado de limpiezas masivas y de acciones de apoyo a Servicios Públicos. En el caso de Sisal, se tiene una responsabilidad compartida en la limpieza de la playa entre la comisaría municipal y la dirección de Aseo Urbano de Hunucmá.

#### **4.2 Características de los participantes del estudio.**

La población de estudio comprendió a las personas asociadas a la playa: (i) visitantes y (ii) encargados municipales del manejo de residuos.

- i) Visitantes. Personas mayores de edad, que se encuentren en el área de la playa.
- ii) Encargados del manejo de residuos. Encargados de departamento de ecología a nivel municipal o local. Responsables de la recolección de residuos de las localidades.

#### **4.3 Encuesta.**

Para la percepción de los visitantes se utilizó la técnica de la encuesta, procedimiento que consiste en recolectar datos por medio de la interrogación de los participantes (López-Roldán y Fachelli, 2015). El instrumento utilizado fue el cuestionario, que consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir (Hernández-Sampieri *et al.* 2014). En este caso la variable fue la percepción.

El objetivo del cuestionario fue describir la percepción de los usuarios con respecto a la contaminación plástica en la playa. Se aplicó de manera personal, encuestador-encuestado, anotando las respuestas del encuestado en un cuestionario por escrito. El diseño del cuestionario fue mixto, compuesto por preguntas cerradas, dicotómicas, y abiertas, de opción múltiple. El cuestionario contó con un total de 23 preguntas y estuvo dividido en tres secciones:

- i) A. Datos generales de la persona (5 preguntas). El objetivo de la sección es describir los aspectos demográficos de la población de estudio.

- ii) B. Generación de residuos plásticos en la playa (8 preguntas). Investigar la percepción de los visitantes con respecto a la generación de residuos plásticos durante sus actividades en la playa.
- iii) C. Percepción sobre contaminación plástica en la playa (10 preguntas). Describir y profundizar la percepción que tienen los visitantes sobre los aspectos de limpieza de la playa, residuos plásticos más abundantes, origen de los residuos, problemas asociados a la contaminación plástica y la asignación de responsabilidades en la limpieza de la playa.

El cuestionario se aplicó entre agosto y noviembre de 2019 a los visitantes que se encontraron en el área de la playa.

#### **4.4 Entrevista semi estructurada.**

La finalidad del instrumento fue complementar la información proporcionada por los visitantes y ampliar el análisis de la información a partir de la perspectiva de los encargados de manejo de residuos.

La entrevista es una técnica de investigación cualitativa en la que se mantiene un diálogo con estructura y propósito. El entrevistador busca entender un tema a partir del entrevistado (Álvarez-Gayou, 2003). El instrumento utilizado fue una guía de entrevista semi estructurada, que parte de una guía de preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para complementar la información (Hernández-Sampieri *et al.* 2014).

La entrevista semi estructurada se desarrolló de manera personal entrevistador-entrevistado. La guía estuvo conformada por preguntas abiertas de tipo i) descriptivas y ii) opinión. Las entrevistas se recabaron con el anonimato del participante, se preguntó si autorizaban tomar notas y la grabación de la conversación para su posterior análisis. Para ello se elaboró un documento de consentimiento informado. Se utilizó una grabadora Olympus Digital Voice Recorder VN-4100 PC. La guía de entrevista contó con 39 preguntas y estuvo conformada por tres secciones:

- i) A. Datos generales de la persona (5 preguntas). El objetivo de la sección es describir los aspectos demográficos de los entrevistados.

- ii) B. Percepción sobre contaminación plástica en la playa (10 preguntas). Describir la percepción de la generación de residuos plásticos de los encargados.
- iii) C. Gestión y manejo de residuos plásticos en la playa (24 preguntas). Se solicitó a los encargados que describieran las medidas de gestión de los residuos plásticos en la playa: procedimiento de recolección, estrategias de reciclaje y aprovechamiento de plásticos, quejas de los visitantes o la ciudadanía hacia el servicio de recolección, destino final de los residuos e infraestructura con la que cuenta el organismo de recolección y dificultades del proceso.

Las entrevistas se llevaron a cabo de septiembre a noviembre de 2019, de lunes a viernes, en las instalaciones de la administración pública en horario de oficina, previa cita.

### **Prueba piloto.**

Se realizaron pruebas piloto de los cuestionarios del 12 al 14 de julio de 2019, con una duración que varió entre 10-15 minutos por persona. Se realizó la prueba piloto de la guía de entrevista el 13 de agosto de 2019 en Chuburná Puerto, que comparte características similares a las playas de estudio. Se entrevistó a dos miembros de la comisaría involucrados en el manejo de residuos. La duración de cada una de las entrevistas fue de 40 minutos a 1 hora.

La finalidad de las pruebas fue precisar la facilidad con la que los participantes respondían las preguntas, identificar aquellas que no contribuían al aporte de información relevante para el estudio, adecuar el lenguaje para facilitar la comprensión del participante, eliminar dificultades y considerar la inclusión de otras preguntas para fortalecer el instrumento.

## **5 Análisis de resultados.**

Los resultados de la cuantificación de plásticos se capturaron en Microsoft Office Excel<sup>®</sup> (Microsoft México, 2013). La estadística, en kilogramos y número de piezas, se calculó en el programa Minitab<sup>®</sup> versión 19 (Minitab LLC, 2019). Se utilizó la prueba de Anderson-Darling para analizar la distribución de los datos que, posteriormente se transformaron con logaritmo base diez para cumplir con los criterios de normalidad. Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) con pruebas de Tukey para encontrar diferencias estadísticamente

significativas de pesos, piezas, composición química y usos de los plásticos recolectados. Con la correlación de Pearson se determinó la relación entre el resultado de la cuantificación de residuos y la temporada de recolección en las playas.

Para la información de las encuestas se utilizó Microsoft Excel, para clasificar las respuestas obtenidas en campo. Se recurrió a pruebas de  $X^2$  para encontrar diferencias estadísticamente significativas en la percepción de los usuarios y la playa que visitaron.

Las entrevistas semi estructuradas a los encargados municipales del manejo de residuos se transcribieron al programa Microsoft Office Word® (Microsoft México, 2013) a partir de los audios recabados. Se efectuó un análisis de contenido para complementar la información proporcionada por los turistas.

## RESULTADOS

Esta sección se organizó en tres apartados que corresponden con los objetivos específicos de la investigación. La primera sección está enfocada a la evaluación cuantitativa en peso y número de piezas plásticas en las playas de Progreso, Sisal y Celestún durante doce meses (marzo de 2019 a febrero de 2020). La segunda describe los resultados de la encuesta aplicada a los visitantes en relación con la contaminación plástica en las playas, durante la temporada de agosto a noviembre de 2019. En la última sección se presentan los resultados de las entrevistas realizadas a los encargados del manejo de residuos de las localidades de estudio.

### 1. Cuantificación de plásticos.

#### 1.1. Peso y número de piezas plásticas.

Se cuantificó un total de 28.85 kg y 6187 piezas plásticas en las tres playas estudiadas, obtenidos en 36 recolecciones, 12 por playa (Tabla 9). El 48.2% de los plásticos se recolectaron en Progreso, 27.5% en Sisal y 24.3% en Celestún.

*Tabla 9. Peso (kg) y número de piezas plásticas recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020.*

	kg	Piezas
Progreso	13.9	2908
Sisal	7.9	1889
Celestún	7	1390
Total	28.85	6187

Al aplicar un análisis de varianza (ANOVA) se encontraron diferencias estadísticamente significativas en peso (Figura 13) y número de piezas (Figura 14) de los residuos recolectados en Progreso y Celestún; no se encontraron diferencias en peso y número de piezas de los residuos en Sisal con respecto a las otras dos playas ( $p > .05$ ). En la Tabla 10 se presentan los máximos y mínimos (peso y piezas) del periodo total de muestreo por playa:

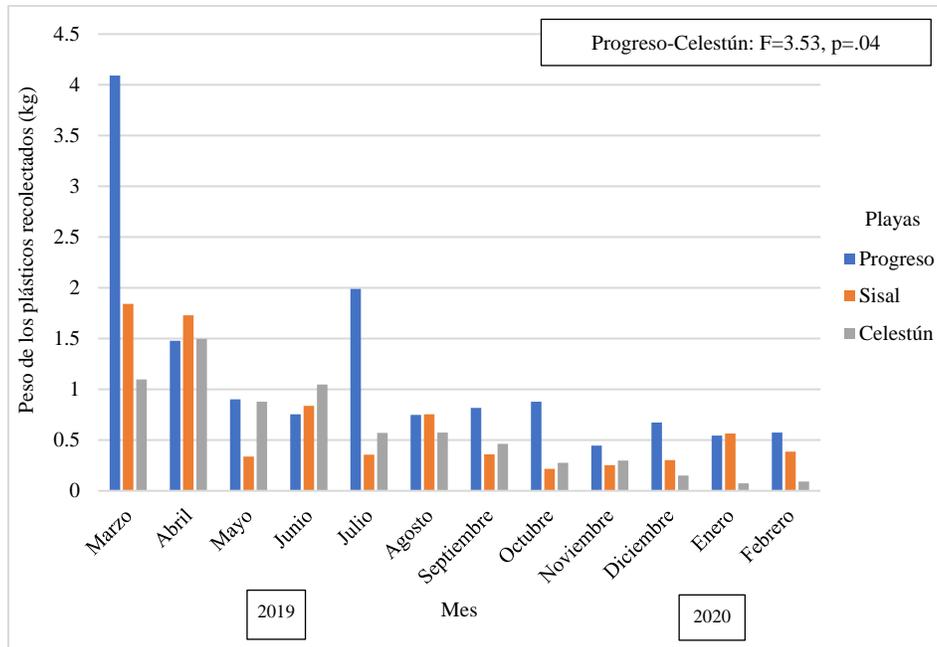


Figura 13. Peso (kg) de los residuos plásticos recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020.

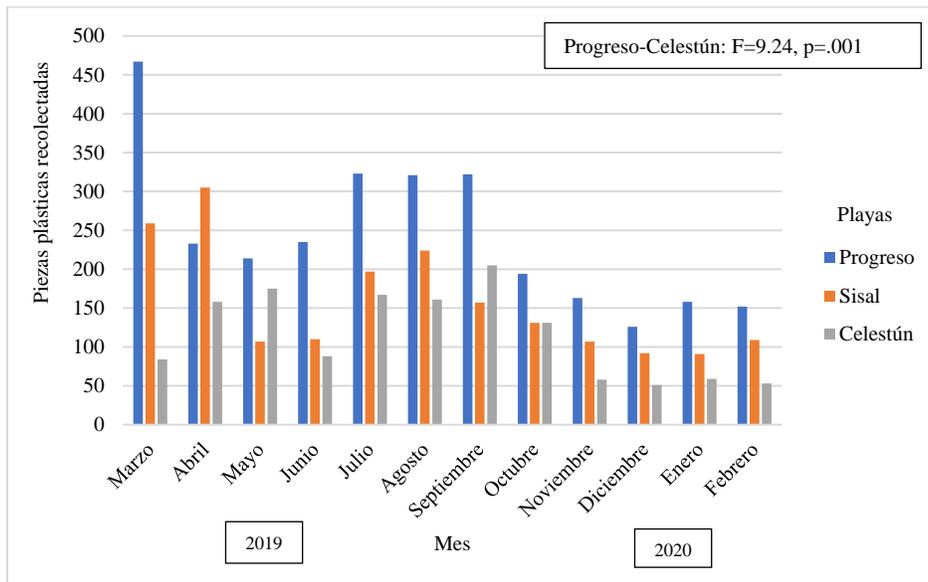


Figura 14. Número de piezas de los residuos plásticos recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020.

*Tabla 10. Máximos y mínimos del total de plásticos recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020.*

Playa	kg		Piezas	
	Max	Min	Max	Min
Progreso	Marzo (4.09)	Noviembre (0.4)	Marzo (467)	Diciembre (126)
Sisal	Marzo (1.8)	Octubre (0.21)	Abril (305)	Enero (91)
Celestún	Abril (1.5)	Enero (0.07)	Septiembre (205)	Diciembre (51)

Los resultados de la correlación de Pearson calculada indicaron que existe relación lineal entre los meses y la cantidad de plásticos recolectados en peso y pieza (Tabla 11).

*Tabla 11. Correlación de Pearson para los meses de recolección, peso (kg) y piezas de plásticos recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020.*

Playas	Peso		Piezas	
	R	p	R	p
Progreso-Sisal	0.59	.04	0.77	<.001
Progreso-Celestún	0.62	.03	0.63	.02
Celestún-Sisal	0.55	.06	0.57	.05

## 1.2 Clasificación de plásticos por composición química.

Se identificaron 24 tipos de plásticos por su composición química (Anexo 1) durante los muestreos. Del total de piezas recolectadas en las tres playas, el 74.3% no contaba con el símbolo de reciclaje (n=4594). Se indican los máximos y mínimos (peso y piezas) del total del muestreo en la Tabla 12.

*Tabla 12. Máximos y mínimos del total de plásticos recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020.*

Playa	kg		Piezas	
	Max	Min	Max	Min
Progreso	PP <sup>a</sup> (3.2)	Caucho sintético (5x10 <sup>-4</sup> )	Colillas de cigarro (681)	Resina fenólica (1)
Sisal	PEAD <sup>b</sup> (2.07)	Látex sintético (5x10 <sup>-4</sup> )	PEAD (632)	Látex sintético (1)
Celestún	PEAD (2.1)	Glicol de polietilentereftalato (3x10 <sup>-3</sup> )	PEAD (338)	Otros <sup>c</sup> (1)

<sup>a</sup>Polipropileno.

<sup>b</sup>Polietileno de alta densidad.

<sup>c</sup>Objeto con código de aptitud de reciclaje siete: combinación de plásticos no reciclables.

Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) para saber si los pesos (Figura 15) y las piezas (Figura 16) de los principales tipos de plásticos más frecuentes diferían entre las playas. Se encontraron diferencias significativas en el peso de los objetos de polipropileno en Progreso y Celestún, polietileno tereftalato en Progreso con respecto a las otras dos playas, así como del polietileno de alta densidad en las tres playas. En cuanto al número de piezas, se obtuvieron diferencias en el polipropileno de Progreso y Celestún, polietileno de alta densidad en Celestún con respecto a las otras dos y colillas de cigarro en Progreso con respecto a las otras dos playas (Tabla 13).

*Tabla 13. Resultados de análisis de varianza (ANOVA) de los plásticos clasificados por composición química recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020. Diferencia estadísticamente significativa:  $p < .05$ .*

Plástico	Playas	Peso		Piezas	
		F	p	F	p
PP <sup>a</sup>	Progreso-Celestún	3.45	.04	5.56	.008
PET <sup>b</sup>	Progreso-Sisal, Progreso-Celestún	4.75	.01	-	-
PEAD <sup>c</sup>	Progreso-Sisal-Celestún	0.76	.47	-	-
	Celestún-Sisal, Celestún-Progreso	-	-	5.21	.01
PEBD <sup>d</sup>	Progreso-Sisal-Celestún	0.33	.72	2	.1
CC <sup>e</sup>	Progreso-Sisal, Progreso-Celestún	-	-	12.85	<.001

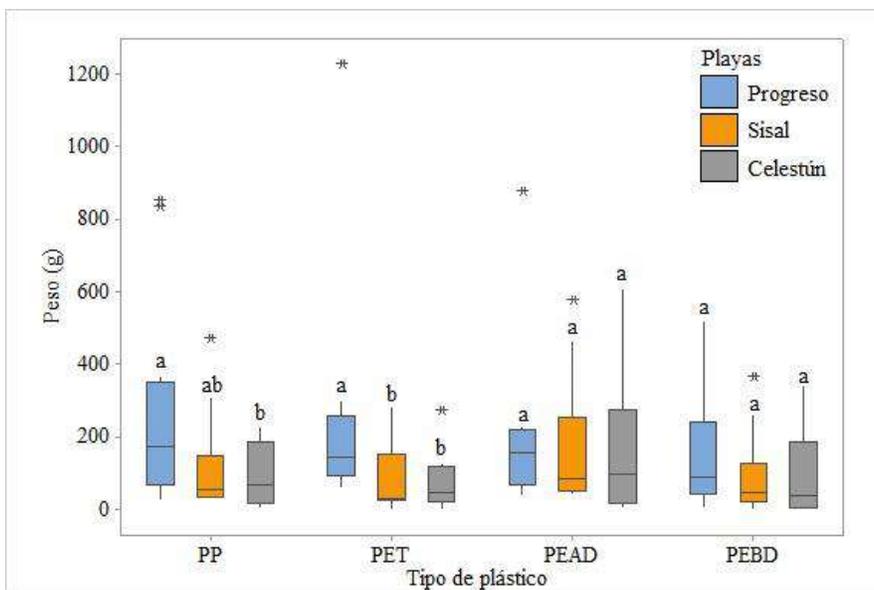
<sup>a</sup>Polipropileno.

<sup>b</sup>Polietileno tereftalato.

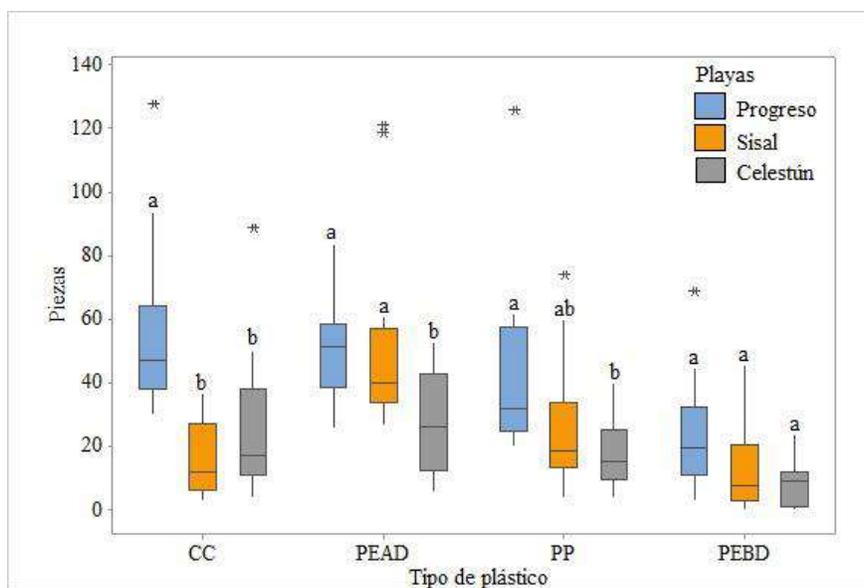
<sup>c</sup>Polietileno de alta densidad.

<sup>d</sup>Polietileno de baja densidad.

<sup>e</sup>Colillas de cigarro.



*Figura 15.* Peso (g) de los plásticos clasificados por composición química más frecuentes en tres playas de Yucatán durante 12 meses de muestreo. PP: Polipropileno, PET: Polietileno tereftalato, PEAD: Polietileno de alta densidad, PEBD: Polietileno de baja densidad. (\*): valores atípicos. Cajas con letras diferentes (a, b) difieren significativamente:  $p < .05$ .



*Figura 16.* Número de piezas plásticas clasificados por composición química más frecuentes en tres playas de Yucatán durante 12 meses de muestreo. CC: Colillas de cigarro, PP: Polipropileno, PEAD: Polietileno de alta densidad, PEBD: Polietileno de baja densidad. (\*): valores atípicos. Cajas con letras diferentes (a, b) difieren significativamente:  $p < .05$ .

Los plásticos con aptitud de reciclaje son el PET, PEAD y PEBD, por lo tanto, el 37.5% de las piezas recolectadas en este estudio son aptas para reciclaje (n=2320).

### 1.3 Clasificación de plásticos por uso.

Los plásticos se clasificaron por su uso (Figuras 17 y 18). Los plásticos con pesos más elevados fueron contenedores en Progreso, pesca y embarcaciones en Sisal y empaques en Celestún. Los plásticos de uso sanitario fueron los más ligeros en las tres playas. Las piezas más frecuentes fueron de alimentos y bebidas en Progreso, pesca y embarcaciones en Sisal y residuos de fumadores en Celestún. Los plásticos de uso sanitario fueron los menos frecuentes en las tres playas (Tabla 14). No se encontraron diferencias significativas entre los pesos clasificados de acuerdo con sus usos y las playas ( $F=1.79$ ,  $p=.19$ ), ni entre las piezas ( $F=2.39$ ,  $p=.12$ ).

*Tabla 14. Máximos y mínimos de los plásticos recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020, clasificados por su uso.*

Playa	kg		Piezas	
	Max	Min	Max	Min
Progreso	Contenedores <sup>a</sup> (3.7)	Sanitario <sup>d</sup> (0.1)	Alimentos y bebidas <sup>e</sup> (785)	Sanitario (16)
Sisal	Pesca y embarcaciones <sup>b</sup> (2.1)	Sanitario (0.1)	Pesca y embarcaciones (553)	Sanitario (15)
Celestún	Empaques <sup>c</sup> (2.4)	Sanitario (0.1)	Residuos de fumadores <sup>f</sup> (334)	Sanitario (12)

<sup>a</sup>Contenedores: botellas, taparrosas.

<sup>b</sup>Pesca y embarcaciones: cuerda, redes, costales.

<sup>c</sup>Empaques: Bolsas plásticas, envolturas, celofán, plástico película.

<sup>d</sup>Sanitario: cotonetes, curitas, pañales, toallas sanitarias, preservativos.

<sup>e</sup>Alimentos y bebidas: vasos, platos, cubiertos, unicel, popotes.

<sup>f</sup>Residuos de fumadores: encendedores, colillas.

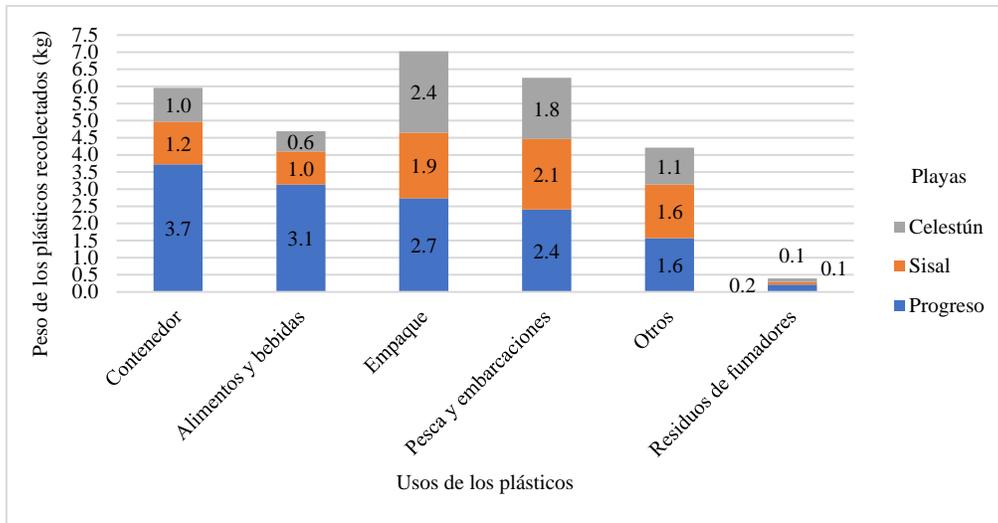


Figura 17. Peso (kg) de los plásticos recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020, clasificados por su uso.

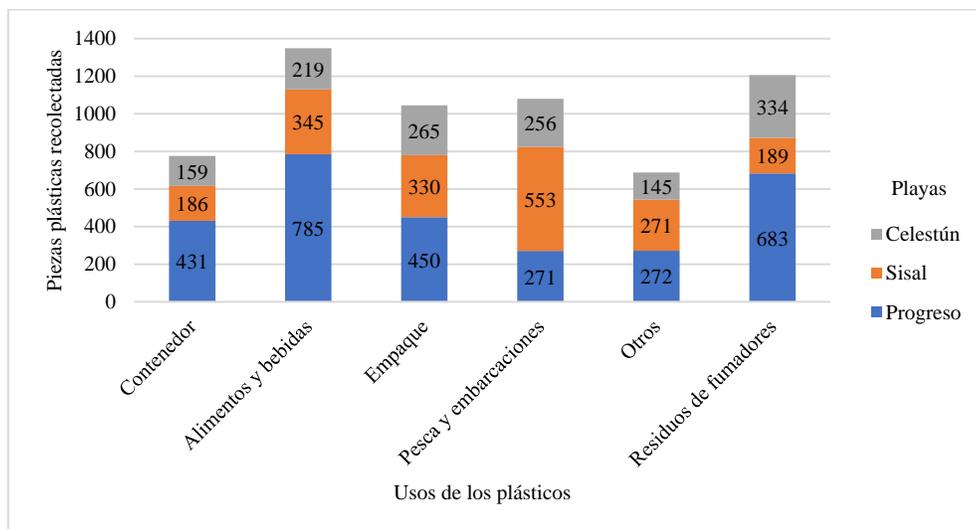


Figura 18. Número de piezas plásticas recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020, clasificadas por su uso.

Se realizó otro análisis ANOVA para saber si había diferencias entre los plásticos de alimentos y bebidas entre las tres playas por peso (Figura 19) y piezas (Figura 20). Se encontraron diferencias significativas entre Progreso y Celestún. No hubo diferencias significativas entre Sisal y las otras dos playas tanto en peso como en piezas.

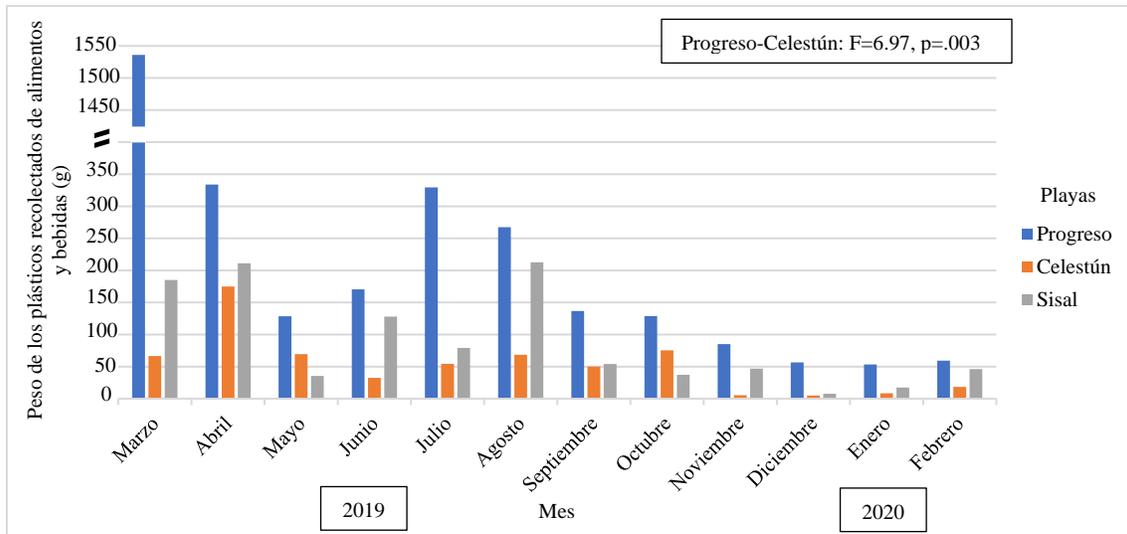


Figura 19. Peso (g) de los plásticos de alimentos y bebidas recolectados mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020.

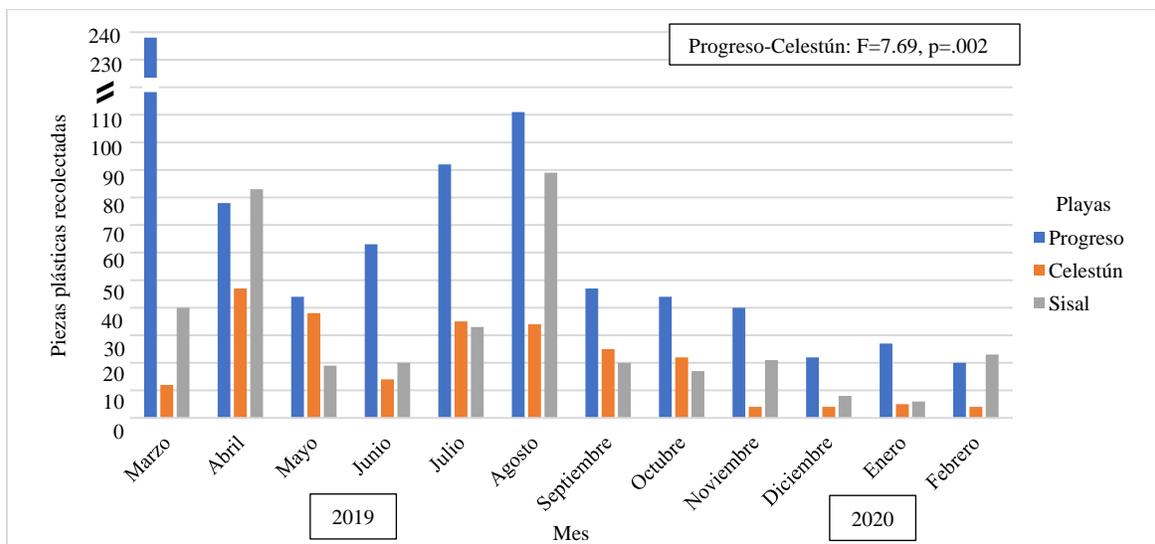


Figura 20. Piezas plásticas de alimentos y bebidas recolectadas mensualmente en tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020.

#### 1.4 Clean Coast Index.

Para clasificar a las playas por cantidad de residuos plásticos, se calculó el *Clean Coast Index* (CCI) empleando como referencia los valores de la Tabla 7 (Metodología). En promedio, Progreso clasificó como playa “moderada” (6.46). Sisal y Celestún clasificaron como playas “limpias”: 3.09 y 4.2, respectivamente (Tabla 15).

*Tabla 15. Clean Coastal Index mensual calculado para tres playas de Yucatán de marzo de 2019 a febrero de 2020.*

Año	Mes	Playas			
		Progreso	Sisal	Celestún	
2019	Marzo	12.45	6.91	2.24	
	Abril	6.21	8.13	4.21	
	Mayo	5.71	2.85	4.67	
	Junio	6.27	2.93	2.35	
	Julio	8.61	5.25	4.45	
	Agosto	8.56	5.97	4.29	
	Septiembre	8.59	4.19	5.47	
	Octubre	5.17	3.49	3.49	
	Noviembre	4.35	2.85	1.55	
	Diciembre	3.36	2.45	1.36	
	2020	Enero	4.21	2.43	1.57
		Febrero	4.05	2.9	1.41
	Promedio	6.46	4.20	3.09	

En la tabla anterior se presentan los cálculos del CCI mensual. Se observa que varía con los meses de acuerdo con la cantidad de piezas plásticas recolectadas. Con respecto a los índices más altos, Progreso clasificó como playa “sucias” en marzo (12.45). Sisal y Celestún clasificaron como playas “moderadas” en abril (8.13) y septiembre (5.47), respectivamente. En cuanto a los índices más bajos, Progreso y Sisal clasificaron como playas “limpias” en diciembre (3.36) y enero (2.43). Celestún (1.36) clasificó como playa “muy limpia” en diciembre (1.36).

Al realizar un análisis ANOVA se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los índices de Progreso y Celestún ( $F=9.24$ ,  $p=.001$ ). No se encontraron diferencias entre los índices de Sisal con respecto a las otras playas.

## 2. Percepción de los visitantes de la playa.

### 2.1 Perfil de los encuestados.

Se aplicaron 128 cuestionarios en cada una de las playas (n=384). La muestra estuvo conformada por 205 mujeres (53.4%) y 179 hombres (46.6%). El rango de edades de los participantes fue de 18 a 87 años, con un promedio (DS) de 39 ( $\pm 15$ ) años (Figura 21).

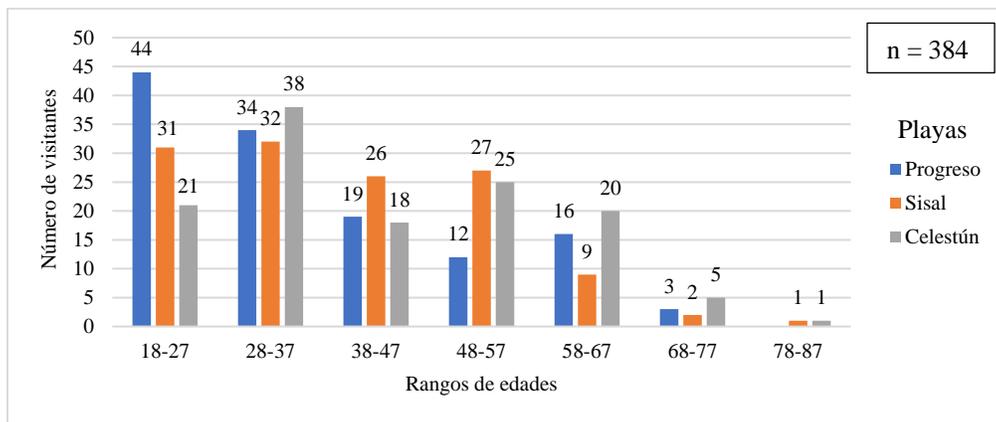


Figura 21. Distribución por rangos de edades de los visitantes encuestados en tres playas de Yucatán.

La escolaridad de los participantes se definió como el último grado de estudios obtenido. Uno de cada cuatro (39.1%) visitantes tuvieron el grado de licenciatura y uno de cada cinco (21.6%), el de bachillerato (Figura 22). En cuanto a la ocupación de los participantes del estudio, la mayoría (65.4%) fueron empleados (Figura 23).

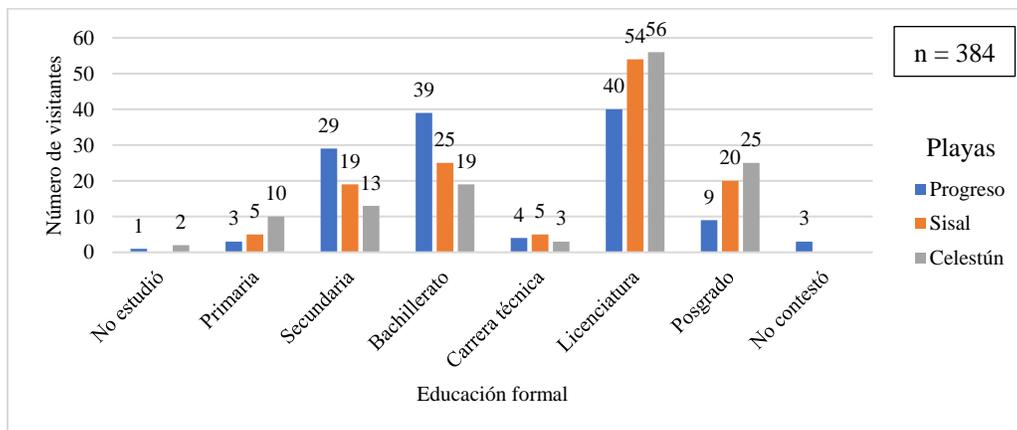


Figura 22. Distribución del grado de educación formal de los visitantes encuestados en tres playas de Yucatán.

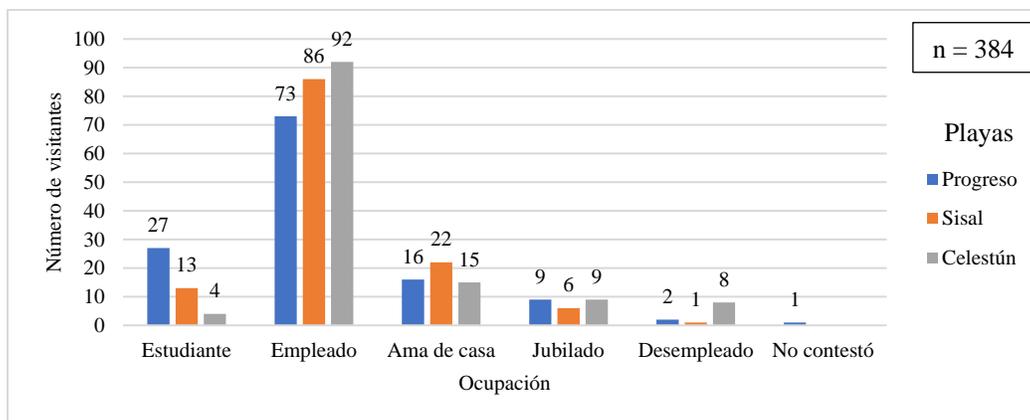


Figura 23. Distribución de la ocupación de los visitantes encuestados en tres playas de Yucatán.

Se caracterizó a los visitantes de acuerdo con su procedencia en tres categorías: i) locales, procedentes del estado de Yucatán; ii) nacionales, procedentes de otro estado de la República Mexicana y iii) extranjeros (Tabla 16). Se observa que en Progreso y Celestún la mayoría de los visitantes son nacionales, mientras que en Sisal son locales. Estos datos apoyan la clasificación inicial que se hizo del uso de las playas (ver Metodología, criterios de inclusión de las playas).

Tabla 16. Procedencia de los visitantes encuestados en tres playas de Yucatán (n=384).

Procedencia	Progreso		Sisal		Celestún	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Local	57	44.5	79	61.7	48	37.5
Nacional	64	50	45	35.2	67	52.3
Extranjero	7	5.5	4	3.1	13	10.2
Total	128	100	128	100	128	100

## 2.2 Generación de residuos plásticos en la playa.

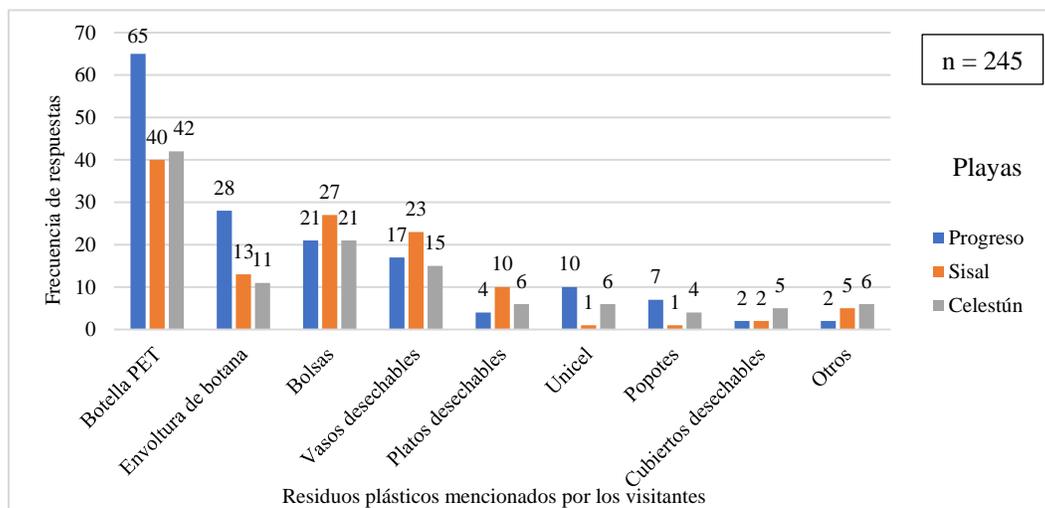
En la segunda parte del cuestionario se les preguntó a los visitantes sobre si ellos generaban residuos plásticos en la playa como resultado de su actividad recreativa en el sitio (Tabla 17). En total, 63.8% de los visitantes en las tres playas reconocieron generar residuos durante su visita (n=245). Al realizar una prueba de  $X^2$ , se encontraron diferencias significativas entre las tres playas.

*Tabla 17. Frecuencia de respuestas a la pregunta: ¿Usted genera residuos plásticos mientras se encuentra en la playa? (n=384).*

Respuesta*	Progreso		Sisal		Celestún	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Si	33	26	55	43	51	40
No	95	74	73	57	77	60
Total	128	100	128	100	128	100

\* Diferencia estadísticamente significativa ( $X^2 = 9.29$ ,  $p = .01$ , prueba  $X^2$ ).

Se les preguntó a los que respondieron afirmativamente, cuáles residuos generaban (n=245), dándoseles la opción de dar más de una respuesta. Contestaron que los residuos plásticos que más generaron fueron botellas PET (n=147) en las tres playas (Figura 24), seguidas de envolturas de botana, bolsas y vasos desechables, siendo los residuos que más producían; los residuos menos mencionados fueron las colillas de cigarrillo (n=1) en Progreso, unicel (n=1) en Sisal y anillos de paquetes de cerveza (n=1) en Celestún.



*Figura 24. Histograma de frecuencias de residuos plásticos que los visitantes consideraron generar en tres playas de Yucatán.*

Se les preguntó a los visitantes que generaron residuos sobre qué hacían para evitar contaminar la playa (Tabla 18), con opción de dar más de una respuesta. Los encuestados depositaron los residuos en contenedores (45.4%) o se los llevaban del sitio (32.6%) para disponerlos en un bote de la localidad, hotel o sus hogares. Algunos encuestados no especificaron cómo disponían de los residuos: 3.9% los colocaron en una bolsa (n=11) y 2.5% los recogió sin especificar el destino final (n=7).

*Tabla 18. Frecuencia de respuestas a la pregunta: ¿Qué hace con los residuos que genera en la playa? (n=245).*

¿Qué hace con los residuos que genera en la playa?	Progreso		Sisal		Celestún		Total	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Los deposita en un contenedor	57	50.4	31	36.5	40	47.6	128	45.4
Se los lleva	36	31.9	33	38.8	23	27.4	92	32.6
Los deja en el restaurante	7	6.2	4	4.7	5	6.0	16	5.7
Los coloca en una bolsa	3	2.7	4	4.7	4	4.8	11	3.9
Recoge los residuos	2	1.8	2	2.4	3	3.6	7	2.5
Entrega residuos a recolectores	2	1.8	1	1.2	2	2.4	5	1.8
Reúsa los residuos	1	0.9	3	3.5	6	7.1	10	3.5
Recicla los residuos	3	2.7	4	4.7	-	-	7	2.5
Vende los residuos	-	-	3	3.5	1	1.2	4	1.4
Deja los residuos en la playa	1	0.9	-	-	-	-	1	0.4
No contestó	1	0.9	-	-	-	-	1	0.4
Total	113	100	85	100	84	100	282	100

Una de las preguntas para entender la percepción de los visitantes sobre qué tan sucia veían la playa, fue si habían visto a otras personas depositar residuos inadecuadamente (Tabla 19). Se realizó una prueba de  $X^2$  para identificar si había diferencias entre las playas. Se encontraron diferencias significativas entre la cantidad de gente que se observó tirando basura en las tres playas.

*Tabla 19. Frecuencia de respuestas a la pregunta: ¿Ha visto gente tirar basura plástica en la playa durante su visita? (n=384).*

Respuesta*	Progreso		Sisal		Celestún	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Si	58	45.3	32	25	24	18.7
No	70	54.7	96	75	104	81.3
Total	128	100	128	100	128	100

\* Diferencia estadísticamente significativa ( $X^2 = 23.64$ ,  $p < .001$ , prueba  $X^2$ ).

Posteriormente se les preguntó a los participantes si identificaban contenedores para depositar los residuos en la playa (Tabla 20). En Progreso más de la mitad de los participantes los identificó (56.3%). La mayoría de los visitantes en Sisal (52.3%) y Celestún (70.3%) no encontraron contenedores durante su visita. Se realizó una prueba de  $X^2$  para identificar diferencias estadísticamente significativas. Se encontraron diferencias significativas en la cantidad de contenedores detectados en las tres playas.

*Tabla 20. Frecuencia de respuestas a la pregunta: ¿Encuentra botes para tirar la basura plástica en la playa? (n=384).*

Respuesta*	Progreso		Sisal		Celestún	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Si	72	56.3	61	47.7	38	29.7
No	56	43.7	67	52.3	90	70.3
Total	128	100	128	100	128	100

\* Diferencia estadísticamente significativa ( $X^2 = 19.04$ ,  $p < .001$ , prueba  $X^2$ ).

La siguiente pregunta hecha a los participantes fue cuáles creían que eran las razones por las que la gente depositaba sus residuos plásticos en la playa, pudiendo dar más de una respuesta. El 36.9% de las respuestas (n=210) se refirieron a elementos relacionados con la falta de valores de los usuarios (Tabla 21).

*Tabla 21. Frecuencia de respuestas a la pregunta: ¿Cuáles son las razones por las que las personas tiran la basura en la playa? (n=384).*

Concepto	Elementos mencionados	Progreso		Sisal		Celestún		Total	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Falta de valores	No tienen valores, no tienen educación, no tienen cultura, son inconscientes	66	33.5	71	40.1	73	37.4	210	36.9
Desinterés	Flojera, se les hace fácil, por comodidad, no les interesa	56	28.4	42	23.7	43	22.1	141	24.7
Falta de contenedores	No hay basureros, no hay lugar donde ponerla, no son suficientes botes	31	15.7	29	16.4	47	24.1	107	18.8
Hábito	Malos hábitos, mala costumbre, no tienen el hábito, por higiene deficiente	22	11.2	19	10.7	21	10.8	62	10.9
Desconocimiento	No creen que daña, no entienden lo que causa, no saben qué pasa con el plástico	9	4.6	9	5.1	6	3.1	24	4.2
Descuido	Accidente, se vuela con el aire, en estado de ebriedad la tiran donde sea	3	1.5	6	3.4	2	1	11	1.9
Alguien más la recoge	Dan por hecho que se limpia la playa, creen que lo va a limpiar alguien más, porque otros la recogen	6	3	-	-	1	0.5	7	1.2
No contestó		1	0.5	1	0.6	2	1	4	0.7
No sé		3	1.5	-	-	-	-	3	0.5
Total		197	100	177	100	195	100	569	100

Al preguntar a los visitantes si recolectaban residuos en la playa durante su estadía, las respuestas se dividieron en afirmativas y negativas (Tabla 22).

Tabla 22. Frecuencia de respuestas a la pregunta: *¿Ha recogido basura mientras está en la playa? (n=384).*

Respuesta	Progreso		Sisal		Celestún	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Si	72	56.25	66	51.6	55	43
No	56	43.75	62	48.4	73	57
Total	128	100	128	100	128	100

Las razones por las que los visitantes recogieron residuos de la playa se agruparon en respuestas similares de acuerdo con cuatro conceptos:

1. Valores (103/224): Por convicción propia de acuerdo con una escala de valores, como ejemplo para los niños y otros acompañantes (46%).

*“Para enseñarles a mis nietos a que no tiren la basura.”* (Originario de Quintana Roo visitando Progreso, 60 años).

2. Conocimiento de las consecuencias de la contaminación plástica (56/224): Por los efectos de los residuos plásticos en la flora, fauna y el ambiente (25%).

*“Me da pena por las gaviotas, pueden tragar algo y las puede matar.”* (Originaria de Mérida visitando Sisal, 68 años).

3. Aspecto estético (54/224): La presencia de residuos en la playa causó desaprobación a los visitantes y procuraron disponerlos adecuadamente (24.1%).

*“Que esté limpia, para disfrutarla. Un turista no vendría a una playa sucia.”* (Originaria de Ciudad de México visitando Celestún, 43 años).

4. Aprovechamiento (11/224): Por representar un ingreso o aprovechamiento de manera directa o indirecta. Vender el plástico, reutilizarlo o por la atracción de turismo por la calidad estética de la playa (4.9%).

*“Para vender lo que se puede.”* (Originario de Progreso, 69 años).

Se hizo la misma pregunta a quienes contestaron que no recogieron residuos durante su estadía en la playa. Las respuestas se agruparon en seis conceptos con los fragmentos detallados a continuación:

1. Ausencia de residuos (61/132): Al manifestar que no se reconocieron residuos plásticos en el espacio que las personas ocuparon (46.2%).

*“No hemos visto.”* (Originario de Quintana Roo visitando Progreso, 35 años).

2. Desinterés (25/132): Visitantes que manifestaron indiferencia o desinterés en recolectar y disponer los residuos presentes en la playa durante su visita (18.9%).

*“No le hemos puesto interés.”* (Originario de Ciudad de México visitando Celestún, 40 años).

3. Responsabilidad de cada usuario (20/132): Señalar que cada persona generadora de residuos debe hacerse cargo de su disposición (15.2%)

*“Porque no la tiré yo.”* (Originaria de Ciudad de México visitando Celestún, 27 años).

4. Motivo principal de la visita a la playa (15/132): Los participantes mencionaron que recoger residuos no era un motivo por el que acudían a la playa (11.4%).

*“No me enfoco en buscar basura.”* (Originario de Quintana Roo visitando Progreso, 30 años).

5. Rechazo (6/132): Visitantes que manifestaron rechazo por las características organolépticas de los residuos (4.5%).

*“Nos disgusta verla y no la colectamos.”* (Originaria de Francia visitando Celestún, 28 años).

6. Por falta de contenedores (5/132): Esta respuesta solo se registró en la playa de Sisal. Los visitantes expresaron no recoger residuos porque no se contaba con la infraestructura para disponerlos adecuadamente (3.8%).

*“Hay que hacer conciencia. Pero la primera conciencia que hay que hacer es poner basureros.”* (Originaria de Mérida visitando Sisal, 60 años).

### 2.3 Percepción sobre la contaminación plástica en la playa.

La tercera parte del cuestionario se enfocó en registrar la percepción de los usuarios sobre la contaminación plástica en la playa en los siguientes aspectos: i) opinión sobre la calidad estética del sitio, ii) residuos plásticos más comunes en la playa, iii) percepción del origen de los residuos plásticos en la playa, iv) conocimiento de los efectos de los residuos plásticos en el ambiente, v) destino final de los plásticos al depositarse en la playa, vi) responsabilidad de limpieza de la playa y vii) soluciones para atender la problemática de la contaminación plástica.

Se les preguntó a los visitantes su opinión acerca de la calidad estética de la playa con respecto a la presencia de residuos plásticos (Figura 25). Las respuestas fueron desde playa ‘muy limpia’ a ‘extremadamente sucia’. La mayoría de los encuestados opinaron que Progreso y Sisal eran playas ‘limpias’ (41.4% y 43%) y ‘moderadamente limpias’ (37.5% y 29.7%). Celestún fue considerada como una playa limpia (46.1%) y muy limpia (32%). Con una prueba de  $X^2$  se encontró diferencia significativa entre la percepción estética de las playas ( $X^2=20.05$ ,  $p=.003$ ).

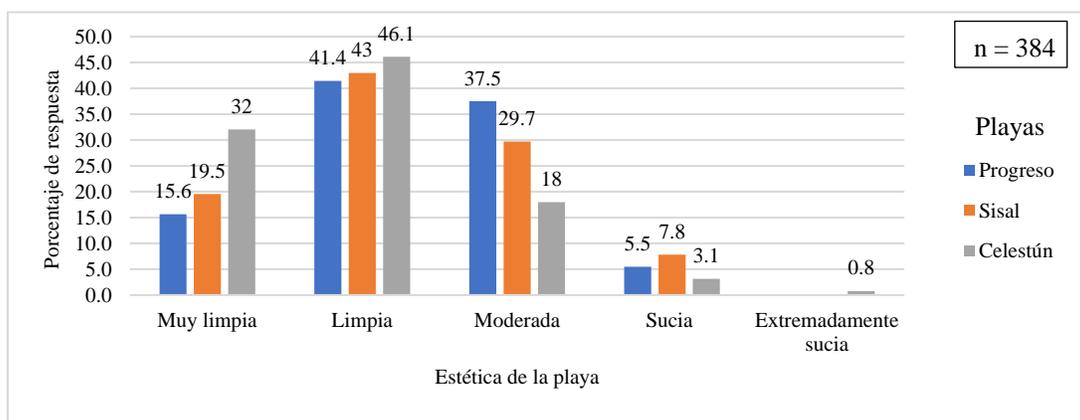


Figura 25. Histograma de frecuencias de percepción de los visitantes sobre el estado de limpieza de tres playas de Yucatán.

Es importante mencionar que algunos visitantes ( $n=19$ ) contrastaron su perspectiva estética de las playas de estudio con respecto a otras playas de Yucatán, de otros lugares de México o, incluso, de playas extranjeras:

- i) Otras playas de Yucatán.

*“Progreso me parece sucia.”* (Originario de Mérida visitando Sisal, 34 años).

ii) Otras playas de México.

*“(La playa de) Acapulco está extremadamente sucia. Antes se veían peces, la basura y la contaminación los ha alejado de la playa. Tuve un problema en la piel la última vez que fui.”* (Originaria de Ciudad de México visitando Celestún, 39 años).

iii) Playas en el extranjero.

*“Lima, Perú, es una playa sucia. Entre más te alejas de zonas para extranjeros, más sucias están.”* (Originario de Jalisco visitando Progreso, 30 años).

Ocho visitantes locales comentaron reconocer un cambio en la limpieza de las playas con respecto a visitas pasadas:

*“Antes estaba más sucia y ahora hay más conciencia.”* (Originaria de Hunucmá visitando Sisal, 42 años).

Otros comentarios de los visitantes (n=5) se refirieron al cambio en la disposición de los residuos con respecto a las temporadas de afluencia de turistas, fines de semana y eventos masivos:

*“Depende del día, festividad, si hay ferias o aperturas.”* (Originaria de Mérida visitando Progreso, 19 años).

La siguiente pregunta, que podía tener más de una respuesta, fue para saber cuáles eran los objetos plásticos que los visitantes consideraban más abundantes en las playas (Figura 26). En los tres sitios, el objeto más mencionado fueron botellas (n=157), seguido de bolsas (n=98) y envolturas de botana (n=50). Los residuos con menor mención fueron envase Tetrapak® en Progreso (n=1), tapa de yogur en Sisal (n=1) y fragmento de lona en Celestún (n=1).

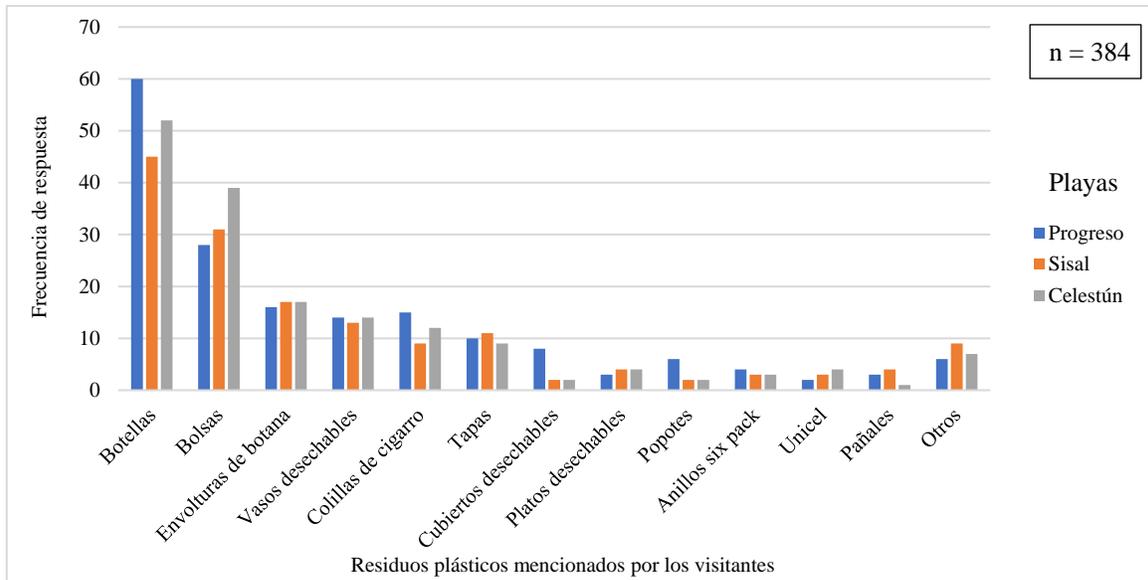


Figura 26. Histograma de frecuencias de plásticos mencionados por los visitantes en tres playas de Yucatán.

Según los encuestados, los que más ensucian la playa son (Figura 27): 48.8% turistas (n=313), 17.4% residentes (n=112) y 11.5% clientes de los restaurantes (n=74). Los participantes tuvieron la opción de dar más de una respuesta. Algunos participantes mencionaron que los elementos naturales contribuían con la cantidad de basura en las playas: 7.5% viento (n=48) y 5.6% mar (n=36).

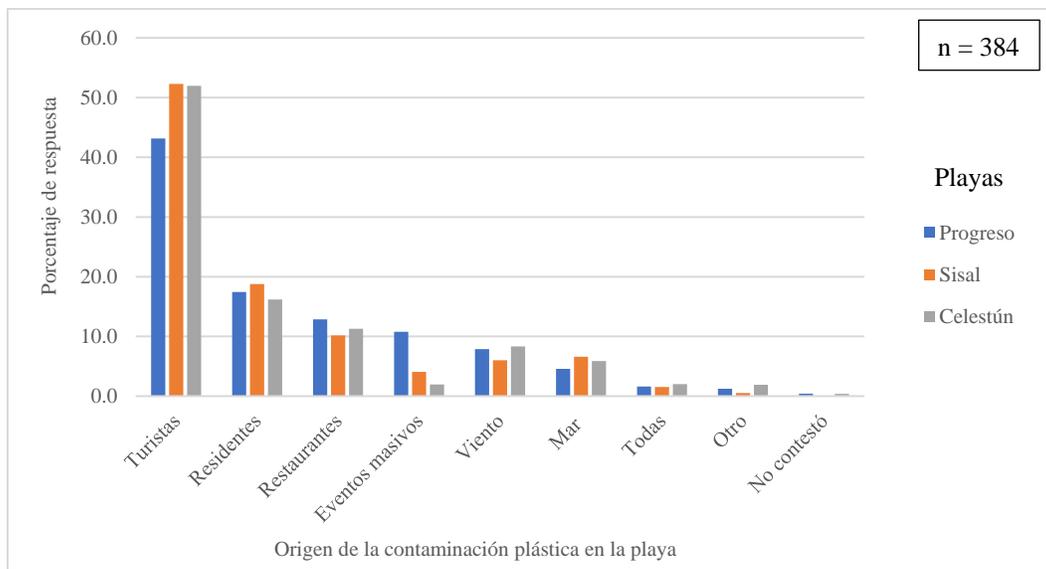


Figura 27. Histograma de frecuencias de percepción del origen de la contaminación plástica en tres playas de Yucatán.

Once personas contestaron que la contaminación plástica en la playa se debía a la combinación de todos los factores: antropogénicos (turistas, residentes, restaurantes, eventos masivos) y naturales (viento y mar). En la categoría “Otros” (n=8), dos personas mencionaron en Progreso que las industrias productoras de plástico son el origen de la contaminación y una persona, apuntó que las embarcaciones eran el origen de los residuos plásticos. En Sisal (n=1) la respuesta se atribuyó el origen de la contaminación por las embarcaciones en el mar, mientras que en Celestún dos personas respondieron que las embarcaciones depositaban sus desechos en el mar y un visitante mencionó a la industria plástica como el origen del problema.

Aunque los turistas son el grupo social más mencionado en las respuestas, se hizo referencia a una idea sobre la procedencia de éstos (nacionales y extranjeros) y la disposición de residuos en la playa:

*“No todos los turistas (tiran su basura). El turismo nacional es el más sucio. El extranjero tiene más conciencia”* (Originario de Progreso, 67 años).

En cuanto a los factores naturales como el mar, los visitantes de la misma localidad mencionaron la disposición de residuos en la playa por eventos climáticos:

*“En época de ‘nortes’ toda la basura que está dentro del mar la bota en la playa”* (Originario de Progreso, 69 años).

La siguiente pregunta que se les hizo a los visitantes fue para saber qué tanto les preocupaba la contaminación plástica en la playa (Figura 28). La mayoría de los visitantes mostraron preocupación por la problemática (91.6%). Por otra parte, 0.8% de los visitantes expresaron no sentirse preocupados por la contaminación plástica en la playa.

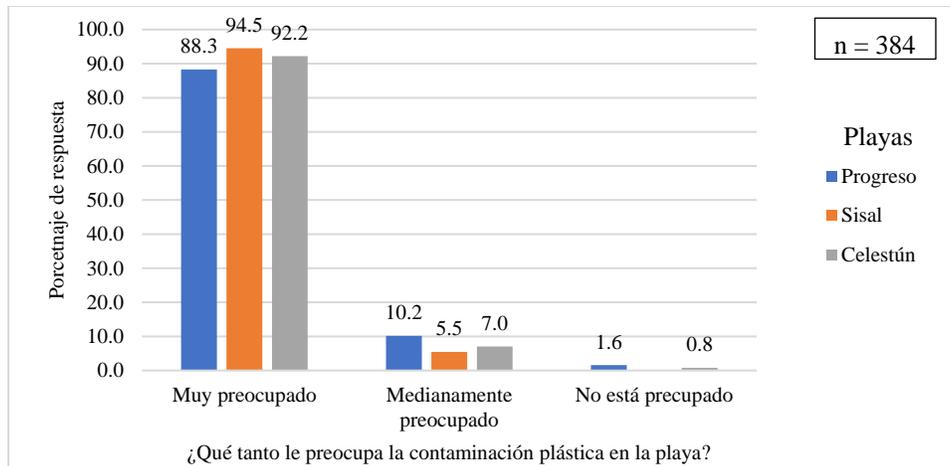


Figura 28. Histograma de frecuencias de respuestas a la pregunta ¿Qué tanto le preocupa la contaminación plástica en la playa?

Los efectos de la contaminación plástica en la playa fue la siguiente pregunta, con opción de más de una respuesta (Figura 29). El 45.8% de las respuestas hicieron referencia a los efectos del plástico sobre la vida marina.

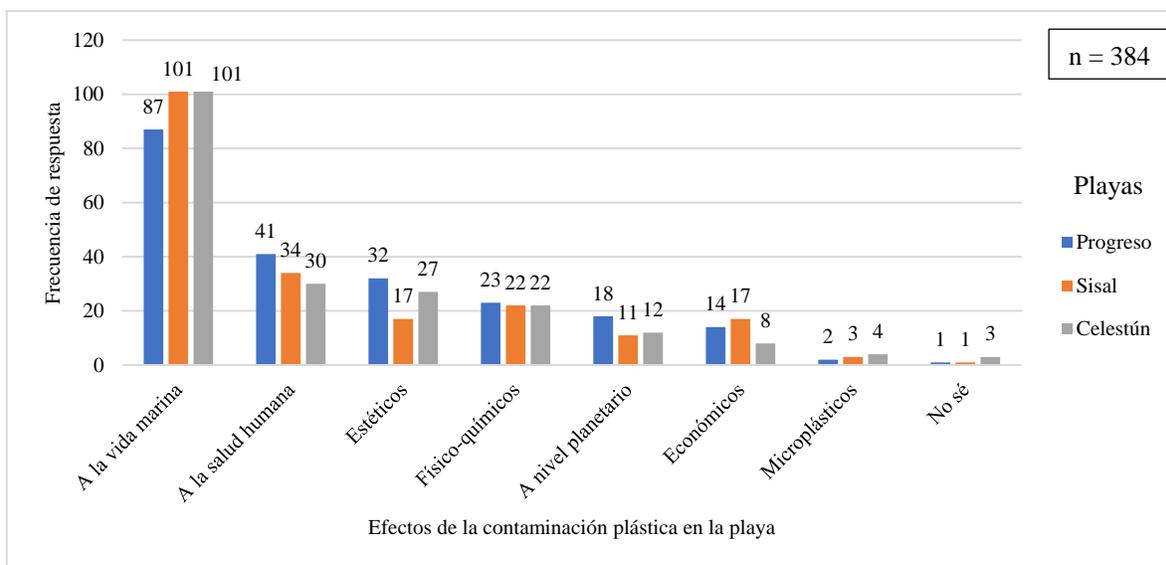


Figura 29. Histograma de frecuencias sobre la percepción de los participantes en relación con los efectos de la contaminación plástica en la playa.

Es importante resaltar que, en la clasificación de impactos a escala global los visitantes destacaron tres efectos: cambio climático, calentamiento global e islas de basura, los dos primeros claramente relacionados entre sí (Tabla 23).

*Tabla 23. Frecuencia de respuestas de los encuestados sobre las afectaciones que el plástico produce a nivel global (n=41).*

Concepto	Progreso		Sisal		Celestún		Total	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Cambio climático	5	27.8	7	64	6	50	18	43.9
Calentamiento global	8	44.4	2	18	3	25	13	31.7
Islas de basura	5	27.8	2	18	3	25	10	24.4
Total	18	100	11	100	12	100	41	100.0

Con respecto al cambio climático, los visitantes mencionaron algunas de sus conceptualizaciones sobre la relación de dicho fenómeno con la contaminación plástica:

*“La basura daña al ambiente y el cambio climático es la respuesta de ese ambiente.”* (Originaria de Mérida visitando Sisal, 54 años).

Algunas de las respuestas referentes al calentamiento global y la contaminación plástica fueron las siguientes:

*“Calentamiento global: Si hay plástico en el mar, los animales se lo comen. Se mueren y se rompe un ciclo.”* (Originario de Michoacán visitando Celestún, 53 años).

Sobre las islas de basura, los visitantes respondieron:

*“Llega al mar y lo contamina, se forman cúmulos de basura.”* (Originaria de Ciudad de México visitando Progreso, 21 años).

Otra pregunta, de opción múltiple, consistió en saber cuál era el destino final de los residuos plásticos depositados en la playa (Figura 30). La mayoría de las respuestas (65.1%) refirió como destino final de los residuos el mar (n=323).

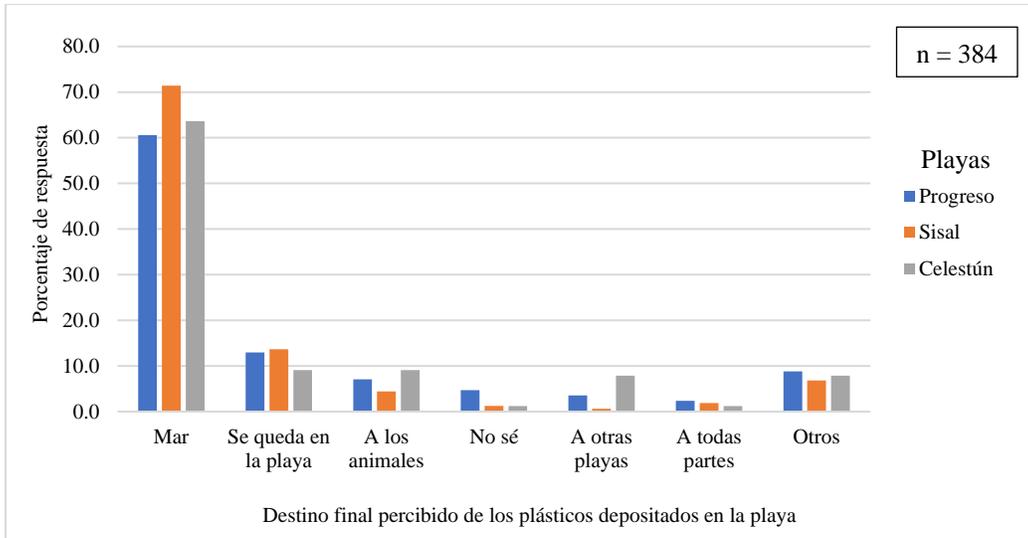


Figura 30. Histograma de frecuencias sobre la percepción de los participantes del destino final de los plásticos que quedan depositados en la playa.

En cuanto al mantenimiento de la playa limpia (Figura 31), los encuestados contestaron que eran ellos mismos y los otros turistas quienes debían asumir la responsabilidad principal (n=223). La pregunta permitió más de una respuesta. Dos personas respondieron que las empresas productoras de plásticos son las responsables de mantener limpia la playa al dejar de producir y distribuir sus productos a los usuarios (n=2).

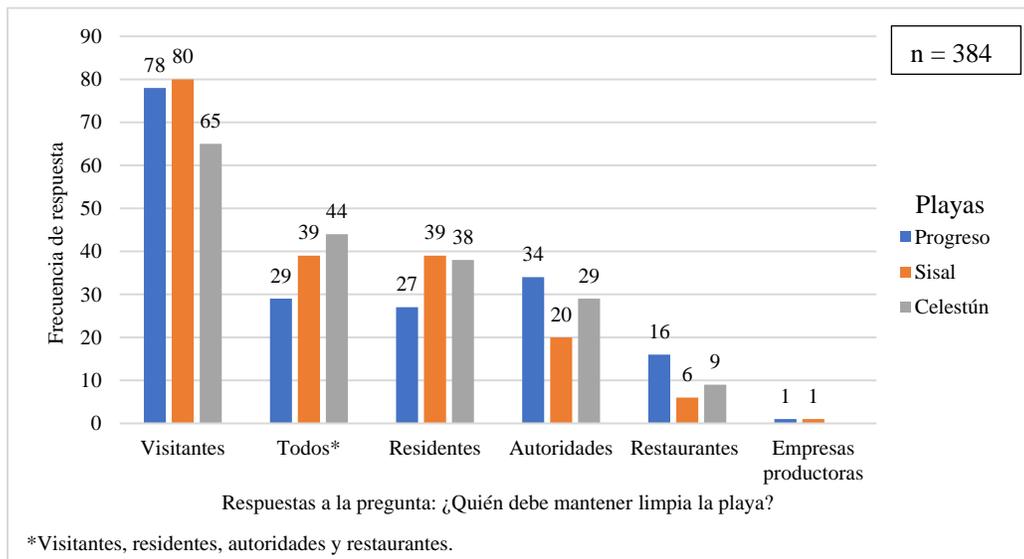


Figura 31. Histograma de frecuencias de percepción sobre la responsabilidad de la limpieza en la playa.

También se preguntó a los encuestados si durante su estadía vieron a alguien recolectando los residuos plásticos en la playa (Tabla 24). Cerca de la mitad de los encuestados en Progreso vieron a otros recolectar residuos (47.7%) pero en Sisal (61.7%) y Celestún (72.7%) la mayoría de los participantes no vieron a otras personas hacerlo. Se calculó diferencia significativa con una prueba de  $X^2$ , encontrando diferencias significativas entre las tres playas.

*Tabla 24. Frecuencia de respuestas a la pregunta: ¿Ha visto a otras personas recoger basura durante su visita a la playa? (n=384).*

Respuesta*	Progreso		Sisal		Celestún	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Si	61	47.7	49	38.3	35	27.3
No	67	52.3	79	61.7	93	72.7
Total	128	100	128	100	128	100

\* Diferencia estadísticamente significativa ( $X^2 = 11.25$ ,  $p=.003$ , prueba  $X^2$ ).

De las 61 personas (47.7%) que vieron a otras personas recolectar residuos en Progreso, tres refirieron a recolectores de materiales:

*“Los que recogen latas, PET y cartón para vender.”* (Originaria de Mérida visitando Progreso, 26 años).

La última pregunta consistió en saber cuáles eran las medidas que los encuestados consideraban adecuadas para resolver el problema de la contaminación plástica en la playa (Figura 32). Los participantes podían proponer más de una medida. El 19.7% de las respuestas indicaron que la solución está en adquirir valores ambientales por medio de la educación formal y no formal (n=135); el 18.2% se refirió a la disposición de los residuos en contenedores como medida de control (n=125) y 17% contestó que se deben evitar los plásticos de un solo uso (n=117).

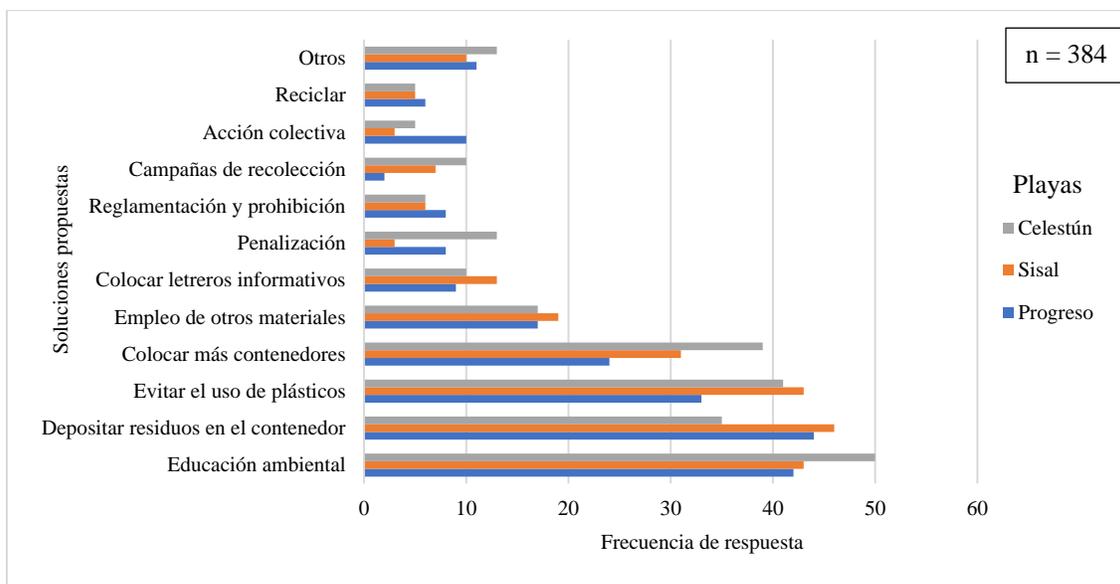


Figura 32. Histograma de frecuencias sobre las soluciones propuestas por los visitantes para controlar la contaminación plástica en la playa.

Como otras medidas, 2.6% se refirió a la organización de la comunidad y sus diversos sectores (visitantes, residentes, negocios y autoridades) para la toma de decisiones a través de la acción colectiva (n=18). Las respuestas menos frecuentes fueron: mejoramiento en el sistema de manejo de residuos (1.5%) y vigilancia (0.9%).

La siguiente parte de la investigación tuvo como objetivo registrar la percepción de los encargados de manejo de residuos de las localidades de estudio.

### 3. Percepción de los encargados de manejo de residuos.

#### 3.1 Datos de los informantes clave.

La primera parte de la entrevista consistió en recabar los datos de los cinco informantes: cuatro hombres y una mujer. Cuatro de los representantes son nacidos y residentes de las localidades en las que trabajan: Progreso, Celestún, Hunucmá y Sisal. La representante de Ecología en Progreso reside en Mérida y viaja diariamente a su sitio de trabajo.

#### 3.2 Percepción de la contaminación plástica.

Los cinco funcionarios respondieron de manera afirmativa cuando se les preguntó si los turistas generaban residuos plásticos al visitar las playas. Atribuyeron la generación, en su mayoría, a los turistas locales y nacionales (n=3):

*“Mayormente el turista nacional. Porque pos el turista extranjero realmente ya tiene otro tipo de percepción de la basura y es un poco más limpia esa parte.”*

También se mencionó la generación de residuos plásticos como una consecuencia de la actividad turística, derivados del acarreo y consumo de alimentos y bebidas (n=2):

*“Lo que pasa que todos los que vienen del tema turístico, prácticamente ya todos traen su despensa desde la ciudad de Mérida, traen embolsada.”*

En Progreso arriban cruceros dos veces por semana (martes y jueves), por lo que se preguntó si los pasajeros contribuían a la generación de residuos al visitar la playa. El funcionario percibió que los visitantes de los cruceros no generaban residuos, comparado con un fin de semana de afluencia preponderantemente local:

*“Ellos ya traen otra cultura. O sea, ellos una vez que vienen, ellos están buscando donde depositar su basura... No hemos detectado que al arribar ellos, nos llenen de basura, como en, no sé, tener un día de un fin de semana de acá que sí encuentras basura.”*

El funcionario agregó que tanto los cruceros como otras embarcaciones contratan a empresas privadas que se encargan del manejo de los residuos que descargan.

Los entrevistados consideraron que las playas se mantenían limpias. En Progreso se reconoció que los residuos pequeños eran el principal problema:

*“Está limpio. Realmente lo que sí hay un poco de basura son colillas de cigarro, tapitas, cosas así que son un poco más pequeñas.”*

Los residuos plásticos más comunes presentes en la playa, según los funcionarios fueron botellas PET (n=4), taparroscas (n=3), bolsas (n=3) y colillas de cigarro (n=2). Los entrevistados reconocieron que la contaminación plástica es un problema. En primer lugar, se hizo referencia a la movilidad de los plásticos al ingresar al mar, pudiendo depositarse en otras playas (n=2) o regresar a la playa de origen (n=1). En segundo lugar, se mencionó el efecto del plástico sobre la vida marina (n=2). En Progreso se comentó que los residuos eran devueltos a la playa desde el mar. El funcionario percibió que, por el viento y la acción humana, los residuos ingresan a la vía pública, tapando alcantarillas y ocasionando

inundaciones. Se añadió que los plásticos no reciclables son el principal problema, ya que se conoce de la recolección informal de otros plásticos que se venden:

*“Porque lo que es reutilizable realmente la gente misma se lo lleva. Vemos personal a veces en horas de la madrugada, o empezando el día, que está pepenando y todo eso, para llevarse y tener un sustento en su casa.”*

En Sisal, los funcionarios perciben una disminución de la problemática a partir de la recolección del PET (Figura 33) y otros plásticos. Incluso se mencionó a una cooperativa de la localidad llamada *Coox Mole*, dedicada a la recolección y venta de estos materiales. También se mencionó la participación del municipio de Hunucmá en el programa Yucatán Verde y Sustentable, en el que uno de los ejes se orienta a reducir la generación de residuos.



*Figura 33. Triciclo de un pepenador con botellas PET en el muelle de Sisal.*

En Celestún, el funcionario mostró preocupación por la movilidad de los residuos e hizo referencia a su transporte desde la playa a otros lugares como la costa de Campeche. Señaló que una parte importante de la problemática debe recaer en las empresas y se refirió a la magnitud de la generación de plásticos:

*“Yo creo que las empresas no están siendo responsables. Te imaginas, antes ibas por un refresco y tenías que llevar tu botella de vidrio para cambiarla. Ahorita no. ¿Cuántos? Estamos hablando de cinco mil habitantes a una botella. Solo estoy poniendo una en el desayuno, un refresco por persona. Porque todo mundo toma una bebida. ¿Te imaginas?”*

Sobre el destino de los plásticos depositados en la playa, los funcionarios comentaron que una parte se quedaba en la playa y la otra llegaba al mar (n=4). Uno de ellos manifestó desconocer el destino de los residuos, no obstante, expresó preocupación por el riesgo en el que se encontraba la fauna marina al entrar en contacto con los plásticos:

*“No tenemos el dato exacto a dónde llega a parar ese tipo de basuras, pero sí nos queda claro que la parte donde (es) más vulnerable es la fauna silvestre.”*

Los cinco funcionarios coincidieron en que la razón principal de la disposición inadecuada de residuos en las playas por parte de los usuarios era la falta de valores, reflejada en una falta de cultura, educación ambiental y de conciencia. Añadieron que se comienza a difundir información sobre los efectos de los plásticos y esto contribuirá a mejorar su manejo:

*“Anteriormente no había tanta difusión referente a lo que ocasionaba toda esta situación de contaminar. Pero pues siento que ahora ya se está dando más difusión a esto y ya la gente ya empieza a agarrar un poco más de conciencia.”*

*“Falta de cultura y cuidado del medio ambiente. Ya se ha estado como que avanzando un poquito más en este tema. Pero falta mucho, ¿no? Falta mucho por hacer, creo que es poco a poco.”*

### **3.3 Gestión y manejo de residuos plásticos en la playa.**

La tercera parte de la entrevista abordó las acciones de manejo de residuos plásticos en las playas, para complementar la información recabada en la fase de cuantificación y de los cuestionarios a turistas. Se les preguntó a los participantes si las playas contaban con un Plan de Manejo de Residuos, a lo que contestaron negativamente. En los casos de Progreso y Sisal se mencionó que se encontraban en proceso de elaboración.

Se preguntó a los funcionarios en qué partes de la playa se hacía limpieza manual de residuos. En el caso de Progreso, se limpian los dos malecones y accesos a la playa. El procedimiento se realiza con escobas y colocando los residuos en bolsas. Progreso presenta la particularidad de que en sus playas se realiza el cernido de arena, una técnica que permite tamizarla para separar plásticos pequeños (p. ej. colillas de cigarro y taparrosas). Este procedimiento se ha llevado a cabo desde julio de 2019 en limpiezas masivas de voluntarios. Según la funcionaria de Ecología, para octubre de 2019, el cernido se había hecho de diez a

quince veces en el malecón internacional de Progreso. La dependencia cuenta con cinco cernidores. Respecto al funcionamiento y los materiales, la entrevistada explicó:

*“Aquí en Servicios (Públicos) nos construyeron unos cernidores. Has de cuenta que es un marco de madera y tiene una malla... Tiene unos sujetadores y quedan como que ladeados, entonces con palas se va escarbando y se va echando. Y ya se va sacando lo que queda atrapado. Después de hacer ese barridito se corre otra vez el cernidor a otra zona.”*

Esta práctica permite recolectar residuos pequeños en áreas de cinco a diez metros cuadrados por cernidor, pero no es muy popular entre los voluntarios de las limpiezas masivas, debido a que demanda más esfuerzo en un área reducida, en comparación con la recolección de residuos más grandes en superficies extensas.

En Sisal se recolectan los residuos a ambos lados del muelle. En Celestún, la limpieza comienza en la zona sur, a un costado del muelle, denominada “zona turística” por la presencia de restaurantes, palapas y en la que se concentran habitualmente los visitantes. El proceso se hace con rastrillos, palas y bolsas. La actividad se lleva a cabo en parejas.

En cuanto a frecuencia de limpieza, horario, número de personas y vehículos utilizados para la recolección de residuos, se elaboró la Tabla 25 con la información proporcionada por los encargados, en la que se observa que Progreso es la playa con mayor infraestructura disponible para la atención del problema, mientras que Celestún y Sisal tienen menos herramientas para este fin:

*Tabla 25. Limpieza de playa y recolección de residuos en tres playas de Yucatán.*

Playa	Frecuencia de limpieza de la playa	Horario	Número de personas	Número de vehículos	Capacidad del vehículo (toneladas)	Frecuencia de recolección del vehículo	Destino final de los residuos
Progreso <sup>a</sup>	Lunes a- domingo	4-7 a.m.	15 (servicios públicos)	5 compactadores	10 (compactadores <sup>e</sup> )  18 ( <i>roll-off</i> )	Diariamente (3 veces temporada baja, 5 veces temporada alta)	Basurero municipal de Mérida
			+ 44 (Zona Federal)	6 motocicletas			
			+ 6 durante eventos masivos	2 camiones <i>roll-off</i>			
Sisal <sup>b</sup>	Mensual (Comisaría de Sisal)	4-5 p.m.	30	1 (temporada baja)	2	Diariamente	Basurero municipal de Hunucmá
Sisal <sup>c</sup>	Diariamente (Servicios Públicos de Hunucmá)	5-7 a.m.	No especificó	2 (temporada alta)			
Celestún <sup>d</sup>	Lunes asábado	4 p.m.	10	1 camión <i>super duty</i>	3	Diariamente (2 veces)	Basurero municipal de Celestún

<sup>a</sup>Dirección de Servicios Públicos y Ecología de Progreso

<sup>b</sup>Comisaría municipal de Sisal

<sup>c</sup>Dirección de Aseo Urbano de Hunucmá

<sup>d</sup>Dirección de Ecología de Celestún.

<sup>e</sup>Compactador: Unidad de cuatro ruedas, capacidad de 11.5 metros cúbicos, con sistema de levante y compactación mecánica de residuos.

<sup>f</sup>*Roll off*: Unidad tipo remolque de seis ruedas, capacidad de 30 metros cúbicos.

En Progreso el servicio de recolección lo da un concesionario privado y comparte gestión con la Dirección de Servicios Públicos y Ecología. Los puntos de recolección de los vehículos son los contenedores dispuestos en el malecón tradicional durante todo el año (Figura 34). El funcionario comentó que, en eventos masivos, cuentan con cuadrillas de limpieza especiales a las que se les asigna un camión compactador y comienzan con su labor al concluir el evento, durante la madrugada. En Sisal la limpieza y recolección son compartidas entre la Comisaría Municipal y la Dirección de Aseo Urbano de Hunucmá. Los puntos de recolección de los vehículos son los contenedores del muelle y los restaurantes junto a la playa. En Celestún la recolección corre a cargo de la Dirección de Ecología del Ayuntamiento. Los restaurantes en la playa terminan sus labores a las 20 horas, momento en el que el camión recolector pasa a llevarse sus residuos. Para este instante, las labores de limpieza de la playa debieron concluir y se aprovecha para retirar la basura recolectada de ambas actividades. Al respecto de la eficiencia del servicio de recolección, los funcionarios

coinciden en que se ha controlado parcialmente la disposición inadecuada de residuos. Agregaron que es posible mejorar el servicio aumentando el número de vehículos (Sisal) o involucrando otras instituciones (Celestún) como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y la Comisión Nacional de Áreas Protegidas (Conanp).



*Figura 34. Camión recolector en el malecón tradicional de Progreso.*

Respecto a la generación de residuos por las actividades en la playa, los entrevistados comentaron que se generan más residuos en temporada alta (Semana Santa, julio-agosto), fines de semana (viernes-domingo) y eventos masivos. Cuatro de los participantes opinaron que los contenedores en la playa son insuficientes para la cantidad de basura. En Progreso se comentó que, a pesar de aumentar el número de contenedores, el factor cultural prevalecía:

*“Desgraciadamente, la gente, aunque tú veas el bote, se voltea y la tira del otro lado. Para la temporada de vacaciones, te digo, pusieron un montón (de botes) cada cierto... Y si estuvo bien, la verdad y aun así encontrabas basura en la calle. La gente dejaba... Entonces yo creo que siempre van a hacer falta botes, porque la gente puede tener bote a un metro y prefiere tirarla al otro lado. Y no es tanto los botes, yo creo que es cultura. Porque aunque el bote te quede lejos, vas y lo tiras si tienes la cultura.”*

En Sisal se hizo referencia a la falta de recursos económicos para conseguir contenedores, obteniéndose por donación a través de empresas privadas. El funcionario de Celestún expresó que el crecimiento de la actividad turística y de la población local exige que se coloquen más contenedores en puntos estratégicos, como las entradas y calles hacia

la playa, lo que facilitaría la recolección por parte del vehículo. Se comentó que debía evitarse colocar los contenedores en la barra arenosa para que el viento no disperse los desechos.

Como parte de las actividades que las dependencias realizan para el control de la contaminación se mencionaron las siguientes: Progreso cuenta con mayor infraestructura y recursos humanos para controlar el problema (Tabla 26). Para atraer más visitantes, en Progreso se aplicó para que la playa obtuviera la certificación internacional *Blue Flag*, uno de cuyos requerimientos es la limpieza de la playa. Por otra parte, se cuenta con la policía ecológica, que inició funciones en 2019 con 20 elementos distribuidos en Progreso y sus comisarías, monitoreando estas localidades desde avenidas principales y entradas a las playas y están autorizados a aplicar multas de aproximadamente 2300 pesos a quien deposite residuos fuera de los contenedores. Otras medidas son arresto (36 horas) y trabajo comunitario. También se mencionó a la policía turística, cuya función es vigilar que no se depositen residuos en la vía pública.

*Tabla 26. Actividades de control de la contaminación plástica en tres playas de Yucatán.*

Actividades de control de la contaminación plástica	Progreso	Sisal	Celestún
Contenedores especiales para recolectar PET	X		
Charlas de concientización en escuelas		X	X
Talleres de separación y reciclaje en escuelas		X	X
Limpiezas masivas con voluntarios	X	X	X
Certificación internacional de la playa ( <i>Blue Flag</i> )	X		
Policía ecológica	X		
Policía turística	X		
Campañas publicitarias	X		

Algunos de los actores, públicos y privados, mencionados por los encargados y que han participado en las medidas de control de la contaminación plástica se muestran en la Tabla 27. Se observa que en Sisal se llevan a cabo charlas de concientización y talleres para evitar la contaminación por residuos en la localidad. En Progreso y Celestún las medidas más frecuentes son las limpiezas masivas. En Progreso se registraron más instituciones participantes, debido a su cercanía con la ciudad de Mérida y la importancia turística de la playa:

*Tabla 27. Actores que han participado en las actividades de control de la contaminación plástica en tres playas de Yucatán.*

Playa	Actividad	Participantes
Progreso	Limpiezas masivas de voluntarios	Tiendas departamentales, centros educativos, empresas embotelladoras, clubes sociales.
Sisal	Charlas de concientización y talleres en escuelas.	Asociaciones civiles, centros educativos.
Celestún	Limpiezas masivas de voluntarios.	Militares, empresas de transporte, centros educativos y empresas embotelladoras

Los entrevistados manifestaron que la evaluación de las medidas de control de las charlas de concientización, talleres y limpiezas masivas corre a cargo de las empresas o instituciones que colaboran con las dependencias.

En cuanto a las limpiezas masivas se reportó que, desde julio de 2019 (fecha en la que la funcionaria asumió el cargo de la Subdirección de Ecología) a noviembre se registraron quince limpiezas en la playa de Progreso. Los días y horarios elegidos con mayor frecuencia por los voluntarios son fines de semana (viernes-domingo) por la mañana (7-8 a.m.) o por la tarde (4 p.m.). La dependencia les apoya con bolsas, rastrillos y con la recolección de lo que junten. En Sisal se reportaron dos limpiezas voluntarias de la playa, en marzo y agosto de 2019. En Celestún se refirió a seis limpiezas desde septiembre de 2018 a septiembre de 2019. Una de estas limpiezas corrió a cargo de una empresa embotelladora en conjunto con *youtubers* (figuras públicas que elaboran videos en la plataforma digital YouTube® para su distribución masiva) para invitar a la población a unirse a la campaña.

Al preguntar si se vinculaba a los visitantes en el cuidado de la playa, en Progreso se mencionó que, a través de la policía ecológica y las limpiezas masivas, se trata de concientizarlos y, para reforzar las medidas, se propuso aumentar los contenedores y campañas publicitarias como la denominada “Progreso Limpio”. En Sisal se mencionó que en alguna ocasión se repartieron volantes alusivos. Como otras medidas se comentó que se pretende vender bolsas plásticas para los residuos e instalar un contenedor a la salida de la comunidad. Otras propuestas fueron colocar una unidad de separación para reciclaje y mejorar el sistema de recolección. Se propuso incentivar campañas publicitarias, señalización

y sustitución de materiales de un solo uso. En Celestún el empleo de plásticos reutilizables fue otra de las soluciones citadas por el funcionario. Se comentó que los visitantes recogen habitualmente la playa durante su visita:

*“Ellos participan. De hecho, están andando en la playa y están levantando plásticos. El turista es muy participativo. Lo primero que piensan en “esta es una maravilla, consérvenlo” yo he visto turistas levantando la basura.”*

## DISCUSIÓN

### 1. Objetivo específico 1: Cuantificación de plásticos en las playas de Yucatán.

#### 1.1 Peso y piezas plásticas.

El diseño longitudinal de esta investigación permitió identificar tendencias en la cantidad de residuos a lo largo de doce meses en tres playas de Yucatán. Esto presenta ventajas sobre un estudio transversal, ya que permite analizar el problema con mayor profundidad. Hasta donde es de nuestro conocimiento, este estudio es la primera aproximación con diseño longitudinal sobre la contaminación plástica en Yucatán.

Los resultados del trabajo de campo indican la presencia permanente de plásticos en las playas durante doce meses de muestreo, poniendo en evidencia la gravedad del problema. La playa con más residuos fue Progreso, seguida de Sisal y Celestún (Tabla 9). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en pesos y número de piezas de los plásticos recolectados en Progreso y Celestún (Figuras 13 y 14); esta diferencia puede deberse a la intensidad y diversidad de factores estresores antropogénicos que influyen en la generación de residuos: turismo, pesca, habitantes y embarcaciones (Rayon-Viña *et al.* 2018).

De acuerdo con la Tabla 7 (Ver Metodología), Progreso presenta uso masivo, siendo la playa con mayor presión antropogénica. Celestún presenta uso ecoturístico y menor intensidad de factores estresores. No se encontró diferencia significativa entre Sisal y las otras dos playas, aunque es el sitio con menor intensidad de factores estresores.

Durante el trabajo de campo, se identificaron dos razones vinculadas a la generación de residuos: finalidad de la visita a la playa y disponibilidad de plásticos de un solo uso. En Progreso los visitantes acuden directamente al sitio a realizar actividades recreativas, consumen alimentos y bebidas que traen desde sus hogares o los adquieren en la localidad. En contraste, Celestún es famosa por ofrecer actividades ecoturísticas relacionadas con la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, en la que los flamencos son el principal atractivo (Robles, 2005) y la visita a la playa es secundaria (Rosales, 2011); los turistas acuden a conocer la Reserva, sin cargar con plásticos de un solo uso, y posteriormente los guías turísticos los transportan a la playa, donde tienen la opción de consumir en los restaurantes.

Sisal no presentó diferencias con respecto a las otras dos playas. Como en Progreso, la playa es el sitio primario de visita y los turistas acuden con alimentos y bebidas empaquetados en plásticos de un solo uso que se convierten en residuos.

La posibilidad de comprar plásticos de un solo uso es mayor en Progreso que en las otras dos playas, debido a la cantidad de negocios localizados a lo largo del malecón. Se observó que en Sisal y Celestún la cantidad de negocios cerca de la playa es menor.

Se identificaron tendencias en la cantidad de los residuos en las playas (Tabla 10). En Progreso se observó que una festividad turística masiva, el Carnaval, realizado el 3 de marzo de 2019, generó la mayor cantidad de residuos registrados de todo el muestreo (4 kg, 467 piezas). Los días domingo con mayor recolección de plásticos coincidieron con fechas vacacionales y festivas tomando como referencia los calendarios de la Secretaría de Educación Pública (SEP) para los ciclos 2018-2019 y 2019-2020 (Anexo 1). Por otro lado, los valores menores cuantificados corresponden con fechas no vacacionales (Anexo 1).

La correlación de Pearson calculada para establecer relación entre el plástico depositado en la playa y la temporada en la que las personas acuden a visitarla (Tabla 11) resultó significativa para Progreso con respecto a las otras dos playas (peso y piezas:  $p < .05$ ). En relación con la cantidad de plásticos en las playas y la temporada de visita en Sisal y Celestún, el estadístico para los pesos recolectados resultó cercano a lo significativo ( $p = .06$ ), por lo que es necesario tomar en cuenta observaciones de trabajo de campo. Aunque el objetivo del estudio no incluyó medir la afluencia de turistas a las playas, se registró mayor cantidad de plástico en Sisal para los meses considerados de temporada alta: Semana Santa, y julio y agosto. Por lo tanto, se considera que la contaminación plástica de Sisal también presenta relación con la temporada de visita a las playas. Los resultados de este estudio demostraron que la cantidad de residuos está influenciada por la temporada en la que los turistas acuden a la playa.

## **1.2 Clasificación de plásticos por composición química.**

Se clasificaron 24 tipos de plásticos diferentes de acuerdo con su composición química (Anexo 4. Plásticos clasificados por composición química). El 74.3% ( $n=4594$ ) de las piezas recolectadas en las tres playas no contaban con el símbolo de reciclaje, lo que

dificultó su clasificación. Esto podría representar un obstáculo para el diseño de programas de reciclaje.

Los residuos con mayor peso recolectados en las tres playas (Tabla 12) fueron polipropileno (PP), polietileno tereftalato (PET), polietileno de alta densidad (PEAD) y polietileno de baja densidad (PEBD). Las piezas más frecuentemente recolectadas fueron colillas de cigarro, PEAD, PP y PEBD. En España existen empresas de reciclaje como TerraCycle<sup>®</sup>, uno de cuyos programas es el Programa de Reciclaje de Plásticos en Playa, enfocado en objetos plásticos rígidos (TerraCycle, 2020). En México, empresas como ECOCE<sup>®</sup> llevan a cabo el reciclaje de algunos plásticos (ECOCE, 2020). La presente investigación puede servir como un estudio de factibilidad que permita analizar la posibilidad de realizar el programa de reciclaje de plásticos que no sean PET en las playas de Yucatán. Habría que desarrollar una política pública para la recolección de bolsas plásticas, cuerda, redes, costales, uncel y popotes. Este estudio puede servir también para generar ideas de creación de proyectos a nivel local para el aprovechamiento de estos materiales, exigir una regulación que administre o prohíba su uso y exhorte a la población a no consumirlos.

En este estudio se encontraron 1202 colillas de cigarro, las cuales pueden ocasionar efectos adversos al ambiente. Una colilla de cigarro puede contaminar 1000 litros de agua (Green *et al.* 2014), en su interior albergan cerca de 150 compuestos tóxicos (Araújo y Costa, 2019) que pueden lixiviar al suelo (Dobaradaran *et al.* 2017) y corren el riesgo de ser ingeridos por la fauna silvestre, ocasionando intoxicación (Slaughter *et al.* 2011). Según la literatura revisada, se calculó que existe la posibilidad de que las colillas contaminen más de un millón de litros de agua. Sería conveniente mencionar en las campañas para el control del hábito de fumar el efecto contaminador de las colillas de cigarrillo y la importancia de depositarlas en sitios adecuados.

Uno de los plásticos que más peso registró fue el PET (Figura 15) a pesar de que no fue el objeto más frecuentemente encontrado (Figura 16). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los pesos recolectados de este material en Progreso con respecto a las otras dos playas (Tabla 13). El PET está sujeto a recolección informal por parte de los habitantes de la localidad, los visitantes se lo llevan y también ingresa al mar; ocurre que las botellas se llenan de agua y se hunden, por lo que no son devueltas a la playa por las

corrientes marinas y/o el viento (J. Fargher, comunicación personal, 7 de febrero de 2020). La recolección de botellas y otros plásticos fue documentada por Urrea (2016) en Sisal y Uc (2007) en Celestún. En el presente estudio, se confirmó lo reportado en las investigaciones anteriores y se observó que la recolección de PET también se realiza en Progreso. El aprovechamiento del PET fue mencionado por los entrevistados en este estudio quienes mencionaron que el residuo plástico que más generaban eran botellas de ese material (37.3%). El 24% de los visitantes mencionó llevarse este residuo de vuelta a su casa, 6.8% dijo entregar el PET a los recolectores, reutilizarlo, reciclarlo o venderlo. Los encargados de manejo de residuos en las localidades mencionaron la recolección de PET como una actividad económica informal.

La gran cantidad de plásticos diferentes al PET en este estudio, como PEAD, PP y PEBD (Figuras 15 y 16), sugiere que aquellos que no representan un incentivo económico no son reciclados. Estos plásticos son difíciles de reciclar debido a su composición química, lo que crea una falta de mercado con opciones para su aprovechamiento. Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en las piezas de estos materiales (Tabla 13), relacionadas con la intensidad de uso en las playas, como se mencionó anteriormente.

La presencia de los plásticos PEAD, PP y PEBD también podría verse influenciada por su flotabilidad en el mar (Arévalo, 2012), ya que son susceptibles de ser transportados por las corrientes y regresar a las playas (J. Fargher, comunicación personal, 7 de febrero de 2020). Se conoce del reciclaje de tapas de PEAD y PP (Galvis, 2014), sin embargo, el PEAD abarca otros usos como cuerda plástica y bolsas de los que no se conoce un aprovechamiento posterior a su desecho en Yucatán. Lo mismo sucede con el PP: vasos, popotes, cuerdas, costales, celofán y algunas envolturas están sujetas a disposición final, sin posibilidad de reciclaje (Cechin-De La Rosa y Collins, 2019). Este tipo de residuos deberían someterse a un análisis de ciclo de vida a partir del productor para garantizar su aprovechamiento, regulado a partir de la creación de políticas públicas.

### **1.3 Clasificación de plásticos por uso.**

Los plásticos con usos más frecuentes en este estudio fueron: Contenedores, alimentos y bebidas, en Progreso; para pesca y embarcaciones, en Sisal, y empaques y residuos de fumadores en Celestún (Tabla 14). No se encontraron diferencias estadísticamente

significativas entre los usos y las playas, lo que indica que ningún uso contamina más que otro (Figuras 17 y 18). Los plásticos con menor frecuencia en las tres playas fueron de uso sanitario: cotonetes, pañales, toallas sanitarias y preservativos (Tabla 14).

Este tipo de clasificación puede contribuir a generar soluciones para presentar a los sectores que más generan esos residuos en cada una de las playas. Se propone trabajar con turistas y negocios de venta de plásticos de un solo uso en Progreso, con los pescadores en Sisal y con los habitantes y turistas fumadores en Celestún. Los resultados refuerzan la hipótesis de que en Progreso existe mayor disponibilidad de plásticos de un solo uso, mientras que en Celestún se focaliza en el descarte de colillas y encendedores.

Se analizó la cantidad de plásticos usados para envolver alimentos y bebidas encontrándose diferencias estadísticamente significativas (Figuras 19 y 20), entre Progreso y Celestún. No se encontraron diferencias de Sisal con respecto a las otras dos playas. Esto confirma que la generación de este tipo de residuos en Progreso y Sisal es similar debido a que la playa es el destino primario de los visitantes, en el que consumen alimentos y bebidas en plásticos de un solo uso.

#### **1.4 Clean Coast Index.**

Los plásticos depositados en las playas han sido estudiados en otros lugares del mundo. Alkalay *et al.* (2007) desarrollaron el *Clean Coastal Index* (CCI por sus siglas en inglés) para identificar la contaminación plástica utilizando el número de piezas depositadas por metro cuadrado de playa. En este estudio se utilizó el CCI como una medida de contraste de la cantidad de piezas plásticas en cada playa (Tabla 15). El valor del CCI en las playas de este estudio es menor a lo reportado en otras playas de uso turístico en otras partes del mundo, como Brasil (Andrade-Neto, 2010), Eslovenia (Laglbauer *et al.* 2014) y Turquía (Oztekin *et al.* 2019), lo que puede deberse al tamaño del área de muestreo (750 m<sup>2</sup> por playa) que, en los estudios encontrados en la literatura, fue de 780 m<sup>2</sup> a 4000 m<sup>2</sup>, por lo que la superficie de recolecta de esta investigación podría resultar insuficiente para este tipo de análisis. Cuando se revisaron los lineamientos teóricos de esta metodología no se especificó un mínimo de metros de muestreo necesario, por lo que se considera que este estudio se encuentra dentro de los parámetros aceptados de evaluación (Alkalay *et al.* 2007).

En este estudio se muestreó la zona turística de las playas, por lo que se tiene un buen indicador de la cantidad de residuos en las áreas ocupadas por los visitantes. Como se mencionó en el párrafo anterior, el CCI de las playas de Yucatán es menor que en otras partes del mundo y puede servir como motivante para mantener las playas limpias y, de esta manera, promover el destino turístico para atraer más visitantes, implementando estrategias que contribuyan a reducir los plásticos que los turistas usan. Las personas encuestadas informaron que los puertos de abrigo y otras zonas alejadas de los visitantes tienen mayor presencia de residuos, por lo que es aconsejable realizar estudios en esos sitios y con ello aumentar el ámbito del estudio para tener un mejor marco comparativo con lo que sucede a nivel del estado.

Se observó que existe variación en el CCI reportado mensualmente (Tabla 15), lo que podría orientar los esfuerzos de los programas de manejo de residuos hacia las temporadas de mayor cantidad de plásticos depositados con respecto a la afluencia de visitantes a las playas.

### **1.5 Otras aportaciones del estudio.**

Este estudio podrá servir como un antecedente científico de la presencia de plásticos en las playas para futuras investigaciones: el plástico depositado en Progreso, Sisal y Celestún se encuentra biodisponible, las especies de aves costeras (pelicanos, gaviotas, cormoranes, flamencos, entre otras) pueden encontrarse en riesgo de ingestión y enredamiento (Gregory, 2009). Los peces en el mar también se encuentran expuestos a las consecuencias del manejo inadecuado de plásticos (Battisti *et al.* 2019) pues los plásticos en el mar se descomponen en microplásticos y se incorporan a la cadena trófica (Choy *et al.* 2019). Futuros estudios podrían concentrarse en la presencia de microplásticos en las especies marinas y en la población humana.

El diseño longitudinal de este estudio permite contribuir al diseño de políticas públicas para un mejoramiento del manejo de los residuos en la playa, permitiendo disminuir los impactos que estos contaminantes generan al ambiente.

Los resultados de este trabajo sugieren que es importante efectuar un muestreo en toda la costa de Yucatán, incluyendo las playas orientales del estado, por ejemplo: Telchac,

Santa Clara, San Crisanto, San Felipe, Dzilam de Bravo, El Cuyo y Ría Lagartos. Esto permitiría describir el problema a gran escala y con ello hacer un estudio de factibilidad que permita proponer soluciones. Se debe analizar la contribución de las variables de influencia (antropogénicas y naturales) en la cantidad de plásticos en las playas.

## **2. Objetivo específico 2: Percepción de los visitantes.**

La perspectiva organísmica de la psicología ambiental establece que la ocurrencia de un problema depende de la interacción de diversos factores y actores causales (Altman y Rogoff, 1987). En el caso de la contaminación plástica, no solamente se limita a la cantidad de residuos depositados en la playa, sino que debe incluirse a los actores involucrados desde su producción, disponibilidad, uso y desecho: empresas productoras, visitantes, restaurantes, tiendas, negocios, vendedores ambulantes, habitantes de la localidad, autoridades, Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) y científicos. En este estudio se incluyó a los visitantes y autoridades del manejo de residuos. Se recomienda abordar en estudios posteriores, a empresas, restaurantes y grupos de habitantes identificados como generadores de residuos plásticos en la playa, lo que permitiría integrar la percepción de todos los actores, detectar áreas de oportunidad y diseñar planes para resolver el problema. Se encontró que los visitantes fueron uno de los grupos más importantes en la generación de residuos al realizar actividades recreativas y en la resolución del problema.

### **2.1 Perfil de los encuestados.**

Se encuestaron 384 visitantes. Poco más de la mitad fueron mujeres (53.4%). La diferencia se debe a que las mujeres mostraron mayor disposición de participación que los hombres. El rango de edades de los participantes (Figura 21) fue muy amplio, no obstante, durante el trabajo de campo se encontraron menos personas mayores a 38 años visitando la playa. Los jóvenes se mostraron más accesibles a participar en la encuesta que las personas mayores. Algunas de éstas prefirieron no participar porque “desconocían del tema” y pasaron la encuesta a algún miembro más joven del grupo de acompañantes, lo que significa que las estrategias para reducir la contaminación plástica enfocadas en los turistas podrían tener mejor recepción en personas menores de 38 años y también indica que es necesario desarrollar campañas dirigidas a las personas mayores para generar más conciencia relacionada con el tema.

Existe relación entre el grado de estudios, el ingreso económico y el desarrollo de la conciencia ambiental. Estudios han demostrado que, a mayor escolaridad e ingreso económico, más se favorece el acceso a la educación ambiental y al cuidado del ambiente (Santos *et al.* 2005; Trujillo y Vera, 2018). Poco más de la mitad (56.2%) de los encuestados (Figura 22) tienen un grado de educación superior (carrera técnica, licenciatura o posgrado) y el 65.4% son empleados y perciben un ingreso (Figura 23), lo que podría influir en la información recibida relacionada con problemas ambientales. Esto resalta la importancia de la educación universal para todos los estratos de la sociedad si se desea lograr un cambio en la conducta de las personas y se avance hacia la resolución del problema de la contaminación plástica.

La procedencia de los visitantes señala que en Progreso y Celestún (Tabla 16), se encontraron más turistas provenientes de otros estados de la República Mexicana que de Yucatán, estos turistas tienen un ingreso económico que les permite acudir a estas playas. Los visitantes de otros estados llegan a Celestún mayormente en vehículos privados, propios o alquilados, los cuales representan un costo elevado. Progreso cuenta con mayor infraestructura turística y es la más cercana a la ciudad de Mérida, por lo que se encuentra dentro de la preferencia de los visitantes nacionales y locales por su oferta de restaurantes y palapas junto a la playa, y por su cercanía a Mérida y la accesibilidad a través del transporte público. Es importante mencionar que, en temporada baja, la afluencia de visitantes locales en estas playas es menor. Los yucatecos acuden a las playas con más frecuencia durante Semana Santa, julio y agosto (García *et al.* 2011). En Sisal, el 61.7% de los participantes eran originarios de Yucatán, estadística que confirma el uso de la playa como de segunda residencia. Su cercanía con otras localidades como Hunucmá, Ucú y Kinchil la hace propicia para la visita de los habitantes locales de esas poblaciones.

## **2.2 Pregunta 1: ¿Usted genera residuos plásticos mientras se encuentra en la playa?**

La mayoría de los encuestados (63.8%) reconoció generar residuos plásticos durante su estancia en la playa, lo que confirma que son parte del problema y lo reconocen (Tabla 17). Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre la generación de residuos de las playas ( $X^2=9.29$ ,  $p=0.01$ ) atribuida a lo siguiente: En Progreso y Sisal la generación es mayor debido a que se acude a la playa como destino principal, las personas llevan o compran

alimentos y bebidas en plásticos de un solo uso, que posteriormente descartan y se convierten en residuos. La disponibilidad de plásticos como unisel y polipropileno es mayor en Progreso por la cantidad de negocios localizados en el malecón turístico. En Celestún la generación de plásticos es menor, ya que la playa es un destino secundario de visita y las personas consumen alimentos y bebidas en restaurantes que utilizan pocos plásticos de un solo uso. Los residuos que se generan se quedan en los restaurantes y están sujetos a recolección por parte de la municipalidad.

### **2.3 Pregunta 2: ¿Qué objetos plásticos genera?**

Los visitantes comentaron que los objetos más generados por ellos durante su estancia en la playa fueron botellas PET (37.3%) (Figura 24), este dato se refuerza con los datos de consumo; México es el mayor consumidor de bebidas embotelladas a nivel mundial (Delgado, 2019; Moreno-Contreras, 2016), pero no coincide con las pocas piezas de PET recolectadas en este estudio durante los meses de aplicación del cuestionario. La disparidad entre el dato subjetivo producido por los encuestados y el dato objetivo de la cantidad de PET recolectada se debe a la capacidad de reciclaje de los productos hechos de PET, ya que hay una recolección informal por parte de los pepenadores y los mismos turistas. El PET tiene mayor difusión y mercado de reciclaje en México y representa un ingreso económico, que con relativo poco esfuerzo puede ser redituable (Schwanse, 2011). De igual manera, las opciones de reutilización de PET son cada vez más difundidas: eco-ladrillos (Taaffe *et al.* 2014), macetas (Arcia, 2014), entre otras (Eco-Inventos, 2019).

Cabe resaltar que otros plásticos recolectados durante este estudio como bolsas, vasos, cubiertos, platos y popotes coinciden con la alta frecuencia de mención entre los objetos generados por los encuestados, pero solo un 9.2% mencionaron su aprovechamiento posterior como reciclaje y reutilización. Estos residuos (vasos, platos, cubiertos, bolsas, popotes) son de polipropileno y poliestireno y no son reciclables (Cechin-De La Rosa y Collins, 2019). El bajo porcentaje de respuesta puede indicar que, en efecto, los visitantes están conscientes de que solo las botellas PET son reciclables y representan un ingreso económico, mientras que los otros plásticos que no tienen valor de reciclaje no se recogen. Popotes, cubiertos y bolsas son los residuos sobre los que el visitante debe enfocar sus esfuerzos para evaluar si usarlos o no. Los usuarios deberían exigir que se modifique el

material del que están hechos y, por lo tanto, su ciclo de vida, para reducir sus impactos ambientales. Una recomendación sería motivar a los visitantes, desde los medios de comunicación, para crear este sentido de la responsabilidad hacia residuos diferentes al PET.

Si bien las colillas de cigarro fueron uno de los residuos más frecuentemente encontrados en la playa (Tabla 12) solamente dos encuestados reconocieron generarlas. Esto puede deberse a que los visitantes no reconocen que las colillas tienen plástico (Araújo y Costa, 2019) o que no eran fumadores. Las colillas no solo contaminan desde la perspectiva del plástico, sino también por las sustancias que contienen, algunas de las cuales son consideradas cancerígenas (Araújo y Costa, 2019), contaminan agua y suelo (Dobaradaran *et al.* 2017) y afectan a la vida marina ocasionando alteraciones del ritmo cardiaco, en el comportamiento y la muerte debido a la toxicidad de los compuestos (Slaughter *et al.* 2011).

#### **2.4 Pregunta 3: ¿Qué hace con los residuos que genera en la playa?**

La mayoría de los encuestados respondió que la solución a la contaminación plástica fue depositar los residuos en contenedores ubicados en la playa (45.4%) y/o llevárselos al abandonar el sitio (32.6%) (Tabla 18). Estas respuestas sugieren que para el usuario el problema de la contaminación plástica termina en el momento en el que el residuo desaparece de su vista. La literatura demuestra que el problema no termina con depositar los residuos en un contenedor: el plástico ocasionará efectos adversos al ambiente en cualquier lugar en el que se encuentre (Becherucci *et al.* 2017). El problema se agrava si los servicios de limpieza, públicos o privados son deficientes. La presencia de contenedores llenos de basura favorece su dispersión por la acción del viento; también se observó a varios perros deshacer las bolsas para obtener residuos de comida, lo que favorece la dispersión de basura en la playa (Anexo 5. Fotografías de la playa de Sisal, Figura 3).

Una de las dificultades que presentó esta pregunta fue encontrar a alguien que admitiera dejar sus residuos en la playa fuera de los contenedores. Solamente una persona respondió hacerlo en Progreso (0.4%), frecuencia que no refleja lo recolectado durante los muestreos. Los encuestados podrían sentir pena de admitir que no depositan sus residuos en un contenedor y optan por contestar otra cosa poco clara (3.9% mencionaron colocar los residuos en una bolsa y 2.5% los recogieron sin precisar su destino final). Esto se asocia con la idea de que tirar basura tiene una connotación negativa, es una conducta indeseable y

susceptible de ser señalada y castigada (De Kort *et al.* 2008). Los resultados de las recolecciones de residuos plásticos este estudio demostró que la cantidad de residuos provenientes de alimentos y bebidas es constante en las tres playas, lo que evidencia que los turistas no depositan los residuos en los contenedores y, por lo tanto, las respuestas a esta pregunta son de dudosa fiabilidad. En próximos trabajos de este tipo valdría la pena desarrollar preguntas proxi que permitieran evaluar mejor este problema.

#### **2.5 Pregunta 4: ¿Ha visto gente tirar basura plástica en la playa durante su visita?**

Las respuestas a esta pregunta mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres sitios de estudio ( $X^2 = 23.64$ ,  $p < .001$ ). Los encuestados vieron más gente dejar sus residuos en Progreso que en las otras dos playas (Tabla 19). Los tres factores que pueden explicar esta apreciación son los siguientes: generalmente, en las tres playas, el objetivo de visita es recreativo, las personas no fijan su atención en los residuos ni en su manejo por parte de otras personas, ya que su objetivo principal es el ocio, consumir alimentos, asolearse y estar en el mar. La cantidad de gente en la playa: a mayor cantidad de gente, mayor posibilidad del observador de registrar si otros visitantes depositaron sus residuos inadecuadamente, este podría ser el caso de Progreso.

Carmi (2019) señala que las personas tienden a seguir depositando inadecuadamente sus residuos en un sitio donde previamente observaron que otros lo hacían, lo cual explicaría por qué hay más residuos en Progreso; por el contrario, a menor cantidad de gente, es más difícil detectar este hecho, como pudo ser el caso en Sisal y Celestún y, por último, la distancia entre las personas al estar en la playa; en Progreso la distancia entre personas fue menor que en las otras dos playas, por la afluencia y por el uso de la duna costera por los negocios; por lo tanto, podría haber sido más factible observar a alguien depositando residuos estando en Progreso. En los casos de Sisal y Celestún, existe menor cantidad de negocios y la separación entre lugares de descanso de los visitantes es mayor, por lo que es más complicado distinguir a alguien depositando residuos si no está cerca.

## **2.6 Pregunta 5: ¿Encuentra botes para tirar la basura plástica en la playa?**

La disponibilidad de contenedores en las playas registró diferencia estadísticamente significativa con la respuesta de los encuestados ( $X^2=19.04$ ,  $p<.001$ ) (Tabla 20). Durante el trabajo de campo, se observaron más contenedores en la barra arenosa y los malecones de Progreso que en las otras dos playas, lo que indica que la playa de Progreso cuenta con más infraestructura para depositar adecuadamente los residuos que las otras dos, pero los resultados de muestreo de plásticos indicaron que esa playa tuvo más residuos. Este resultado tiene muchas formas de ser interpretado; sin embargo, no se disponen de los datos necesarios para aseverarlo. Podría ser que Progreso reciba más visitantes (en este estudio no se midió la afluencia de visitantes, aunque empíricamente se identificó que es la playa con mayor afluencia). Otra posibilidad, que no está desligada de la afluencia de visitantes, es que en Progreso la generación de residuos rebasa a la infraestructura disponible y a los servicios de limpia. Se debe tomar en cuenta que hay otros sectores que producen residuos en Progreso y que diferencian esta playa de Sisal y Celestún: Progreso es la localidad con más habitantes, tiene la actividad de pesca más elevada del estado y cuenta con el puerto de altura, al que llegan barcos de carga y cruceros turísticos (Tabla 7).

También debe comentarse la capacidad de los contenedores: la mayoría de los observados en el malecón de Progreso son pequeños, se observó que al término de un fin de semana se encontraban desbordados por la cantidad de residuos en su interior (Anexo 5. Fotografías de la playa de Progreso. Figura 1), lo que hace que los residuos se dispersen con mayor facilidad. La situación empeora en temporada alta y durante eventos masivos, en los que la generación de residuos es del doble o triple que en temporada baja (Figuras 13 y 14) y la afluencia a las playas es mucho mayor, ocasionando que una mayor cantidad de residuos se deposite en la barra arenosa. Esto evidencia la necesidad de un mayor número de contenedores con más capacidad, una mejor planeación de los eventos masivos y, definitivamente, una disposición final más eficiente y ecológicamente amigable, más y mejor recolecta por entes municipales, mejor reciclaje, rellenos sanitarios que se desarrollen según los lineamientos legales.

## **2.7 Pregunta 6: ¿Cuáles son las razones por las que las personas tiran la basura en la playa?**

Las principales razones de disposición inadecuada de plásticos que los encuestados mencionaron fueron la falta de una escala de valores (n=210) y el desinterés (n=141) de los usuarios (Tabla 21). Esto significa que los encuestados consideran que la educación es el aspecto principal por desarrollar para modificar las prácticas inadecuadas de disposición de residuos. Martín *et al.* (2001) proponen que la escala de valores forma parte de la toma de decisiones de un individuo, y que la conducta y las acciones derivadas de ésta se inserta en los hábitos y el estilo de vida de la persona. Por lo anterior, para modificar los hábitos de los turistas durante su estancia en la playa, se debe promover la adquisición de un sentido de responsabilidad sobre los residuos, más allá de depositarlos en un contenedor. El turista debe contar con el conocimiento sobre los efectos que el plástico tiene en el ambiente y por ende en sus vidas, así como la responsabilidad compartida de su manejo. Los turistas deben empoderarse al tener esta información y, a través de su decisión de compra, exigir el correcto manejo de estos productos. Taylor *et al.* (2007) demostraron que la educación es una opción efectiva para reducir el descarte de residuos fuera de contenedores. Se han realizado estudios en Inglaterra (British Plastics Federation, 2019), China (Environmental Protection Department, 2015) y Japón (Hasegawa, 2014) en los que se demostró la efectividad de la educación ambiental orientada al uso de plásticos reciclables, la participación en el manejo de residuos desde casa y en la escuela, así como en la generación de conciencia de sus efectos al ambiente.

## **2.8 Pregunta 7: ¿Ha recogido basura mientras está en la playa?**

Más de la mitad de los visitantes en Progreso (56.2%) y Sisal (51.6%) mencionaron recoger residuos que encontraban durante su estancia en la playa (Tabla 22). En Celestún el 57% respondió no hacerlo.

Las personas que recogieron basura reconocieron que los residuos son un problema y asumieron que son partícipes de la solución, actitud asociada con la idea de que las playas son sitios escogidos para el ocio por su calidad estética y naturaleza (Ayala *et al.* 2003), por lo tanto, no se espera ni desea su perturbación y degradación al visitarla (Murillo, 2013); también podría responder a que tirar basura es una conducta social que frecuentemente es

considerada negativa y existe presión para modificarla (Bator *et al.* 2011). Estas ideas pueden generar sensibilidad del individuo hacia la calidad estética del sitio y dar lugar a una motivación para evitar la degradación de la playa recolectando los residuos que encuentra durante su visita.

Las respuestas a esta pregunta permiten aseverar que la sensibilidad y la conservación de la calidad estética de las playas son buenos motivantes para trabajar en la modificación de la conducta en lo que se refiere al descarte de los residuos en ellas. Una idea para desarrollar es la utilización de campañas gráficas de concientización en la playa.

Algunos encuestados (191/384) comentaron no recolectar residuos durante su visita a la playa, con el principal argumento que no los observaron a su alrededor. Esta respuesta es de dudosa fiabilidad, ya que en este estudio se demostró que la presencia de plásticos en las playas fue constante durante todo el muestreo. Podría ser que las personas reconocen la connotación negativa de los residuos en la playa, sienten rechazo y niegan la responsabilidad de recolectarlos, por lo que eligen contestar que no los vieron para evitar sentirse señalados y culpables. También es posible que la sensibilidad estética del visitante haya normalizado la presencia de los residuos, no sientan molestia al verlos o que ya no los vean. Esto queda ejemplificado con la teoría de la ventana rota: en un auto en desuso, una ventana rota genera la idea de que el deterioro, abandono y desinterés son situaciones normalizadas debido a que no hay normas que impidan que el objeto siga dañándose (Rossotti, 2004). Esto puede ayudar a explicar lo que sucede con las personas que han normalizado la presencia de residuos a su alrededor, ya que no asumen una responsabilidad ni se incomodan con este hecho. Durante el trabajo de campo se observó gente sentada al lado de los residuos mientras se encontraba en la playa (Anexo 5. Fotografías de la playa de Progreso. Figura 3).

## **2.9 Pregunta 8: ¿Qué tan sucia considera que está la playa?**

Los encuestados consideraron a Celestún como la playa más limpia de las tres ( $X^2=20.05$ ,  $p=.003$ ) (Figura 25), lo que coincide con los datos colectados en el campo, ya que Celestún fue la playa con menos plásticos. Aunque los participantes de la encuesta reconocieron la calidad estética de las playas, es pertinente mencionar que la generación de residuos derivados de las actividades recreativas se mantuvo durante todo el muestreo, indicando que

no todas las personas que llegan a las playas asumieron la responsabilidad de mantenerlas limpias y dejaron sus residuos en la barra arenosa.

Los visitantes con comportamientos ambientalmente responsables también contribuyeron a la presencia de residuos pues, como se comentó en la pregunta 3, el visitante limitó su responsabilidad a depositar el residuo en un contenedor, sin importar que ya estuviese rebosando. Si el contenedor excede su capacidad el riesgo de dispersión aumenta pues los perros rompen las bolsas, derramando el contenido y el viento desplaza el contenido ocasionando que los plásticos se depositen a lo largo de la playa. Esto confirma la necesidad de mejorar la gestión de los residuos por parte de la municipalidad, como se discutió en la pregunta 5 y la importancia de trabajar informando al turista para que cuente con bases para exigir que otros cumplan con su responsabilidad y, a su vez, puedan decidir sobre sus opciones de consumo.

#### **2.10 Pregunta 9: ¿Cuál es el residuo más común en la playa?**

En este estudio queda demostrada la idea sugerida por Plous (1993): las respuestas de los participantes están influidas por el conocimiento propio del turista y su experiencia personal. Cuando se les preguntó a los encuestados cuál era el residuo plástico más común en la playa, la respuesta fue botellas plásticas (n=157) (Figura 26), lo que coincide con los datos obtenidos en la pregunta 2, como el plástico más generado (n=147). El 87.5% de los residuos observados corresponden con los residuos que los visitantes reconocieron generar durante su visita a la playa, demostrando que los participantes se limitaron a nombrar los residuos que ellos mismos produjeron. Esto indica que los encuestados no reconocen la presencia de los desechos provenientes de otros usuarios, como los residuos plásticos producidos por los pescadores, ya que solo cuatro personas los mencionaron y, durante los muestreos, se encontraron residuos como cuerdas, costales y redes constantemente.

Estas observaciones corresponden con la propuesta de Flores y Reyes (2010) que se refiere a que las personas no reconocen aspectos del ambiente con las que no han tenido contacto, aunque formen parte de la problemática, como es el caso de los residuos de la pesca en este estudio. La visita de los participantes a las playas es de algunas horas o pocos días, esto contribuye a que se dificulte el reconocimiento de otros residuos plásticos. El tamaño y el color de algunos objetos también influye en su identificación; botellas plásticas, envolturas

de botana y bolsas generalmente son grandes y tienen colores llamativos que resaltan entre la arena, por lo que son más fácilmente detectados por el visitante que residuos pequeños y de colores poco llamativos como colillas de cigarro y cuerda plástica, susceptibles de perderse en la visión del usuario (Angelini *et al.* 2019).

### **2.11 Pregunta 10: ¿Cuál es el origen de los residuos plásticos que están en la playa?**

Los encuestados opinaron que son ellos mismos quienes más contaminan la playa (48.8%) (Figura 27), resultados que coinciden con los de estudios realizados en las playas de Brasil (Santos *et al.* 2005) y Australia (Campbell *et al.* 2016). En Yucatán se hicieron dos estudios en los que habitantes de Progreso (Ancona, 2015) y Sisal (López, 2011), mencionaron a los visitantes como principales generadores de residuos en la playa durante las temporadas vacacionales. El presente estudio permite confirmar los resultados de los estudios previos y las opiniones de los habitantes de las localidades: los visitantes son generadores de residuos y se asumen como parte de la problemática, tanto los encuestados como los habitantes reconocen que la actividad turística genera en gran parte la contaminación plástica en las playas.

Los otros usuarios de la playa identificados por los encuestados como generadores de residuos plásticos fueron residentes (17.5%), así como los clientes y empleados de los restaurantes (11.5%) (Figura 27), lo que significa que los encuestados están conscientes de que existen otras fuentes de generación además de los turistas. Se dieron cuenta al pasar tiempo en los restaurantes o cerca de ellos y porque las playas que visitan están en comunidades en las que habitan personas permanentemente. Incorporaron estos aspectos de su experiencia personal y los clasificaron como generadores de residuos dividiendo así la responsabilidad de mantener limpia la playa entre los usuarios que lograron reconocer. En las respuestas a esta pregunta no se nombró a todos los responsables, por lo que el conocimiento de todos los actores relacionados con la contaminación plástica es restringido.

Cuatro de 384 participantes (1.04%) respondieron que las embarcaciones eran fuente de contaminación plástica, a pesar de que el comentario no fue a una pregunta explícita en el cuestionario aplicado. La baja mención confirma que el conocimiento de la problemática se limitó a la experiencia personal del encuestado y a lo que vio cuando fue a la playa. Es importante informar a los visitantes de todos los procesos y sujetos generadores de residuos,

para que tengan un panorama más amplio de la problemática y puedan exigir tanto a las autoridades como a los ciudadanos las medidas de intervención.

Una respuesta poco frecuente fue relacionada con la responsabilidad de las empresas productoras de plástico como origen del problema, solo tres personas las identificaron, a pesar de que esta opción no se encontraba explícita en el cuestionario. Indica que muy pocas personas reconocen la responsabilidad de la industria plástica y, por lo tanto, no cuentan con la información para poder exigir a las corporaciones el análisis del ciclo de vida de sus productos. Cechin-De La Rosa y Collins (2019) señalan que la industria ha transferido al consumidor toda la responsabilidad de los productos que fabrica. Si bien el productor debe asumir su parte de responsabilidad, reconociendo que se trata de una problemática compleja en la que todos los sectores deben intervenir: desde la producción del plástico por parte del industrial, la regulación a cargo de las autoridades y el poder del consumidor de tomar una decisión informada y exigir que todos los involucrados tomen partido en la resolución del problema, los productores plásticos deben responsabilizarse del manejo, el diseño del ciclo de vida y la disposición final de sus productos. La regulación de este sector puede resultar en un manejo exitoso de los residuos plásticos.

Se ha desarrollado el concepto Responsabilidad Extendida del Productor (REP) que se refiere a las acciones que le corresponden a una empresa en el diseño del ciclo de vida de sus productos, haciendo énfasis en las últimas etapas: recuperación, reciclaje y disposición final (Lindhqvist, 2000). Los objetivos de la REP son: mejorar el diseño de productos y procesos industriales y promover la utilización de materiales de calidad en los procesos de recolección y reciclaje (Lindhqvist y Van Rossem, 2005). En Latinoamérica se han diseñado programas de REP en Costa Rica (Roa, 2009), Argentina (Lindhqvist *et al.* 2008) y Chile (Garcés y Silva, 2009), principalmente en el sector de residuos electrónicos. Los residuos electrónicos resultaron una opción viable de la REP ya que cumplían tres condiciones: i) riesgo de efectos negativos al ambiente por su disposición final, ii) volumen e incremento de producción, iii) potencial como negocio. Lo anterior amparado por propuestas de marcos jurídicos elaborados por las autoridades. Ante esto, cabría preguntarse lo siguiente: ¿acaso el plástico no cumple con las tres condiciones? En Chile ya se cuenta con un marco jurídico para la REP aprobado en junio de 2016 y ya se ha discutido la viabilidad de los plásticos para

ser incorporados a programas de REP (Bahamondes, 2018). En Colombia se han detectado oportunidades para incorporar empresas plásticas a la creación de programas de REP (Niño, 2012).

En México, los ordenamientos jurídicos no exigen la REP al sector plástico. Esto contraviene el acuerdo firmado con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2012) en el que México se compromete a reducir la generación de residuos sólidos y no responde a las recomendaciones de incorporar la REP para mejorar el manejo de éstos (Guzmán, 2019). A nivel federal, se encontró una propuesta de modificación a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos presentada en el Senado de la República el 29 de abril de 2019 (Anaya *et al.* 2019), propuesta que incluye la implementación de la REP en la industria plástica. La Ley sigue sin modificarse desde 2018. En diciembre de 2019 se firmó el Acuerdo Nacional por una Nueva Economía del Plástico en el Senado de la República, el cual promueve un compromiso de las empresas para aumentar el reciclaje. En este documento no se señala la responsabilidad del productor en el diseño del ciclo de vida de sus productos (Senado de la República, 2019). Cabe mencionar que este acuerdo tiene carácter voluntario y no hay certeza de que se revise su cumplimiento (Enciso, 2020).

En Yucatán la legislación de los plásticos se trata en la modificación a la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado del 18 de junio de 2019 (Decreto 8019, 2019). La modificación promueve la creación de microempresas para la incorporación de recolectores informales y prohíbe las bolsas plásticas y popotes. No se menciona la REP. A nivel localidad ningún ordenamiento jurídico menciona a los productores, las autoridades municipales asumen la total responsabilidad del manejo de residuos. Actualmente, a motivación propia, algunos productores desean participar en programas de REP, tal es el caso de la empresa ECOCE®, que colabora con más de 600 marcas registradas que incluyen el aprovechamiento posconsumo del PET, PEAD y PEBD (S. García, comunicación personal, 28 de mayo de 2020), estas iniciativas privadas precisan una guía a partir de políticas públicas.

## **2.12 Pregunta 11: ¿Qué tanto le preocupa la contaminación plástica en la playa?**

La mayoría de los encuestados (91.6%) (Figura 28) contestaron que el tema era muy preocupante, confirmando que reconocen la presencia de plásticos en la playa como un problema. Según Murillo (2013), esa preocupación se asocia a que la playa representa un valor para ellos por ser el lugar en el que disfrutaban de sus actividades recreativas y, por lo tanto, causa molestia verla sucia. Los resultados del presente estudio sugieren que, aunque el visitante no espera que la playa esté sucia, considera que la responsabilidad de mantenerla limpia es de otros y su acción se limita a recolectar sus propios residuos.

Reconocer la existencia del problema no es suficiente si los usuarios se limitan a ser espectadores y pasan la responsabilidad a otro cuando depositan sus residuos en un contenedor. Esto puede analizarse desde las tres esferas propuestas por Guattari (1989): la ecología mental (uno mismo), la ecología social (los otros) y la ecología ambiental (el entorno). El visitante considera que es responsable y cumple con su deber (ecología mental) de no contaminar la playa si se ocupa únicamente de sus residuos (ecología ambiental). No se interesa por señalar a otros, informarse, cooperar actuando más allá de su entorno personal, no exige regulaciones y otras medidas a los demás actores involucrados (ecología social). Al respecto, Guattari (1989) señala que, para solucionar una problemática ambiental, el cambio debe ser en las tres esferas simultáneamente. Los resultados de este estudio significan que existen deficiencias en la ecología personal que se reflejan en la ecología social y la ecología ambiental. Existe preocupación por el ambiente, pero es necesario sensibilizar e informar a los usuarios para que el sentido de responsabilidad sea más profundo y pueda extender lazos que también involucren a los otros en la resolución del problema.

## **2.13 Pregunta 12: ¿Cuáles son los efectos del plástico en la playa?**

Los encuestados conocen los efectos de la contaminación plástica en el ambiente (Figura 29) y la mayoría de las respuestas coinciden en que afecta a la vida marina, siendo estos resultados consistentes con estudios realizados en Australia (Campbell *et al.* 2016) y Europa (Hartley *et al.* 2018). Existe más información disponible y circulando en los medios de comunicación sobre los efectos del plástico a la vida marina, comparado con los impactos a la salud humana, fisicoquímicos y la economía. También es posible que el impacto psicológico que generan las fotografías de la fauna afectada por el plástico, disponibles en

los medios de comunicación, sea tan grande que la evidencia es irrefutable. Este sesgo evidencia la necesidad de difundir la información sobre todos los efectos del plástico en el ambiente. Sería muy interesante preguntar, en estudios futuros, en qué medios los participantes obtienen la información, esto permitiría, en primer lugar, hacer un estudio sobre la calidad y fiabilidad de la información que los encuestados dieron como respuesta y, por otro lado, sería el medio ideal para realizar campañas de educación relacionadas con el tema.

Los encuestados desconocieron el efecto de los microplásticos en las playas (98.6%), a pesar de que es un tema de creciente interés en los sectores académico y público (Barrows *et al.* 2018; Lusher *et al.* 2014). Los microplásticos no son detectados a simple vista por el ojo humano y sus efectos son a nivel microscópico. La falta de visibilidad dificulta el entendimiento y la asimilación del concepto.

El plástico se conoce desde finales del siglo XIX, mientras que los microplásticos fueron identificados en 2004 (Thompson *et al.* 2004). El reciente descubrimiento del proceso de formación de los microplásticos, así como la poca difusión de sus efectos son las razones que se identificaron en este estudio para explicar el desconocimiento generalizado del tema. Para ayudar a entender el resultado encontrado en este trabajo, se podría realizar un estudio en el que se analice la frecuencia de mención de los microplásticos en los medios de comunicación. Surgen las siguientes preguntas para posteriores investigaciones:

- i) ¿La población conoce que existen microplásticos? ¿Qué tanto sabe? ¿Le interesa saber?
- ii) ¿La población conoce los efectos de los microplásticos sobre el ambiente y la salud de los seres vivos?
- iii) ¿Cuál sería la mejor manera de realizar una campaña educativa para diseminar esta información?
- iv) ¿Cómo puede participar la población en la construcción del conocimiento del problema y en su resolución?

Otra respuesta poco frecuente a la pregunta sobre las afectaciones que el plástico produce a nivel global fue la relación entre la contaminación plástica y el cambio climático (2.85%) y calentamiento global (1.9%) (Tabla 23) documentada en la literatura (Hamilton *et al.* 2019; Royer *et al.* 2018). Para poder explicar esta relación habría que determinar si los

encuestados están familiarizados con los conceptos “cambio climático” y “calentamiento global”. Caballero *et al.* (2007) determinaron que “efecto invernadero”, “calentamiento global” y “cambio climático” son utilizados con imprecisión y sin distinguir el significado de cada uno. Hmielowski *et al.* (2014) sugirieron que al hablar sobre cambio climático las personas carecen de información precisa. Es difícil tratar de explicar la asociación entre problemas climáticos y el plástico expresada por los encuestados, ya que ninguno complementó su respuesta con algún argumento que coincidiera con lo reportado en la literatura; en posteriores trabajos puede profundizarse con preguntas referentes al tema. La relación de ideas entre calentamiento global, cambio climático y plástico probablemente está vinculada a que se mezclan problemáticas ambientales usando un glosario presente en los medios de comunicación que puede resultar confuso, especialmente cuando los conceptos no son aclarados o enseñados.

#### **2.14 Pregunta 13: ¿Cuál es el destino final de los plásticos depositados en la playa?**

La mayoría de los encuestados (65.1%) opinó que los residuos depositados en la playa tenían como destino final al mar (Figura 30). Entre las respuestas menos frecuentes destacó la formación de islas de basura como destino final de los plásticos (1.81%). Considerando la importancia de esta acumulación de plásticos en la salud de los océanos, este desconocimiento es preocupante. Si no se corrige el descarte inadecuado, las islas de basura acumularán más de 155 millones de toneladas plásticas para 2025 (Jambeck *et al.* 2015). Los ciudadanos deben tener acceso a esta información y ser partícipes de la toma de decisiones individuales y colectivas para evitar que la problemática se agrave, lo que será imposible mientras desconozcan el problema.

Otra respuesta con muy baja frecuencia fue la de recolección y transporte de residuos depositados en la playa hacia un sitio de disposición final (1.8%) lo que puede indicar que la mayoría de los encuestados (98.2%) asume que nadie recogerá los residuos una vez depositados inadecuadamente en la playa y terminarán enterrándose en la arena o llegando al mar. Con estas respuestas se confirma nuevamente que la responsabilidad de los usuarios se limita al nivel individual y para ellos el problema termina cuando depositan los residuos en el basurero o cuando desaparecen de su vista. Es importante que los visitantes reconozcan

que el problema va más allá de colocar los residuos en el contenedor, que debe haber una coalición social para controlar el problema.

### **2.15 Pregunta 14: ¿Quién debe mantener limpia la playa?**

Los encuestados opinaron que la responsabilidad de mantener limpia la playa recaía principalmente en ellos mismos y los otros turistas (40%) (Figura 31). Esto reafirma la responsabilidad individual sobre la generación de residuos, consistente con lo discutido en este estudio. Dos personas contestaron que las empresas plásticas eran las que debían responsabilizarse de los residuos, lo que coincide con la baja frecuencia de mención de las empresas en el origen de la contaminación, aludida en una pregunta anterior. Debe trabajarse sobre los temas que den a conocer el concepto de REP e informar a las personas que los productos deben estar diseñados de tal manera que sus efectos ambientales sean menores o nulos. Las campañas educativas deben incluir este punto para que el consumidor, a través de su derecho de compra, decida cómo cuidar al ambiente. Si un producto no es reciclable, la persona puede elegir no consumirlo y exigir a los productores que su ciclo de vida incorpore un diseño para su aprovechamiento al concluir su uso.

Uno de cada cinco encuestados respondió que la responsabilidad de limpieza de las playas es compartida entre visitantes, autoridades, residentes y restaurantes. Algunos visitantes están conscientes que la problemática se solucionará si todos los sectores asumen su responsabilidad en el espacio que ocupan. Esta opinión no es general, como se discutió anteriormente, para respuestas a preguntas en las que solo se asume una responsabilidad individual.

Los encuestados no mencionaron como responsables a ONGs, científicos o educadores, los cuales sí fueron parte de las respuestas en investigaciones en playas de otras partes del mundo (Hartley *et al.* 2018; Kusumawati *et al.* 2020). Este resultado indica una visión limitada de otros actores involucrados en el manejo de las playas y pareciera que los ciudadanos no reconocen la importancia de la investigación como algo que contribuye a la generación de conocimiento y resolución de problemas. Esta es una oportunidad para mejorar la relación ciencia-sociedad. Brindar a ésta la información de todos los actores involucrados permitiría la cooperación entre todos los sectores, lo que podría traducirse en avances hacia una mejor gestión de los residuos y la playas.

## **2.16 Pregunta 15: ¿Ha visto personas recoger residuos en la playa?**

Más de la mitad de los encuestados (239/384) respondieron no haber visto a otros recolectar residuos en las tres playas (Tabla 24), lo que difiere con la cantidad de encuestados que vieron a alguien más depositarla fuera de los contenedores, como se demostró en la pregunta 4 (Tabla 19). Esta aseveración podría explicar por qué hay tanto plástico en la playa. Se desecha mucho y se limpia poco. Durante el trabajo de campo se pudo observar que el número de personas que recoge residuos en la playa aumentó en la medida en la que aumentaba la basura depositada en ella. Mientras más basura hubo, más personas la recogieron. Las personas detectaron el problema y reaccionaron tratando de solucionarlo. No solo fueron los visitantes quienes recogieron basura. Los encuestados diferenciaron entre visitantes, pepenadores y autoridades municipales en Progreso y Celestún. En Sisal los encuestados no observaron a las autoridades recolectar basura, pero sí a los empleados de un restaurante, cuyo responsable aparentemente estuvo consciente del problema y asumió la responsabilidad de mantener limpio el espacio que ocupa su negocio.

Los resultados indican que tanto turistas como otros actores asociados a la playa (restaurantes, autoridades) reconocen el problema y están atendiendo la situación, sin embargo, sigue habiendo basura, lo que de acuerdo con los resultados de este estudio permite atribuir la presencia de basura a que cada actor asociado a la playa asume su responsabilidad, pero de forma individual y aislada; no existe cooperación o comunicación entre los involucrados, esto genera que la gestión de los residuos sea deficiente. La responsabilidad y las acciones de cada actor involucrado (incluyendo a las empresas productoras que no participan en el manejo de sus plásticos) presenta fallas, el problema final es la disposición última de los plásticos, que al ser deficiente y a veces inadecuada termina contaminando al ambiente irreversiblemente. De lo anterior se desprende la siguiente pregunta para futuras investigaciones: ¿Cómo articular y conectar a los diversos actores involucrados en la gestión de los residuos para evitar la contaminación plástica en la playa y el mundo?

## **2.17 Pregunta 16: ¿Qué deberíamos hacer para reducir la contaminación plástica en la playa?**

Las propuestas de los visitantes para controlar la contaminación plástica en la playa (Figura 32) se centró en la adquisición de valores ambientales (19.7%) y el depósito de los residuos

en contenedores destinados para tal fin (18%), como se encontró en los resultados de Brasil (Santos *et al.* 2005) y Tasmania (Campbell *et al.* 2016). Vale la pena destacar que la respuesta más frecuente de los encuestados fue la importancia de la educación y conciencia ambiental. Se reconoce a la educación como herramienta de cambio y confirma el sentido de responsabilidad. Como los encuestados se asumen como parte del problema, se facilitarían campañas educativas y, sobre todo, la buena disposición de la ciudadanía al cambio de actitud, capitalizando una sensibilidad ya presente.

Algunos de los encuestados evitan el uso de plásticos (17%), tomando la decisión de no consumir productos que dañen al ambiente y su salud. Este tipo de resultado podría utilizarse como campañas en empresas privadas para incentivar la producción ambientalmente aceptable en la medida que se aumente el porcentaje de usuarios que evitan el uso del plástico. Adicionalmente este tipo de campañas pueden ayudar a la creación de políticas que podrían estar acompañadas de exenciones fiscales, para disminuir el impacto ambiental. Esta actitud quedó marcada en otro hallazgo de este estudio, ya que los encuestados están dispuestos a utilizar otros materiales para sustituir el plástico de un solo uso. Los discursos giraron en torno a materiales biodegradables y la utilización del vidrio.

Próximos estudios podrían centrarse en el impacto energético del reciclaje, costos y posibilidades económicas de cubrir dichos temas. Otro punto importante por estudiar es el fenómeno del *greenwashing*; es decir, la generación de discursos enfocados en convencer a las personas de las buenas prácticas o procesos ambientales de una empresa o producto (Lyon y Montgomery, 2015), sin que estos sean reales. El usuario debe aprender a diferenciar entre productos y sus procesos que no afecten al ambiente y la publicidad o mercadeo para ganar consumidores.

### **3. Objetivo específico 3: Percepción de los encargados de manejo de residuos.**

#### **Sección 1: Percepción sobre la contaminación plástica en la playa.**

La disposición a participar de las cinco personas a cargo del manejo de residuos fue buena, y se mostraron accesibles a contestar las preguntas de la entrevista. Todos reconocieron que la contaminación plástica es un problema y mencionaron como generadores de residuos a los visitantes y residentes. En Celestún se identificó a otros generadores, como las empresas

productoras y pescadores. Es importante que, como tomadores de decisiones, los funcionarios reconozcan que las empresas productoras son el origen de la problemática y que deben responsabilizarse del diseño del ciclo de vida de sus productos. Al tener este conocimiento, las autoridades deberían exigir la participación de la industria mediante la creación de políticas públicas.

Los tomadores de decisiones en el manejo de residuos deben reconocer a todos los sectores de la población que depositan sus residuos en las playas, para enfocar esfuerzos de concientización particulares y, así, reducir la generación de un sector en específico, disminuir los materiales que se utilizan y detectar oportunidades de aprovechamiento en el mismo sector (Battisti *et al.* 2019; González *et al.* 2020). Ningún funcionario hizo referencia a los pescadores como generadores de residuos plásticos, es necesario esclarecer y profundizar en su conocimiento de cómo la actividad pesquera contribuye a la contaminación plástica. Como en este estudio se identificó presencia de residuos plásticos pesqueros durante doce meses (Figura 18), esto permitiría que los funcionarios diseñaran planes de manejo de residuos para una mejor disposición final de los residuos pesqueros, además de incorporarlos a un esquema de aprovechamiento y reciclaje. Esta información podría empoderar a los pescadores para que exijan un cambio en el ciclo de vida de los productos. Alcalde y Velezmoro (2020) capacitaron al personal de una industria pesquera en Perú para que se involucraran en el manejo de sus residuos, alcanzando una reducción del 50% en el uso de algunos materiales.

Los funcionarios comentaron que los turistas nacionales contaminaban más que los extranjeros, idea compartida por algunos visitantes encuestados en este estudio, aseveración también mencionada por los habitantes de Sisal en un estudio previo (López, 2011). Se sugiere que esta percepción sobre los turistas extranjeros se debe a que los locales consideran que los visitantes internacionales tienen una cultura diferente, con reglas más rígidas, valores estéticos diferentes y más educación, valorando más al ambiente. Surge un sentimiento de menosprecio a la población local, con diferentes expectativas y sensibilidad que los proyectan como más descuidados (Pérez, 2012; Rodríguez y Ramírez, 1992). Los datos indican que un tema a investigar es el de la imagen que la sociedad yucateca tiene de sí misma y explorar cuáles son los valores para identificar a qué y a quiénes habría que dirigir los esfuerzos de educación y sensibilización.

Los encargados de manejo de residuos reconocieron la recolección informal de PET en las tres playas (Figura 33) lo que refuerza la idea de que la ausencia de este material durante los muestreos se debió a que son una fuente de ingresos para los recolectores, actividad reconocida por las autoridades pero de la cual no cuentan con registro de cuantos recolectores informales existen, ni los volúmenes de PET que recolectan. La calificación de esta actividad como informal denota su precariedad y el descuido por parte de las autoridades, tanto locales como estatales y nacionales, en medirla y reconocerla como una fuente de ingreso válida para muchas familias, que contribuye a reducir la cantidad de basura y que vincula a las empresas reincorporando los residuos al proceso productivo, ya que en el proceso de pepena, el residuo se convierte nuevamente en materia prima. Esta actividad que ocurre en Yucatán y en todo México como, por ejemplo, en el municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México, donde se estimó que entre 1500 a 2000 personas trabajaban como pepenadores en la informalidad (Dos-Santos y Wehenpohl, 2001) representa alto riesgo a la salud, ya que se manipulan objetos y sustancias contaminadas entre la basura. Es una opción limitada para mejorar los ingresos en personas que no tienen acceso a la educación formal (Cervantes y Palacios, 2012; González, 2014).

En Brasil se reconoció la importancia de esta actividad, los recolectores se organizaron y obtuvieron el apoyo de las autoridades locales y estatales, reconocimiento que les permitió obtener ventajas como tener acceso a las prestaciones sociales que el Estado le otorga a sus trabajadores, como vacaciones, jubilación, atención médica y exención de algunos impuestos. Esto repercutió en la actitud de los trabajadores: motivados por el gobierno local, mejoraron su autoestima, reconocieron su colaboración a la sociedad y valor como personas, considerando su trabajo como una actividad digna (Dos-Santos y Wehenpohl, 2001). Esta política puede replicarse en México y en Yucatán.

Durante el trabajo de campo se tuvieron conversaciones informales con recolectores y se identificó que varios de ellos, por su bajo nivel educativo, salud deteriorada y edad avanzada, no podían acceder a otras fuentes de empleo (Anexo 5. Fotografías de la playa de Sisal. Figura 6). Los tomadores de decisiones deben valorar a las personas que realizan esta actividad y elaborar políticas públicas que permitan incorporarlas al sector formal y con ello

tengan más oportunidades de mejorar su calidad de vida y ofrecer un mejor servicio con la protección adecuada.

En Yucatán, la reforma a la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado, aprobada el 18 de junio de 2019, promueve la creación de microempresas para la incorporación de recolectores al sector formal. Esta apertura de las autoridades es una oportunidad para hacer llegar la información no solo a los tomadores de decisiones a nivel local y de divulgación a la sociedad para que los pepenadores puedan organizarse y participar sino también a las empresas productoras, de manera que puedan formar parte de las estrategias y cumplan con su responsabilidad en el manejo de sus residuos. Estudios en Japón (Hasegawa, 2014) e Inglaterra (British Plastics Federation, 2019) han demostrado que la disposición final de residuos disminuyó y la valorización de materiales aumentó con la participación articulada de los diversos sectores involucrados: residentes, autoridades y empresas, por lo que se tiene un área de oportunidad detectada en las playas de Yucatán para el manejo de plásticos.

Si bien los funcionarios atribuyeron la contaminación plástica en la playa a objetos pequeños (taparrosas y colillas de cigarro), bolsas y plásticos no reciclables, es importante que reconozcan que actividades como la pesca y la circulación de embarcaciones generan residuos plásticos que están presentes en las playas.

Los entrevistados identificaron los efectos de los plásticos en la vida marina que coinciden con los mencionados por la literatura (Allen *et al.* 2012; Gregory, 2009). Un funcionario relacionó a los plásticos con el cambio climático, refiriéndose a que la temperatura del planeta subía por la inadecuada disposición de los residuos. Esta imprecisión en el manejo de conceptos y los vacíos de información encontrados en las autoridades indican que se deben realizar programas de educación a nivel gubernamental, para que el personal tenga el conocimiento que le permita orientar sus decisiones de política pública.

Aunque los entrevistados estuvieron conscientes de que se está difundiendo información entre los habitantes de las playas y los turistas, confiando en que a largo plazo se reducirá la cantidad de basura en las playas, no se asumieron como responsables de esa difusión. Asumieron parcialmente la responsabilidad compartida entre el sector educativo, científicos y otras autoridades mediante la realización de limpiezas masivas de voluntarios y

admitieron la importancia de la participación de otros actores, como empresas y ONGs en estas limpiezas. Estudios sobre el tema definen que es importante trabajar en la articulación de todos los involucrados en el manejo de residuos, realizar actividades diversas, como charlas en escuelas, talleres y campañas gráficas para dar a conocer información de los efectos de la contaminación plástica, difundir las oportunidades de participación y empoderar a cada involucrado para que pueda exigir la participación de otros en la resolución del problema (Adam *et al.* 2020; Sheavly y Register, 2007).

## **Sección 2: Gestión y manejo de residuos plásticos en la playa.**

Considerando que un Plan de Manejo de Residuos es un instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación de residuos y aumentar su valorización y que señala la responsabilidad compartida de los involucrados y las acciones que cada uno debe realizar (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, 2018), los entrevistados mencionaron que las localidades de estudio no cuentan con tal instrumento aunque en Progreso y en Sisal se mencionó que el documento se estaba elaborando, sin especificar la fecha de publicación. Es posible que la generación de residuos en las localidades de estudio sea menor una vez que existan y se ejecuten los Planes de Manejo. Será necesario evaluar la efectividad de estos planes una vez puestos en marcha y analizar si turistas, pescadores y empresas productoras están incluidos en las acciones. Este estudio permitió detectar un área de oportunidad en Celestún, ya que no cuenta ni siquiera con un Plan de Manejo “en elaboración”. Llevar a cabo el diagnóstico de los residuos en la localidad y poner en marcha tal Plan ayudaría a mejorar la gestión de los residuos.

Aunque no se cuenta con un Plan de Manejo, las autoridades de las localidades de estudio llevan a cabo diferentes medidas para el control de la contaminación plástica en las playas. Una de ellas es la limpieza manual en la barra arenosa, vías de acceso y muelles. A pesar de que Progreso es la playa con más personas, materiales y vehículos destinados para este fin (Tabla 25) y, además, cuenta con el cernido de arena, actividad que reduce la cantidad de plásticos pequeños, fue la playa con más residuos plásticos durante los muestreos de este estudio (Figura 14). La presión antropogénica en la localidad es elevada porque tiene más habitantes que las otras dos localidades, mayor infraestructura turística, actividad pesquera y recibe embarcaciones tanto de carga como de pasajeros (Tabla 7). La generación de residuos

de todas estas fuentes rebasa los recursos humanos y la infraestructura disponible. La situación es más grave en fines de semana, temporadas vacacionales y eventos masivos (Anexo 5. Fotografías de la playa de Progreso. Figura 1). Aunque se cuente con algunos recursos destinados a la limpieza de la playa, no se está resolviendo el problema. Los encargados de manejo de residuos, junto con las autoridades turísticas, deben trabajar de la mano con empresas, restauranteros, vendedores y productores de plásticos en una mejor planeación de los eventos masivos y en el manejo de residuos durante temporadas de alta afluencia de turistas, acciones que deben ir acompañadas de concientización constante hacia los visitantes, para que conozcan los impactos de los plásticos al ambiente, incluida su salud. Con esta información, los visitantes podrán decidir sobre sus opciones de consumo plástico. Una alternativa durante eventos masivos ha sido construir esculturas monumentales que concientizan a los asistentes sobre los efectos de los plásticos (Acosta, 2014; Soto, 2017), en las que el arte y la creatividad aparecen como herramientas para generar un cambio de pensamiento a partir de la expresión estética de una problemática social o ambiental (Jansasoy y Jamioy, 2020).

Los empleados gubernamentales entrevistados mencionaron otras acciones para el control de la contaminación plástica, la más frecuente en las tres playas fueron las campañas de limpiezas masivas (Tabla 26) que son muy populares como método de concientización e involucramiento de la sociedad civil en la limpieza de las playas (Kataoka y Hinata, 2015; Kiessling et al. 2017) y cada vez son más realizadas por diversos grupos sociales como una forma de responsabilizarse del entorno. En este estudio la mayoría de las limpiezas masivas fueron realizadas por colectivos ambientalistas, escuelas privadas y empresas (Tabla 27), hay una ausencia importante de las escuelas públicas y otros sectores que generan residuos, como los pescadores. Sería conveniente incorporar estas escuelas a la actividad como parte de su formación, ya que la mayoría de los niños (87%) en Yucatán estudian en escuelas públicas (SEP, 2019) y así aumentar la exposición de toda la población a estas limpiezas. La concientización de los pescadores es un punto muy importante en la solución al problema dada la cantidad de residuos plásticos que generan y el impacto de estos (Unger y Harrison, 2016; Urrea, 2016).

A pesar de que Progreso es la playa con más acciones para el control de la contaminación plástica, carece de actividades de educación ambiental, a diferencia de Sisal y Celestún en donde se imparten charlas de concientización y talleres de separación de residuos en las escuelas locales, actividades que pueden estar contribuyendo a informar a la población y a reducir la generación de residuos; sería bueno realizar investigación sobre el efecto de estas limpiezas en la población e incorporar sistemáticamente a las escuelas públicas en las actividades de recolección de residuos mencionadas anteriormente.

Los entrevistados comentaron que las empresas embotelladoras organizan charlas, talleres ambientales y limpiezas masivas (Tabla 27), haciéndose cargo del PET que produjeron, pero no toman acciones hacia otros plásticos sin posibilidad de reciclaje o con posibilidades limitadas, como taparrosas de las botellas PET. Este involucramiento, aunque sea parcial, de los productores en su responsabilidad del manejo de residuos tiene que extenderse a más empresas y a más tipos de plásticos, tomando en cuenta que debe modificarse el ciclo de vida de algunos productos que no pueden reciclarse. Estas limpiezas masivas y talleres pueden ir acompañados de una explicación sobre las limitaciones de los procesos de reciclaje y de aquellos plásticos que no pueden reciclarse, para que los voluntarios puedan decidir qué tipo de producto quieren favorecer en sus compras.

Se identificaron dos necesidades importantes en las que las autoridades deben enfocar sus esfuerzos: la inclusión de turistas y pescadores en las acciones de control y la regulación de los materiales que se utilizan en la playa. Incluir a los turistas en acciones de control de la contaminación plástica presenta la limitación de que pasan un corto tiempo en la playa y luego se retiran a sus lugares de origen y es posible que una persona que va a la playa a descansar probablemente no querrá participar de una actividad educativa. Se podrían realizar campañas gráficas, como en playas de Argentina, donde Cingolani *et al.* (2016) demostraron la reducción del 35% de residuos al colocar frases alusivas en zonas ocupadas por los visitantes. Durante el trabajo de campo de este estudio, no se observaron campañas educativas o letreros alusivos en Progreso y Celestún y en Sisal los letreros están muy espaciados y son de colores poco llamativos (Anexo 5. Fotografías de la playa de Sisal. Figura 5). La regulación de los materiales a utilizarse en la playa debe incluir a los

restaurantes, vendedores, pescadores y habitantes que circulan por la zona, especialmente los puestos de vendedores a lo largo del malecón de Progreso.

Como soluciones a la contaminación plástica los encargados propusieron optimizar el manejo de los residuos mediante el aumento de contenedores y vehículos y la dotación de bolsas plásticas a los visitantes. Esto puede indicar que se piensa en la inmediatez de las acciones y en que la problemática termina cuando la gente se deshace de los residuos (“no lo veo, no pienso en ello”). Es importante informar a los encargados de manejo de residuos para que reconozcan lo amplio y complejo que es el problema, que no terminará con la limpieza de los residuos ni con su disposición final. Tanto ellos como los demás ciudadanos deben contar con la información que les permita cuestionar las opciones de consumo y orientar las políticas públicas hacia la responsabilidad compartida y se ataque el problema de raíz.

## **CONCLUSIONES**

La presencia de plásticos en las playas de Yucatán fue permanente durante el muestreo mensual, realizado de marzo de 2019 a febrero de 2020, poniendo en evidencia un problema de contaminación que está influenciado por las temporadas de afluencia de los turistas a las playas, sobre todo durante Semana Santa, julio-agosto, días festivos y eventos masivos a lo largo del año. Los Planes de Manejo de residuos pueden orientarse hacia la concientización de los involucrados en cada temporada y en un mejor diseño de la infraestructura de gestión.

La playa de Progreso fue la más contaminada, seguida de Sisal y Celestún. La intensidad de uso en Progreso indica una mayor presión antropogénica sobre esta playa con respecto a las otras dos. La finalidad de visita y la disponibilidad de plásticos de un solo uso en negocios junto a la playa influye en la cantidad de residuos que se generan. Los plásticos más frecuentes fueron colillas de cigarro, polietileno de alta densidad (PEAD), polipropileno (PP) y polietileno de baja densidad (PEDB). El polietileno tereftalato (PET) se encontró en bajas cantidades, los habitantes y turistas lo reutilizan y reciclan, representando un ingreso económico. Los resultados sugieren que se deben buscar oportunidades de incorporación de los plásticos no aprovechados a mercados de reciclaje e informar a las personas para que tomen una decisión informada de consumo.

Los residuos de actividades turísticas, pesqueras y de los habitantes de las playas estuvieron presentes durante los doce meses de muestreo, presentando oportunidades de diseño de planes de manejo especializados por sector de generación. En Progreso los residuos predominantes fueron de alimentos y bebidas, en Sisal de pesca y embarcaciones y en Celestún, residuos de fumadores.

El *Clean Coast Index* (CCI) calculado permitió identificar que las playas de Yucatán están menos contaminadas que otras playas en diferentes partes del mundo. Esto puede resultar en una motivación para mantenerlas limpias y mejorar la gestión de los residuos, para atraer más turistas, crear programas de conservación y educación ambiental.

Los encuestados reconocieron a la contaminación plástica como un problema. Tienen conocimiento del tema, pero limitado a su experiencia personal y omiten, por desconocimiento, residuos de pesca, responsabilidad industrial, importancia de las ONGs y la ciencia en la solución de estos problemas. Su conocimiento sobre los impactos del plástico no es preciso en temáticas como los microplásticos y el cambio climático. La falta de información sobre las fuentes de generación, los impactos y los actores involucrados, indica la necesidad de campañas educativas que permitan tomar decisiones informadas y una exigencia a los entes responsables que funcionan con apoyo de los contribuyentes exigiendo así la participación de todos los sectores involucrados.

La mayoría de los participantes asumen responsabilidad parcial en la generación de residuos plásticos y se definen como la solución al problema. El encuestado solo se identifica con la responsabilidad de deshacerse de la basura, una vez que ésta se encuentra fuera de su visión el problema es de otros. Los “otros” involucrados están llevando a cabo acciones para controlar la contaminación en la playa, pero no hay articulación entre ellos, por lo cual las acciones resultan insuficientes. Es necesario trabajar en la educación de una ciudadanía que ya está parcialmente sensibilizada, ya que ciudadanos educados podrían decidir sobre sus opciones de consumo y exigir regulaciones de diseño, producción, distribución y aprovechamiento de materiales, así como la disposición última de los residuos. Existen múltiples opciones de acercamiento, entre las cuales se mencionan: campañas gráficas informativas, limpiezas masivas, charlas de divulgación, incorporación de temas ambientales al sistema escolarizado, programas de radio, entre otras.

Los funcionarios entrevistados reconocieron que la contaminación plástica es un problema en las tres localidades. Ninguna de las municipalidades cuenta con un Plan de Manejo de Residuos para las playas, lo cual dificulta tener una base legal para llevar a cabo una gestión adecuada de éstos. No obstante, se realizan algunas acciones para controlar la contaminación plástica. La recolección por parte de empleados municipales y las limpiezas masivas con voluntarios son las más frecuentes. Se cuenta con infraestructura deficiente en las tres playas y se detectaron necesidades para aumentarla, sobre todo en temporadas de mayor afluencia de visitantes.

Los entrevistados mostraron conocimientos imprecisos sobre la contaminación plástica y sus efectos. Es necesario un programa de educación sobre las causas, efectos y soluciones del problema, de tal manera que puedan orientar sus decisiones de política pública apoyados en el conocimiento. Asumir la responsabilidad de cada sector y vincularse entre ellos son los retos que se enfrentan para incorporar a cada uno en el manejo de residuos plásticos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, C. (3 de julio de 2014). *Conoce el laberinto hecho de PET que unió el arte con la sustentabilidad*. Recuperado el 20 de julio de 2020, de Expok. Comunicación de Sustentabilidad y RSE: <https://www.expoknews.com/conoce-el-laberinto-hecho-de-pet-que-unio-el-arte-con-la-sustentabilidad/>
- Adam, I., Walker, T., Bezerra, J. y Clayton, A. (2020). Policies to reduce single-use plastic marine pollution in West Africa. *Marine Policy*, 116, 103928. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103928>
- Addamo, A., Laroche, P. y Hanke, G. (2017). *Top Marine Beach Litter Items in Europe*. European Union. [https://mcc.jrc.ec.europa.eu/documents/Marine\\_Litter/MarineLitterTOPItems\\_final\\_24.1.2017.pdf](https://mcc.jrc.ec.europa.eu/documents/Marine_Litter/MarineLitterTOPItems_final_24.1.2017.pdf)
- Alcalde, W. y Velezmoro, K. (2020). *Plan de manejo de residuos sólidos para la mejora de la gestión ambiental en un establecimiento industrial pesquero, Chicama, 2019* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo] Repositorio Institucional – Universidad Nacional de Trujillo.
- Alkalay, R., Pasternak, G. y Zask, A. (2007). Clean-coast index—a new approach for beach cleanliness assessment. *Ocean & Coastal Management*, 50(5-6), 352-362. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2006.10.002>
- Allen, R., Jarvis, D., Sayer, S. y Mills, C. (2012). Entanglement of grey seals *Halichoerus grypus* at a haul out site in Cornwall, UK. *Marine Pollution Bulletin*, 64(12), 2815-2819. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.09.005>
- Altman, E. y Rogoff, B. (1987). World views in psychology: Trait, interactional, organismic, and transactional perspectives. En D. Stoloks e I. Altman, *Handbook of Environmental Psychology* (págs. 7-40). New York: John Wiley & Sons. [https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/906665/mod\\_resource/content/2/Altman%20%20Rogoff%20%281987%29%20World%20views%20in%20psychology.pdf](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/906665/mod_resource/content/2/Altman%20%20Rogoff%20%281987%29%20World%20views%20in%20psychology.pdf)
- Álvarez-Gayou, J. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. Paidós. <http://www.derechoshumanos.unlp.edu.ar/assets/files/documentos/como-hacer-investigacion-cualitativa.pdf>
- Anaya, C., De León, S., De la Sierra, N., Fócil, J., Hernández, C., Kempis, I., . . . Paz, R. (2019). *Iniciativa con Proyecto de Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley General para la Prevención Y Gestión Integral de los Residuos, en materia de Plásticos*. Senado de la República, [https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/1/2019-04-29-1/assets/documentos/Ini\\_lgpgir\\_plasticos\\_230419.pdf](https://infosen.senado.gob.mx/sgsp/gaceta/64/1/2019-04-29-1/assets/documentos/Ini_lgpgir_plasticos_230419.pdf)

- Ancona, D. (2015). *Actitudes de inmigrantes norteamericanos residentes en la costa de Progreso, Yucatán*. [Tesis de maestría, Cinvestav Mérida] Tesis – Cinvestav Mérida.
- Andrade-Neto, G. (2010). *Análise quali-quantitativa de lixo de praia com aplicação do clean-coast index em uma praia do litoral centro-sul do estado de São Paulo, Brasil*. [Tesis de licenciatura, Centro Universitário Monte Serrat] Repositorio Institucional – Centro Universitário Monte Serrat.
- Andrady, A. (2003). *Plastics and the Environment*. John Wiley & Sons Publication.  
<https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=KZCJ8qSWKYC&oi=fnd&pg=PR13&dq=Plastics+and+the+Environment&ots=PLIZ3C8otS&sig=KJm4Ruaq714eBdEL2jaFAIpU2a0#v=onepage&q=Plastics%20and%20the%20Environment&f=false>
- Andrady, A. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596-1605. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- Angelini, Z., Kinner, N., Thibault, J., Ramsey, P. y Fuld, K. (2019). Marine debris visual identification assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 142, 69-75.  
 doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.02.044>
- Araújo, M. y Costa, M. (2019). A critical review of the issue of cigarette butt pollution in coastal environments. *Environmental Research*, 172, 137-149.  
 doi:<https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.02.005>
- Arcia, M. (29 de enero de 2014). *Como hacer macetas de plástico reciclado*. Recuperado el 10 de junio de 2020, de La Opinión: <https://laopinion.com/2014/01/29/como-hacer-macetas-de-plastico-reciclado/>
- Arévalo, D. (2012). *Separación de residuos plásticos particulados por diferencia de densidades*. [Tesis de licenciatura, Escuela Politécnica Nacional] Repositorio Digital Institucional – Escuela Politécnica Nacional.
- Arthur, C., Baker, J. y Bamford, H. (2009). International research workshop on the occurrence, effects, and fate of microplastic marine debris. *Conference Proceedings Sept* (págs. 9-11). Tacoma: Semantic Scholar.
- Asensio-Montesinos, F., Anfuso, G., Randerson, P. y Williams, A. (2019). Seasonal comparison of beach litter on Mediterranean coastal sites (Alicante, SE Spain). *Ocean & Coastal Management*, 181, 104914.  
 doi:<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104914>
- Atoche, K. (2008). *Estrategias de vida y empoderamiento de mujeres en una comunidad costera de Yucatán*. [Tesis de maestría, Cinvestav Mérida] Tesis – Cinvestav Mérida.

- Ayala, H., Martín, R. y Masiques, J. (2003). El turismo de sol y playa en el Siglo XXI. *Ponencia presentada para la Convención Anual de Turismo de Cuba, La Habana, Cuba* (pág. 13). La Habana: Universidad de La Habana.
- Bahamondes, G. (2018). *Propuesta de plan de gestión para la recuperación y valorización de residuos de envases y embalajes para el cumplimiento de la responsabilidad extendida del productor en CMPC Tissue Chile*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Chile] Repositorio Académico – Universidad de Chile.
- Barnes, D. (2002). Invasions by marine life on plastic debris. *Nature*, 416(6883), 808-809. doi:<https://doi.org/10.1038/416808a>
- Barnes, D., Morley, S., Bell, J., Brewin, P., Bridgen, K., Collins, M., . . . Taylor, B. (2018). Marine plastics threaten giant Atlantic Marine Protected Areas. *Current Biology*, 28(19), R1137-R1138. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.08.064>
- Barraza, E. (2017). Medición de la cantidad de residuos plásticos pequeños en algunas playas de El Salvador. *Realidad y Reflexión*(45), 45-54. doi:<https://doi.org/10.5377/ryr.v0i45.4421>
- Barreiros, J. y Raykov, V. (2014). Lethal lesions and amputation caused by plastic debris and fishing gear on the loggerhead turtle *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758). Three case reports from Terceira Island, Azores (NE Atlantic). *Marine Pollution Bulletin*, 86(1-2), 518-522. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.07.020>
- Barrows, A., Christiansen, K., Bode, E. y Hoellein, T. (2018). A watershed-scale, citizen science approach to quantifying microplastic concentration in a mixed land-use river. *Water Research*, 147, 382-392. doi:<https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.10.013>
- Bator, R., Bryan, A. y Wesley, P. (2011). Who gives a hoot?: Intercept surveys of litterers and disposers. *Environment and Behavior*, 43(3), 295-315. doi:<https://doi.org/10.1177/0013916509356884>
- Battisti, C., Kroha, S., Kozhuharova, E., De Michelis, S., Fanelli, G., Poeta, G., . . . Cerfolli, F. (2019). Fishing lines and fish hooks as neglected marine litter: first data on chemical composition, densities, and biological entrapment from a Mediterranean beach. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(1), 1000-1007. doi:[10.1007/s11356-018-3753-9](https://doi.org/10.1007/s11356-018-3753-9)
- Baulch, S. y Perry, C. (2014). Evaluating the impacts of marine debris on cetaceans. *Marine Pollution Bulletin*, 80(1-2), 210-221. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.12.050>
- Beaumont, N., Aanesen, M., Austen, M., Börger, T., Clark, J., Cole, M., . . . Wyles, K. (2019). Global ecological, social and economic impacts of marine plastic. *Marine Pollution Bulletin*, 142, 189-195. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.022>

- Becherucci, M., Rosenthal, A. y Seco, J. (2017). Marine debris in beaches of the Southwestern Atlantic: An assessment of their abundance and mass at different spatial scales in northern coastal Argentina. *Marine Pollution Bulletin*, 119(1), 299-306. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.04.030>
- Boerger, C., Lattin, G., Moore, S. y Moore, C. (2010). Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 60(12), 2275-2278. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.08.007>
- Bond, A., Montevecchi, W., Guse, N., Regular, P., Garthe, S. y Rail, J. (2012). Prevalence and composition of fishing gear debris in the nests of northern gannets (*Morus bassanus*) are related to fishing effort. *Marine Pollution Bulletin*, 64(5), 907-911. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.03.011>
- Borroto, M., Rodríguez, L., Reyes, A. y López, B. (2011). Percepción ambiental en dos comunidades cubanas. *M+ A, Revista Electrónica de Medioambiente*, 10, 13-29. doi:[http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_MARE.2011.n10.15854](http://dx.doi.org/10.5209/rev_MARE.2011.n10.15854)
- British Plastics Federation. (2 de diciembre de 2019). *Plastic Recycling*. Recuperado el 18 de junio de 2020, de British Plastics Federation: [https://www.bpf.co.uk/sustainability/plastics\\_recycling.aspx#s10](https://www.bpf.co.uk/sustainability/plastics_recycling.aspx#s10)
- Brandão, M., Braga, K. y Luque, J. (2011). Marine debris ingestion by Magellanic penguins, *Spheniscus magellanicus* (Aves: Sphenisciformes), from the Brazilian coastal zone. *Marine Pollution Bulletin*, 62(10), 2246-2249. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.07.016>
- Brennan, E., Wilcox, C. y Hardesty, B. (2018). Connecting flux, deposition and resuspension in coastal debris surveys. *Science of the Total Environment*, 644, 1019-1026. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.352>
- Browne, M., Galloway, T. y Thompson, R. (2010). Spatial patterns of plastic debris along estuarine shorelines. *Environmental Science & Technology*, 44(9), 3404-3409. doi:<https://doi.org/10.1021/es903784e>
- Caballero, M., Lozano, S. y Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista Digital Universitaria*, 8(10), 1-11. Obtenido de <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/int78.htm>
- Cabañas, D., Reza, G., Sauri, M., Méndez, R., Bautista, F., Manrique, W., . . . Medina, R. (2010). Inventario de fuentes potenciales de residuos peligrosos en el estado de Yucatán, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 26(4), 269-277. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992010000400002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992010000400002)

- Campani, T., Baini, M., Giannetti, M., Cancelli, F., Mancusi, C., Serena, F., . . . Fossi, M. C. (2013). Presence of plastic debris in loggerhead turtle stranded along the Tuscany coasts of the Pelagos Sanctuary for Mediterranean Marine Mammals (Italy). *Marine Pollution Bulletin*, 74(1), 225-230. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.06.053>
- Campbell, M., de Heer, C. y Kinslow, A. (2014). Littering dynamics in a coastal industrial setting: the influence of non-resident populations. *Marine Pollution Bulletin*, 80(1-2), 179-185. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.01.015>
- Campbell, M., Slavin, C., Grage, A. y Kinslow, A. (2016). Human health impacts from litter on beaches and associated perceptions: a case study of 'clean' Tasmanian beaches. *Ocean & Coastal Management*, 126, 22-30. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.04.002>
- Carmi, N. (2019). On Social Distress, Littering and Nature Conservation: The Case of Jisr A-Zarka. *Coastal Management*, 47(4), 347-361. doi:<https://doi.org/10.1080/08920753.2019.1598223>
- Carson, H., Lamson, M., Nakashima, D., Toloumu, D., Hafner, J., Maximenko, N. y McDermid, K. (2013). Tracking the sources and sinks of local marine debris in Hawai 'i. *Marine Environmental Research*, 84, 76-83. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2012.12.002>
- Cechin-De La Rosa, C. y Collins, C. (Directores). (2019). *Reciclaje de Mentiras* [Documental]. Netflix.
- Cervantes, J. y Palacios, L. (2012). El trabajo en la pepena informal en México: nuevas realidades, nuevas desigualdades. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 27(1), 95-117. doi:<https://doi.org/10.24201/edu.v27i1.1406>
- Chiappone, M., Dienes, H., Swanson, D. y Miller, S. (2005). Impacts of lost fishing gear on coral reef sessile invertebrates in the Florida Keys National Marine Sanctuary. *Biological Conservation*, 121(2), 221-230. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.04.023>
- Cho, D. (2005). Challenges to marine debris management in Korea. *Coastal Management*, 33(4), 389-409. doi:<https://doi.org/10.1080/08920750500217559>
- Choy, C., Robison, B., Gagne, T., Erwin, B., Firl, E., Halden, R., . . . Van Houtan, K. (2019). The vertical distribution and biological transport of marine microplastics across the epipelagic and mesopelagic water column. *Scientific Reports*, 9(1), 1-9. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-019-44117-2>
- Cingolani, A., Barberá, I., Renison, D. y Barri, F. (2016). Can persuasive and demonstrative messages to visitors reduce littering in river beaches? *Waste Management*, 58, 34-40. doi:<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.028>

- Cobos, R. (2016). El polietilén tereftalato (PET) como envase de aguas minerales. *Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica*, 31(2), 179-190.  
doi:10.23853/bsehm.2017.0212
- Colabuono, F., Barquete, V., Domingues, B. y Montone, R. (2009). Plastic ingestion by Procellariiformes in southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 58(1), 93-96.  
doi:https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.08.020
- De Araujo, M., Santos, P. y Costa, M. (2006). Ideal width of transects for monitoring source-related categories of plastics on beaches. *Marine Pollution Bulletin*, 52(8), 957-961.  
doi:https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.04.008
- Decreto 80/2019 de 2019 [Congreso del Estado de Yucatán] Por el que se modifica la Ley para la Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Yucatán. 18 de junio de 2019.
- De Kort, Y., McCalley, L., & Midden, C. (2008). Persuasive trash cans: Activation of littering norms by design. *Environment and Behavior*, 40(6), 870-891.  
doi:https://doi.org/10.1177/0013916507311035
- Delgado, S. (18 de octubre de 2019). *México, primer consumidor de refrescos en el mundo*. Recuperado el 31 de agosto de 2020, de Gaceta UNAM:  
<https://www.gaceta.unam.mx/mexico-primer-consumidor/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20datos,segundo%20lugar%20con%20118%20litros>.
- Denuncio, P., Bastida, R., Dassis, M., Giardino, G., Gerpe, M. y Rodríguez, D. (2011). Plastic ingestion in Franciscana dolphins, *Pontoporia blainvillei* (Gervais and d'Orbigny, 1844), from Argentina. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1836-1841.  
doi:https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.003
- Do Sul, J. y Costa, M. (2007). Marine debris review for Latin America and the wider Caribbean region: from the 1970s until now, and where do we go from here? *Marine Pollution Bulletin*, 54(8), 1087-1104.  
doi:https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.05.004
- Dobaradaran, S., Nabipour, I., Saeedi, R., Ostovar, A., Khorsand, M., Khajeahmadi, N., . . . Keshkar, M. (2017). Association of metals (Cd, Fe, As, Ni, Cu, Zn and Mn) with cigarette butts in northern part of the Persian Gulf. *Tobacco Control*, 26(4), 461-463. doi:http://dx.doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2016-052931
- Dos-Santos, A. y Wehenpohl, G. (2001). De pepenadores y triadores. El sector informal y los residuos sólidos municipales en México y Brasil. *Gaceta Ecológica*, 60, 70-80. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=539/53906006>
- Eastman, L., Núñez, P., Crettier, B. y Thiel, M. (2013). Identification of self-reported user behavior, education level, and preferences to reduce littering on beaches—A survey

- from the SE Pacific. *Ocean & Coastal Management*, 78, 18-24.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.02.014>
- ECOCE. (10 de enero de 2020). *ECOCE*. Recuperado el 28 de marzo de 2020, de Asociación Ambiental Sin Fines de Lucro: <https://www.ecoce.mx/>
- Eco-Inventos. (3 de noviembre de 2019). *Ideas creativas para reciclar o reutilizar botellas de plástico*. Recuperado el 10 de junio de 2020, de Eco-Inventos. Green Technology: <https://ecoinventos.com/ideas-creativas-para-reciclar-o-reutilizar-botellas-de-plastico/#27>
- Enciso, A. (15 de abril de 2020). Rechazan acuerdo nacional por una nueva economía del plástico en México. *La Jornada*, pág. 17. Obtenido de Periódico La Jornada.
- Environmental Protection Department. (8 de octubre de 2015). *School waste reduction and recycling education and awareness campaign*. Recuperado el 29 de junio de 2020, de Environmental Protection Department: <https://www.wastereduction.gov.hk/en/index.htm>
- Eriksen, M., Thiel, M. y Lebreton, L. (2016). Nature of plastic marine pollution in the subtropical gyres. En H. Takada y H. Karapanagioti, *Hazardous Chemicals Associated with Plastics in the Marine Environment* (págs. 135-162). Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-95568-1>
- Esiukova, E. (2017). Plastic pollution on the Baltic beaches of Kaliningrad region, Russia. *Marine Pollution Bulletin*, 114(2), 1072-1080.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.10.001>
- Euán-Ávila, J., García, A., Liceaga-Correa, M. y Munguía-Gil, A. (2014). *La Costa del estado de Yucatán: un espacio de reflexión sobre la relación sociedad-naturaleza, en el contexto de su ordenamiento ecológico territorial* (Vol. I). Ciudad de México: Plaza y Valdés.
- Fabri, M., Pedel, L., Beuck, L., Galgani, F., Hebbeln, D. y Freiwald, A. (2014). Megafauna of vulnerable marine ecosystems in French mediterranean submarine canyons: Spatial distribution and anthropogenic impacts. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 104, 184-207.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.06.016>
- Fernandes, L. y Sansolo, D. (2013). Percepção ambiental dos moradores da cidade de São Vicente sobre os resíduos sólidos na Praia do Gonzaguinha, SP, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 13(3), 379-389. doi:<http://dx.doi.org/10.5894/rgci416>
- Fernández, Y. (2008). ¿Por qué estudiar las percepciones ambientales?: Una revisión de la literatura mexicana con énfasis en Áreas Naturales Protegidas. *Espiral (Guadalajara)*, 15(43), 179-202. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1665-05652008000100006&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1665-05652008000100006&lng=pt&nrm=iso)

- Flores, R. y Reyes, L. (2010). Estudio sobre la percepciones y la educación ambiental. *Tiempo de Educar*, 11(22), 227-249. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=311/31121072004>
- Gaibor, N., Condo-Espinel, V., Cornejo-Rodríguez, M., Darquea, J., Pernia, B., Domínguez, G., . . . Thiel, M. (2020). Composition, abundance and sources of anthropogenic marine debris on the beaches from Ecuador—A volunteer-supported study. *Marine Pollution Bulletin*, 154, 111068. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111068>
- Galvis, N. (2014). *Caracterización del Polipropileno reciclado disponible a partir de tapas, para reincorporarlo en procesos productivos, mezclado con Polipropileno virgen*. [Tesis de licenciatura, Universidad EAFIT] Repositorio Institucional – Universidad EAFIT.
- Garcés, D. y Silva, U. (2009). Responsabilidad extendida del productor en la gestión de residuos electrónicos. Un modelo replicable en Chile. En U. Silva, *Gestión de residuos electrónicos en América Latina* (págs. 99-120). Ediciones Sur. [http://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/Jornada\\_derecho\\_REP\\_chile.pdf](http://www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/Jornada_derecho_REP_chile.pdf)
- García, A., Xool, M., Eúan-Ávila, J., Munguía-Gil, A. y Cervera, M. (2011). *La costa de Yucatán en la perspectiva del desarrollo turístico*. CONABIO. [https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/DOC/costa\\_yucatan\\_desarrollo\\_turistico.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/DOC/costa_yucatan_desarrollo_turistico.pdf)
- Garrett, H. (2001). *Las grandes realizaciones de la psicología experimental*. Fondo de Cultura Económica. [https://books.google.com.mx/books/about/Las\\_Grandes\\_Realizaciones\\_en\\_la\\_Psicolog.html?id=t54HPwAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.mx/books/about/Las_Grandes_Realizaciones_en_la_Psicolog.html?id=t54HPwAACAAJ&redir_esc=y)
- González, D., Góngora, M. y Durán, C. (2020). Abordaje socioambiental con énfasis en los residuos sólidos generados por la flota pesquera de Rawson, Patagonia Argentina. *Interciencia*, 45, 168. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11336/106293>
- González, M. (2010). *Plásticos*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Salamanca] Repositorio Institucional – Universidad de Salamanca.
- González, M. (2014). *Entre basura y realidades sociales: la pepena urbana y la recolección informal de residuos en Orizaba, Veracruz*. Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/bdh/files/2018/06/Entre-basura-y-realidades.pdf>
- Good, T., June, J., Etnier, M. y Broadhurst, G. (2010). Derelict fishing nets in Puget Sound and the Northwest Straits: patterns and threats to marine fauna. *Marine Pollution Bulletin*, 60(1), 39-50. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.09.005>
- Gorman, M. (1993). *Environmental hazards: marine pollution*. ABC-CLIO. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1969.3/25440>

- Green, A., Putschew, A. y Nehls, T. (2014). Littered cigarette butts as a source of nicotine in urban waters. *Journal of Hydrology*, 519, 3466-3474.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.05.046>
- Green, D., Boots, B., Blockley, D., Rocha, C. y Thompson, R. (2015). Impacts of discarded plastic bags on marine assemblages and ecosystem functioning. *Environmental Science & Technology*, 49(9), 5380-5389.  
doi:<https://doi.org/10.1021/acs.est.5b00277>
- Gregory, M. (2009). Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2013-2025. doi:<https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0265>
- Guattari, F. (1989). *Las tres ecologías* (Segunda ed.). Éditions Galilée.  
<https://www.arteuna.com/talleres/lab/ediciones/FelixGuattariLastresecologas.pdf>
- Guzmán, K. (25 de abril de 2019). *México, en el "peor lugar" de la OCDE en manejo de residuos: Semarnat*. Recuperado el 3 de julio de 2020, de Milenio:  
<https://www.milenio.com/negocios/semarnat-mexico-en-el-peor-lugar-de-la-ocde-en-manejo-de-residuos>
- Hamilton, L., Feit, S., Muffett, C., Kelso, M., Rubright, S., Bernhardt, C., . . . Labbé-Bellas, R. (2019). *Plastic & Climate: The Hidden Costs of a Plastic Planet*. Center for International Environmental Law (CIEL). <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/05/Plastic-and-Climate-FINAL-2019.pdf>
- Hammer, J., Kraak, M. y Parsons, J. (2012). Plastics in the Marine Environment: The Dark Side of a Modern Gift. En P. De Voogt, *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* (págs. 1-44). Springer. <https://www.springer.com/series/398>
- Hartley, B., Pahl, S., Veiga, J., Vlachogianni, T., Vasconcelos, L., Maes, T., . . . Thompson, R. (2018). Exploring public views on marine litter in Europe: perceived causes, consequences and pathways to change. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 945-955.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.061>
- Hasegawa, H. (2014). *3R Initiatives in Minato City aiming towards an environmentally friendly sustainable society*. Minato City: Minato Recycling and Waste Management Office.
- Hastings, E. y Potts, T. (2013). Marine litter: progress in developing an integrated policy approach in Scotland. *Marine Policy*, 42, 49-55.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2013.01.024>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). Mc Graw Hill.

- Hmielowski, J., Feldman, L., Myers, T. A., Leiserowitz, A. y Maibach, E. (2014). An attack on science? Media use, trust in scientists, and perceptions of global warming. *Public Understanding of Science*, 23(7), 866-883. doi:<https://doi.org/10.1177/0963662513480091>
- INEGI. (30 de noviembre de 2018). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Recuperado el 27 de febrero de 2019, de DENU: <https://inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/341/variable/V220>
- InvenTur. (20 de febrero de 2019). *Hospedaje y restaurantes*. Recuperado el 27 de febrero de 2019, de Inventario de Servicios Turísticos del Estado de Yucatán: <http://inventur.yucatan.gob.mx/rpthospedaje.php>
- Ittelson, W. (1978). Environmental perception and urban experience. *Environment and Behavior*, 10(2), 193-213. doi:<https://doi.org/10.1177/0013916578102004>
- Jambeck, J., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T., Perryman, M., Andrady, A., . . . Lavender, K. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768-771. doi:10.1126/science.1260352
- Jang, Y., Hong, S., Lee, J., Lee, M. y Shim, W. (2014). Estimation of lost tourism revenue in Geoje Island from the 2011 marine debris pollution event in South Korea. *Marine Pollution Bulletin*, 81(1), 49-54. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.02.021>
- Jansasoy, F. y Jamioy, M. (2020). *El manejo de los residuos sólidos, una oportunidad para apreciar el valor del ambiente a través de la artística*. [Tesis de licenciatura, Universidad Libertadores] Repositorio Institucional – Universidad Libertadores.
- Kaiser, J. (2010). The dirt on ocean garbage patches. *Science*, 328(5985), 1526. doi:10.1126/science.328.5985.1506
- Kataoka, T. y Hinata, H. (2015). Evaluation of beach cleanup effects using linear system analysis. *Marine Pollution Bulletin*, 91(1), 73-81. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.026>
- Keb, G. (27 de febrero de 2020). *Carnaval deja 250 toneladas de basura en Progreso*. Recuperado el 20 de abril de 2020, de Novedades Yucatán: <https://sipse.com/novedades-yucatan/basura-progreso-carnaval-visitantes-357324.html>
- Kiessling, T., Salas, S., Mutafoglu, K. y Thiel, M. (2017). Who cares about dirty beaches? Evaluating environmental awareness and action on coastal litter in Chile. *Ocean & Coastal Management*, 137, 82-95. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.11.029>
- Krelling, A., Williams, A. y Turra, A. (2017). Differences in perception and reaction of tourist groups to beach marine debris that can influence a loss of tourism revenue in

- coastal areas. *Marine Policy*, 85, 87-99.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.08.021>
- Kühn, S., Rebolledo, E. y Van Franeker, J. (2015). Deleterious effects of litter on marine life. En M. Bergmann, L. Gutow y M. Klages, *Marine Anthropogenic Litter* (págs. 75-116). Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-16510-3>
- Kukulka, T., Proskurowski, G., Morét-Ferguson, S., Meyer, D. y Law, K. (2012). The effect of wind mixing on the vertical distribution of buoyant plastic debris. *Geophysical Research Letters*, 39(7), 1-6.  
doi:<https://doi.org/10.1029/2012GL051116>
- Kumar, A., Sivakumar, R., Reddy, Y., Raja, B., Nishanth, T. y Revanth, V. (2016). Preliminary study on marine debris pollution along Marina beach, Chennai, India. *Regional Studies in Marine Science*, 5, 35-40.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.rsma.2016.01.002>
- Kusumawati, I., Setyowati, M., Syakti, A., Fahrudin, A. y Marefanda, N. (2020). Who's Responsible? Issues in Eradicating Marine Litter In Aceh Jaya Regency. *E3S Web of Conferences* (pág. 01014). Banda Aceh: EDP Sciences.
- Laglbauer, B., Franco-Santos, R., Andreu-Cazenave, M., Brunelli, L., Papadatou, M., Palatinus, A., . . . Deprez, T. (2014). Macrodebris and microplastics from beaches in Slovenia. *Marine Pollution Bulletin*, 89(1-2), 356-366.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.036>
- Laist, D. (1997). Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. En J. Coe y D. Rogers, *Marine Debris. Source, Impacts, and Solutions* (págs. 99-139). Springer. <https://www.springer.com/gp/book/9781461384885>
- LANRESC. (2017). *Proceso de desarrollo y métodos para la tarjeta de reporte de la costa de Yucatán*. Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera.  
<http://www.lanresc.mx/intranet/noticias/White%20paper%20final.pdf>
- Lavers, J., Dicks, L., Dicks, M. y Finger, A. (2019). Significant plastic accumulation on the Cocos (Keeling) Islands, Australia. *Scientific Reports*, 9(1), 1-9.  
doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-019-43375-4>
- Lazos, E. y Paré, L. (2000). *Miradas indígenas sobre una naturaleza "entristecida": percepciones del deterioro ambiental entre nahuas del sur de Veracruz*. Plaza y Valdés. <http://ru.iis.sociales.unam.mx/jspui/handle/IIS/5075>
- Lebreton, L., Slat, B., Ferrari, F., Sainte-Rose, B., Aitken, J., Marthouse, R., . . . Noble, K. (2018). Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Scientific Reports*, 8(1), 1-15. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w>

- Leite, A., Santos, L., Costa, Y. y Hatje, V. (2014). Influence of proximity to an urban center in the pattern of contamination by marine debris. *Marine Pollution Bulletin*, 81(1), 242-247. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.01.032>
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 19 de enero de 2018. Diario Oficial de la Federación 19-08-2018.
- Liceaga-Correa, M., Mexicano-Cíntora, G. y Munguía-Gil, A. (2014). La Pesca. En J. Euán-Ávila, A. García, M. Liceaga-Correa y A. Munguía-Gil, *La costa del estado de Yucatán, un espacio de reflexión sobre la relación sociedad-naturaleza, en el contexto de su ordenamiento ecológico territorial* (Vol. II, págs. 243-251). Plaza y Valdés.
- Lindhqvist, T. (2000). *Extended Producer Responsibility in Cleaner Production: Policy Principle to Promote Environmental Improvements of Product Systems*. Lund University. <https://lup.lub.lu.se/search/ws/files/4433708/1002025.pdf>
- Lindhqvist, T. y Van Rossem, C. (2005). *Evaluation Tool for EPR Programs*. Lund University. [https://cdn.ymaws.com/www.productstewardship.us/resource/resmgr/imported/Lindhqvist2005\\_Eval\\_Tool\\_EPRCanada.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.productstewardship.us/resource/resmgr/imported/Lindhqvist2005_Eval_Tool_EPRCanada.pdf)
- Lindhqvist, T., Manomaivibool, P. y Tojo, N. (2008). *La responsabilidad extendida del productor en el contexto latinoamericano*. Lund University. <http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2010/11/Responsabilidad-Extendida-del-Productor-en-contexto-latinoamericano.pdf>
- López, Y. (2011). *El interés de habitantes de Sisal, Yucatán, en el desarrollo de la comunidad como centro turístico a través del uso y manejo del patrimonio cultural y natural*. [Tesis de maestría, Cinvestav Mérida] Tesis – Cinvestav Mérida.
- López-Roldán, P. y Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Universitat Autònoma de Barcelona. [https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163564/metinvsocua\\_a2016\\_cap1-2.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163564/metinvsocua_a2016_cap1-2.pdf)
- Lucrezi, S., Schlacher, T. y Walker, S. (2009). Monitoring human impacts on sandy shore ecosystems: a test of ghost crabs (*Ocypode* spp.) as biological indicators on an urban beach. *Environmental Monitoring and Assessment*, 152(1-4), 413-424. doi:<https://doi.org/10.1007/s10661-008-0326-2>
- Lusher, A., Burke, A., O'Connor, I. y Officer, R. (2014). Microplastic pollution in the Northeast Atlantic Ocean: validated and opportunistic sampling. *Marine Pollution Bulletin*, 88(1-2), 325-333. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.08.023>
- Lusher, A., Mchugh, M. y Thompson, R. (2013). Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin*, 67(1-2), 94-99. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.11.028>

- Lyon, T. y Montgomery, A. (2015). The means and end of greenwash. *Organization & Environment*, 28(2), 223-249. doi:<https://doi.org/10.1177/1086026615575332>
- Marin, V., Palmisani, F., Ivaldi, R., Dursi, R. y Fabiano, M. (2009). Users' perception analysis for sustainable beach management in Italy. *Ocean & Coastal Management*, 52(5), 268-277. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.02.001>
- Martín, R., Corraliza, J. y Berenguer, J. (2001). Estilo de vida, hábito y medio ambiente. *Estudios de Psicología*, 22(1), 97-109. doi:<https://doi.org/10.1174/021093901609631>
- Martins, J. y Sobral, P. (2011). Plastic marine debris on the Portuguese coastline: a matter of size? *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2649-2653. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.028>
- Mascarenhas, R., Santos, R. y Zeppelini, D. (2004). Plastic debris ingestion by sea turtle in Paraíba, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 49(4), 354-355. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2004.05.006>
- Mason, S., Welch, V. y Neratko, J. (2018). Synthetic polymer contamination in bottled water. *Frontiers in Chemistry*, 6, 407. doi:<https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00407>
- McCormick, A., Hoellein, T., Mason, S., Schluep, J. y Kelly, J. (2014). Microplastic is an abundant and distinct microbial habitat in an urban river. *Environmental Science & Technology*, 48(20), 11863-11871. doi:<https://doi.org/10.1021/es503610r>
- McLachlan, A. y Brown, A. (2006). *The Ecology of Sandy Shores* (Segunda ed.). Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-372569-1.X5000-9>
- Medical University of Vienna. (23 de octubre de 2018). *Microplastics detected in humans for the first time*. Recuperado el 26 de enero de 2019, de Medical University of Vienna: <https://www.meduniwien.ac.at/web/en/about-us/news/detailsite/2018/news-october-2018/microplastics-detected-in-humans-for-the-first-time/>
- Méndez, J. (2004). *Actitudes hacia los recursos naturales y su uso en los jóvenes de Celestún. Un estudio de caso*. [Tesis de maestría, Cinvestav Mérida] Tesis – Cinvestav Mérida.
- Microsoft México. (2013). *Microsoft Office Excel* (Versión Office 365). Windows. Ciudad de México, México: Microsoft México.
- Microsoft México. (2013). *Microsoft Office Word* (Versión Office 365). Windows. Ciudad de México, México: Microsoft México.
- Minitab LLC. (2019). *Minitab* (Versión 19). Windows. Pennsylvania, United States of America: State College.

- Mondragón-Suárez, J., Sandoval-Villalbazo, A. y Breña-Ramos, F. (2019). Calentamiento global: una secuencia didáctica. *Revista Mexicana de Física E*, 65(1 Jan-Jun), 52-57. doi:<https://doi.org/10.31349/RevMexFisE.65.52>
- Moreno-Casasola, P. y Travieso-Bello, A. (2006). Las playas y las dunas. En P. Moreno-Casasola, *Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha* (págs. 205-220). Instituto de Ecología. <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000049084>
- Moreno-Contreras, D. (2016). El consumo de agua embotellada en la Ciudad de México desde una perspectiva institucional. *Agua y territorio*, 7, 35-49. doi:<https://doi.org/10.17561/at.v0i7.2961>
- Morris, P. (1989). *Polymer pioneers: a popular history of the science and technology of large molecules* (Vol. 5). Philadelphia: Chemical Heritage Foundation.
- Moser, G. (2003). La psicología ambiental en el siglo 21: el desafío del desarrollo sustentable. *Revista de Psicología*, 12(2), 11-17. doi:10.5354/0719-0581.2012.17386
- Mouat, J., López, R. y Bateson, H. (2010). *Economic Impacts of Marine Litter*. KIMO International.[https://www.kimointernational.org/wp/wp-content/uploads/2017/09/KIMO\\_Economic-Impacts-of-Marine-Litter.pdf](https://www.kimointernational.org/wp/wp-content/uploads/2017/09/KIMO_Economic-Impacts-of-Marine-Litter.pdf)
- Murguía, R. (2012). *Estrategias de vida en los hogares de pescadores en Las Coloradas, Río Lagartos, Yucatán*. [Tesis de maestría, Cinvestav Mérida] Tesis – Cinvestav Mérida.
- Murillo, M. (2013). Cultura ambiental: un estudio desde las dimensiones de valor, creencias, actitudes y comportamientos ambientales. *Producción Más Limpia*, 8(2), 94-105. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10567/1251>
- Myers, D. (2005). *Psicología* (Séptima ed.). Editorial Médica Panamericana. [https://books.google.com.mx/books?id=I\\_OkN3KLPsAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=I_OkN3KLPsAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Nelson, C., Botterill, D. y Williams, A. (1999). The beach as leisure resource: measuring user perceptions of beach debris pollution. *World Leisure & Recreation*, 42(1), 38-43. doi:<https://doi.org/10.1080/10261133.1999.9674175>
- Newman, S., Watkins, E., Farmer, A., Ten, P. y Schweitzer, J. (2015). The economics of marine litter. En M. Bergmann, L. Gutow y M. Klages, *Marine Anthropogenic Litter* (págs. 367-394). Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-16510-3>
- Niño, Y. (2012). *Estudio de la influencia de los stakeholders en la implementación de sistemas de logística reversa. Caso de la industria del plástico en Bogotá DC (Colombia)*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia] Repositorio Institucional – Universidad Nacional de Colombia.

- NOAA. (2017). *Talking Trash and Taking Action*. National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://marinedebris.noaa.gov/talking-trash-and-taking-action>
- Oberdörster, E. y Cheek, A. (2001). Gender benders at the beach: endocrine disruption in marine and estuarine organisms. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 20(1), 23-36. doi:<https://doi.org/10.1002/etc.5620200103>
- OCDE. (2012). *México. Mejores políticas para un desarrollo incluyente*. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos. <https://www.oecd.org/mexico/Mexico%202012%20FINALES%20SEP%20eBook.pdf>
- Ojeda, J. (2015). *Prácticas ambientales de los emprendimientos ecoturísticos en la región costera de Yucatán*. [Tesis de maestría, Cinvestav Mérida] Tesis – Cinvestav Mérida.
- Oviedo, G. (2004). La definición del concepto de percepción en psicología con base en la teoría Gestalt. *Revista de Estudios Sociales*, 18, 89-96. doi:<https://doi.org/10.7440/res18.2004.08>
- Oztekin, A., Bat, L. y Gokkurt-Baki, O. (2019). Beach litter pollution in Sinop Sarikum Lagoon coast of the southern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(3), 197-205. doi:10.4194/1303-2712-v20\_3\_04
- Page, B., McKenzie, J., McIntosh, R., Baylis, A., Morrissey, A., Calvert, N., . . . Goldsworthy, S. (2004). Entanglement of Australian sea lions and New Zealand fur seals in lost fishing gear and other marine debris before and after Government and industry attempts to reduce the problem. *Marine Pollution Bulletin*, 49(1-2), 33-42. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2004.01.006>
- Paredes, A. (2006). *Participación comunitaria, capacidades y bienestar en El Puerto, Yucatán. Una evaluación cualitativa*. [Tesis de maestría, Cinvestav Mérida] Tesis – Cinvestav Mérida.
- Pérez, J. (2012). *Psicología del mexicano*. Red Tercer Milenio S.C. [http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/derecho\\_y\\_ciencias\\_sociales/Psicologia\\_del\\_mexicano.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/derecho_y_ciencias_sociales/Psicologia_del_mexicano.pdf)
- Perry, M., Olsen, G., Richards, R. y Osenton, P. (2013). Predation on dovekeys by goosefish over deep water in the Northwest Atlantic Ocean. *Northeastern Naturalist*, 148-154.
- Pervez, R., Wang, Y., Mahmood, Q., Zahir, M. y Jattak, Z. (2020). Abundance, type, and origin of litter on No. 1 Bathing Beach of Qingdao, China. *Journal of Coastal Conservation*, 24, 34. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s11852-020-00751-x>

- Plastics Europe. (2019). *Plastics. The Facts 2019*. Plastics Europe.  
[https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL\\_web\\_version\\_Plastics\\_the\\_facts2019\\_14102019.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL_web_version_Plastics_the_facts2019_14102019.pdf)
- Plous, S. (1993). *The psychology of judgment and decision making*. Mc Graw Hill.  
[https://books.google.com.mx/books/about/The\\_Psychology\\_of\\_Judgment\\_and\\_Decision.html?id=xvWOQgAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.mx/books/about/The_Psychology_of_Judgment_and_Decision.html?id=xvWOQgAACAAJ&redir_esc=y)
- PNUMA. (2009). *UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente .  
<http://hdl.handle.net/20.500.11822/13604>
- PNUMA. (2014). *Estudio de viabilidad para medir, gestionar el plástico usado en la industria de bienes de consumo y divulgar información sobre él*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente .  
<https://apps.unep.org/piwik/download.php?file=/publications/pmtdocuments/-Valuing%20plastic:%20the%20business%20case%20for%20measuring,%20managing%20and%20disclosing%20plastic%20use%20in%20the%20consumer%20goods%20industry-2014Executive%20Summary%20-%20Spanish-new.pdf>
- PNUMA. (2018). *Mapping of global plastics value chain and plastics losses to the environment. With a particular focus on marine environment*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.  
<http://hdl.handle.net/20.500.11822/26745>
- Possatto, F., Barletta, M., Costa, M., Do Sul, J. y Dantas, D. (2011). Plastic debris ingestion by marine catfish: an unexpected fisheries impact. *Marine Pollution Bulletin*, 62(5), 1098-1102. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.01.036>
- Presenza, A., Del Chiappa, G. y Sheehan, L. (2013). Residents' engagement and local tourism governance in maturing beach destinations. Evidence from an Italian case study. *Journal of Destination Marketing & Management*, 2(1), 22-30.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2013.01.001>
- Provencher, J., Gaston, A., Mallory, M., O'hara, P. y Gilchrist, H. (2010). Ingested plastic in a diving seabird, the thick-billed murre (*Uria lomvia*), in the eastern Canadian Arctic. *Marine Pollution Bulletin*, 60(9), 1406-1411.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.05.017>
- Quiñones, A. (2018). *Iniciativa local y percepción de los pescadores en torno al manejo de los recursos comunes. Estudio de caso de una reserva marina en San Felipe, Yucatán*. [Tesis de maestría, Cinvestav Mérida] Tesis – Cinvestav Mérida.
- Rayon-Viña, F., Miralles, L., Gómez-Agenjo, M., Dopico, E. y Garcia-Vazquez, E. (2018). Marine litter in south Bay of Biscay: Local differences in beach littering are associated with citizen perception and awareness. *Marine Pollution Bulletin*, 131, 727-735. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.04.066>

- Rebolledo, E., Van Franeker, J., Jansen, O. y Brasseur, S. (2013). Plastic ingestion by harbour seals (*Phoca vitulina*) in The Netherlands. *Marine Pollution Bulletin*, 67(1-2), 200-202. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.11.035>
- Rees, G. y Pond, K. (1995). Marine litter monitoring programmes—a review of methods with special reference to national surveys. *Marine Pollution Bulletin*, 30(2), 103-108. doi:[https://doi.org/10.1016/0025-326X\(94\)00192-C](https://doi.org/10.1016/0025-326X(94)00192-C)
- Rendis, R. (2003). *Relación sociedad-naturaleza en la microcuenca de Chabihau, Yucatán: La importancia de los humedales y el manejo de una pesquería*. [Tesis de maestría, Cinvestav Mérida] Tesis – Cinvestav Mérida.
- Rhodes, C. (2018). Plastic pollution and potential solutions. *Science Progress*, 101(3), 207-260. doi:<https://doi.org/10.3184/003685018X15294876706211>
- Richards, Z. y Beger, M. (2011). A quantification of the standing stock of macro-debris in Majuro lagoon and its effect on hard coral communities. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1693-1701. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.06.003>
- Rivera, R. (2004). *Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura*. [Tesis de Licenciatura, Universidad de Piura] Repositorio Institucional – Universidad de Piura.
- Roa, F. (2009). Sistema de manejo sostenible para residuos electrónicos en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 22(2), 3-10. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835855>
- Robles de Benito, R. (2005). *Apropiación de recursos naturales y relaciones sociales en la reserva de la biosfera Ria Celestún, Yucatán*. [Tesis de maestría, Cinvestav Mérida] Tesis – Cinvestav Mérida.
- Roca, E. y Villares, M. (2008). Public perceptions for evaluating beach quality in urban and semi-natural environments. *Ocean & Coastal Management*, 51(4), 314-329. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2007.09.001>
- Rodríguez, M. y Ramírez, P. (1992). *Psicología del mexicano en el trabajo* (Segunda ed.). Mc Graw Hill. [https://www.academia.edu/34499598/Psicolog%C3%ADa\\_del\\_mexicano\\_en\\_el\\_trabajo\\_2da\\_Edici%C3%B3n\\_Mauro\\_Rodr%C3%ADguez\\_FREELIBROS](https://www.academia.edu/34499598/Psicolog%C3%ADa_del_mexicano_en_el_trabajo_2da_Edici%C3%B3n_Mauro_Rodr%C3%ADguez_FREELIBROS)
- Rosales, A. (2011). *¿Son los senderos de interpretación herramientas educativas, de empleo y conservación? Estudio comparativo en la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, Yucatán, México*. [Tesis de maestría, Cinvestav Mérida] Tesis – Cinvestav Mérida.
- Rossotti, F. (2004). *La teoría de las ventanas rotas: Para regenerar una sociedad honesta, educada y cívica, comencemos arreglando nuestras propias "ventanas rotas"*.

Recuperado el 28 de junio de 2020, de Foro Latinoamericano de Seguridad:  
<http://www.forodeseguridad.com/artic/reflex/8168.htm>

- Royer, S., Ferrón, S., Wilson, S. y Karl, D. (2018). Production of methane and ethylene from plastic in the environment. *PLoS One*, 13(8), 1-13.  
doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200574>
- Santos, I., Friedrich, A., Wallner-Kersanach, M. y Fillmann, G. (2005). Influence of socio-economic characteristics of beach users on litter generation. *Ocean & Coastal Management*, 48(9-10), 742-752.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2005.08.006>
- Schuyler, Q., Wilcox, C., Townsend, K., Hardesty, B. y Marshall, N. (2014). Mistaken identity? Visual similarities of marine debris to natural prey items of sea turtles. *BMC Ecology*, 14(1), 1-7. doi:<https://doi.org/10.1186/1472-6785-14-14>
- Schwanse, E. (2011). Recycling policies and programmes for PET drink bottles in Mexico. *Waste Management & Research*, 29(9), 973-981.  
doi:<https://doi.org/10.1177/0734242X11413331>
- SCT. (20 de enero de 2019). *Datos viales*. Recuperado el 27 de febrero de 2020, de Dirección General de Servicios Técnicos:  
[http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Datos-Viales-2019/31\\_YUC.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Datos-Viales-2019/31_YUC.pdf)
- SEFOTUR. (20 de febrero de 2019). *Informe Mensual de Turismo*. Recuperado el 27 de febrero de 2019, de Secretaría de Fomento Turístico:  
[http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/informe\\_mensual\\_actividad\\_turistica/16ddb316d377d831f269eecd742e998f.pdf](http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/informe_mensual_actividad_turistica/16ddb316d377d831f269eecd742e998f.pdf)
- Seltenrich, N. (2015). New Link in the Food Chain? Marine Plastic Pollution and Seafood Safety. *Environmental Health Perspectives*, 123(2), A34-A41.  
doi:<https://doi.org/10.1289/ehp.123-A34>
- Senado de la República. (5 de diciembre de 2019). *Industria y Senado firman Acuerdo Nacional por una Nueva Economía del Plástico*. Recuperado el 12 de julio de 2020, de Boletines. Senado de la República:  
<http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/boletines/47095-industria-y-senado-firman-acuerdo-nacional-por-una-nueva-economia-del-plastico.html>
- Secretaría de Educación Pública. (2019). *Estadística educativa Yucatán Ciclo Escolar 2018-2019*. SEP. [http://planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica\\_e\\_indicadores/estadistica\\_e\\_indicadores\\_entidad\\_federativa/estadistica\\_e\\_indicadores\\_educativos\\_31YUC.pdf](http://planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica_e_indicadores/estadistica_e_indicadores_entidad_federativa/estadistica_e_indicadores_educativos_31YUC.pdf)

- Sheavly, S. y Register, K. (2007). Marine debris & plastics: environmental concerns, sources, impacts and solutions. *Journal of Polymers and the Environment*, 15(4), 301-305. doi:<https://doi.org/10.1007/s10924-007-0074-3>
- Sibley, C. y Liu, J. (2003). Differentiating active and passive littering: A two-stage process model of littering behavior in public spaces. *Environment and Behavior*, 35(3), 415-433. doi:<https://doi.org/10.1177/0013916503035003006>
- Sigler, M. (2014). The effects of plastic pollution on aquatic wildlife: current situations and future solutions. *Water, Air, & Soil Pollution*, 225(11), 2184. doi:<https://doi.org/10.1007/s11270-014-2184-6>
- Sjollema, S., Redondo-Hasselerharm, P., Leslie, H., Kraak, M. y Vethaak, A. (2016). Do plastic particles affect microalgal photosynthesis and growth? *Aquatic Toxicology*, 170, 259-261. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2015.12.002>
- Slaughter, E., Gersberg, R., Watanabe, K., Rudolph, J., Stransky, C. y Novotny, T. (2011). Toxicity of cigarette butts, and their chemical components, to marine and freshwater fish. *Tobacco Control*, 20(Suppl 1), i25-i29. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/tc.2010.040170>
- Slavin, C., Grage, A. y Campbell, M. (2012). Linking social drivers of marine debris with actual marine debris on beaches. *Marine Pollution Bulletin*, 64(8), 1580-1588. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.05.018>
- Soto, M. (4 de septiembre de 2017). *Ballena gigante hecha con botellas concientiza sobre la problemática del plástico*. Recuperado el 20 de julio de 2020, de La Nación: <https://www.nacion.com/ciencia/medio-ambiente/ballena-gigante-hecha-con-botellas-concientiza-sobre-problematika-del-plastico/NDZEBM2UTZBP5LDZQJYA3C4QAI/story/>
- Spiegel, M. y Stephens, L. (1991). *Estadística*. Mc Graw Hill. [https://www.academia.edu/36241872/Estad%C3%ADstica\\_Serie\\_Schaum\\_4ta\\_edici%C3%B3n\\_Murray\\_R\\_Spiegel\\_pdf\\_1\\_1\\_](https://www.academia.edu/36241872/Estad%C3%ADstica_Serie_Schaum_4ta_edici%C3%B3n_Murray_R_Spiegel_pdf_1_1_)
- Sundt, P., Schulze, P. y Syversen, F. (2014). *Sources of microplastic-pollution to the marine environment*. Mepex for the Norwegian Environment Agency. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M321/M321.pdf>
- Taaffe, J., O'Sullivan, S., Rahman, M. y Pakrashi, V. (2014). Experimental characterisation of Polyethylene Terephthalate (PET) bottle Eco-bricks. *Materials & Design*, 60, 50-56. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.03.045>
- Tavares, D., Moura, J., Ceesay, A. y Merico, A. (2020). Density and composition of surface and buried plastic debris in beaches of Senegal. *Science of The Total Environment*, 737(1), 139633. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139633>

- Taylor, A., Curnow, R., Fletcher, T. y Lewis, J. (2007). Education campaigns to reduce stormwater pollution in commercial areas: Do they work? *Journal of Environmental Management*, 84(3), 323-335. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.06.002>
- TerraCycle. (30 de enero de 2020). *Programa de reciclaje de plásticos en playa*. Recuperado el 20 de marzo de 2020, de TerraCycle: <https://www.terracycle.com/es-ES/brigades/programa-de-reciclaje-de-plasticos-en-playa>
- Thompson, R., Moore, C., Vom Saal, F. y Swan, S. (2009). Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2153-2166. doi:<https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0053>
- Thompson, R., Olsen, Y., Mitchell, R., Davis, A., Rowland, S., John, A., . . . Russell, A. (2004). Lost at sea: where is all the plastic? *Science*, 304(5672), 838. doi:<http://dx.doi.org/10.1126/science.1094559>
- Tomás, J., Guitart, R., Mateo, R., y Raga, J. (2002). Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from the Western Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 44(3), 211-216. doi:[https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(01\)00236-3](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00236-3)
- Torales, G. (2019). *Cambios históricos en el paisaje costero de Sisal, Yucatán. Estudio comparativo de tres periodos: puerto de altura (1807-1871), puerto de cabotaje (1871-1931) y periodo ejidal (1931-1990)*. [Tesis de maestría, Cinvestav Mérida] Tesis – Cinvestav Mérida.
- Trujillo, A. y Vera, J. (2018). El consumo verde en México: Conocimiento, actitud y comportamiento. *Congreso Internacional de contaduría, administración e informática* (pág. 18). Ciudad de México: UNAM. Obtenido de <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xvi/docs/14D.pdf>
- Tschernij, V. y Larsson, P. (2003). Ghost fishing by lost cod gill nets in the Baltic Sea. *Fisheries Research*, 64(2-3), 151-162. doi:[https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(03\)00214-5](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(03)00214-5)
- Uc, M. (2007). *Estrategias de vida en hogares costeros, estudio de caso en Celestún, Yucatán*. [Tesis de maestría, Cinvestav Mérida] Tesis – Cinvestav Mérida.
- Uhrin, A. y Schellinger, J. (2011). Marine debris impacts to a tidal fringing-marsh in North Carolina. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2605-2610. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.10.006>
- Unger, A. y Harrison, N. (2016). Fisheries as a source of marine debris on beaches in the United Kingdom. *Marine Pollution Bulletin*, 107(1), 52-58. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.04.024>
- Urquijo, P. y Barrera, N. (2009). Historia y paisaje: Explorando un concepto geográfico monista. *Andamios*, 5(10), 227-252.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-00632009000100010#:~:text=En%20s%C3%AD%20mismo%2C%20el%20concepto,de%20dos%20ra%C3%ADces%20ling%C3%BC%C3%ADsticas%20diferenciadas.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-00632009000100010#:~:text=En%20s%C3%AD%20mismo%2C%20el%20concepto,de%20dos%20ra%C3%ADces%20ling%C3%BC%C3%ADsticas%20diferenciadas.)

- Urrea, U. (2016). Sisal, caso paradigmático de estudio: Prácticas de vida y “basura”. *Antropologías del Sur*, 3(5), 157-171. doi:<https://doi.org/10.25074/rantros.v3i5.819>
- Van de Merwe, J., Hodge, M., Whittier, J., Ibrahim, K. y Lee, S. (2010). Persistent organic pollutants in the green sea turtle *Chelonia mydas*: Nesting population variation, maternal transfer, and effects on development. *Marine Ecology Progress Series*, 403, 269-278.
- Van Eygen, E., Feketitsch, J., Laner, D., Rechberger, H. y Fellner, J. (2017). Comprehensive analysis and quantification of national plastic flows: The case of Austria. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 183-194. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.10.017>
- Van Sebille, E., England, M. y Froyland, G. (2012). Origin, dynamics and evolution of ocean garbage patches from observed surface drifters. *Environmental Research Letters*, 7(4), 1-6. doi:<http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/044040>
- Vaz, B., Williams, A., Silva, C. y Phillips, M. (2009). The importance of user's perception for beach management. *Journal of Coastal Research*, 56, 1164-1168. Obtenido de [www.jstor.org/stable/25737970](http://www.jstor.org/stable/25737970)
- Verlis, K., Campbell, M. y Wilson, S. (2014). Marine debris is selected as nesting material by the brown booby (*Sula leucogaster*) within the Swain Reefs, Great Barrier Reef, Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 87(7-2), 180-190. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.07.060>
- Vethaak, A. y Leslie, H. (2016). Plastic debris is a human health issue. *Environmental Science and Technology*, 50, 6825-6826. doi:<https://doi.org/10.1021/acs.est.6b02569>
- Votier, S., Archibald, K., Morgan, G. y Morgan, L. (2011). The use of plastic debris as nesting material by a colonial seabird and associated entanglement mortality. *Marine Pollution Bulletin*, 62(1), 168-172. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.11.009>
- Westphalen, H. y Abdelrasoul, A. (2018). Challenges and treatment of microplastics in water. En V. Bobek, *Management of Cities and Regions* (pág. 99). Rijeka: InTech. doi:10.5772/intechopen.71494
- White, D. (2006). *Marine Debris in Northern Territory Waters 2004: WWF Australia*. World Wildlife Fund. <https://www.environment.gov.au/marine/publications/marine-debris-northern-australian-waters-2004>

- Williams, A., Pond, K., Ergin, A. y Cullis, M. (2013). The hazards of beach litter. En C. Finkl, *Coastal Hazards* (págs. 753-780). Springer.  
<https://www.springer.com/gp/book/9789400752337>
- Witman, S. (2017). World's biggest oxygen producers living in swirling ocean waters. *Eos*, 98, 1. doi:<https://doi.org/10.1029/2017EO081067>
- Wright, S., Rowe, D., Thompson, R. y Galloway, T. (2013). Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms. *Current Biology*, 23(23), R1031-R1033. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.10.068>
- Wuttke, W., Jarry, H. y Seidlova-Wuttke, D. (2010). Definition, classification and mechanism of action of endocrine disrupting chemicals. *Hormones*, 9(1), 9-15. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/BF03401276>
- Yang, D., Shi, H., Li, L., Li, J., Jabeen, K. y Kolandhasamy, P. (2015). Microplastic pollution in table salts from China. *Environmental Science & Technology*, 49(22), 13622-13627. doi:<https://doi.org/10.1021/acs.est.5b03163>
- Zhang, Y., Zhang, Y., Feng, Y. y Yang, X. (2010). Reduce the plastic debris: a model research on the great Pacific ocean garbage patch. *Advanced Materials Research*, 113, 59-63. doi:<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.113-116.59>

# ANEXOS

## Anexo 1: Calendarios de los Ciclos Escolares de la Secretaría de Educación Pública: Ciclo Escolar 2018-2019; 2019-2020.

### Calendario para el Ciclo Escolar 2018-2019 (SEP, 2018).



\* ACTIVIDADES DE FORMACIÓN RELACIONADAS CON EL MODELO EDUCATIVO PARA LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA Y EL ACUERDO NÚMERO 127/10/17 POR EL QUE SE ESTABLECE EL PLAN Y LOS PROGRAMAS DE ESTUDIO PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA. APRENDIZAJES CLAVE PARA LA EDUCACIÓN INTEGRAL.

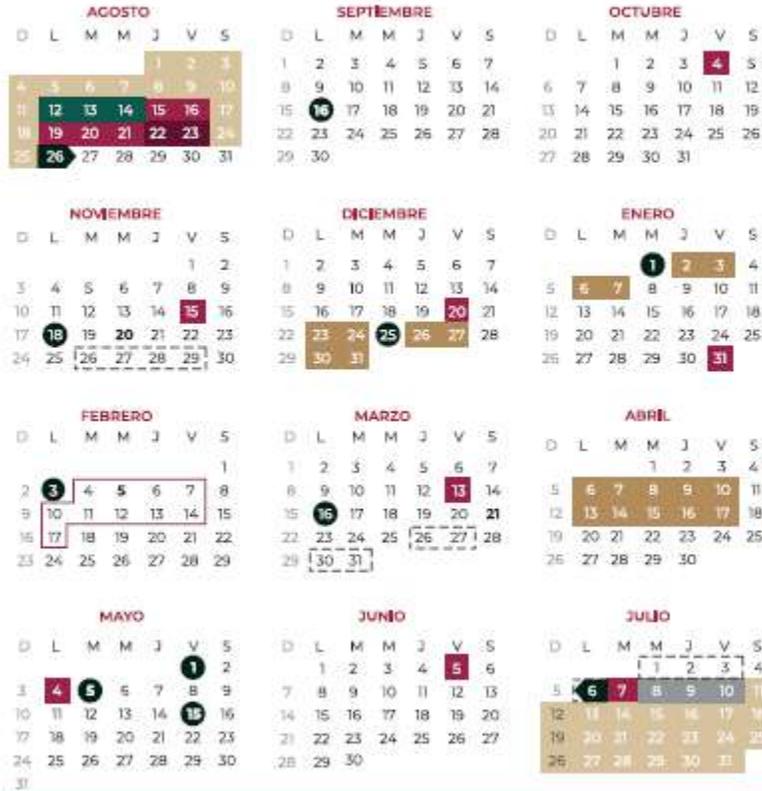
\*\* PLANEA: PLAN NACIONAL PARA LA EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES.

# Calendario para el Ciclo Escolar 2019-2020 (SEP, 2019).


**GOBIERNO DE MÉXICO** | **EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

## Calendario Escolar 2019-2020

### Educación Básica 190 días



-  Inicio de cursos
-  Fin de cursos
-  Suspensión de labores docentes
-  Receso de clases
-  Capacitación sobre la Nueva Escuela Mexicana
-  Consejo Técnico Escolar
-  Período para la entrega de boletas de evaluación a las madres y padres de familia o tutores
-  Vacaciones
-  Administración de inscripciones
-  Período de preinscripción a preescolar, primer grado de primaria y primer grado de secundaria para el Ciclo Escolar 2020-2021
-  Descarga administrativa, fin de ciclo

## Anexo 2: Cuestionario sobre percepción de los visitantes y la contaminación plástica en la playa.



Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional  
Unidad Mérida  
Departamento de Ecología Humana  
Laboratorio de Salud Ambiental

Playa:  Progreso  Celestún  Sisal

Entrevista No: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### CUESTIONARIO SOBRE PERCEPCIÓN DE LOS VISITANTES Y LA CONTAMINACIÓN PLÁSTICA EN LA PLAYA

#### A. Datos generales de la persona encuestada.

1. Sexo:  Hombre  Mujer
2. Edad: \_\_\_\_\_
3. Nivel educativo: \_\_\_\_\_
4. Ocupación: \_\_\_\_\_
5. Procedencia:  
\_\_\_\_\_

#### B. Generación de residuos plásticos en la playa.

6. ¿Usted genera residuos plásticos mientras se encuentra en la playa?

Sí  No

7. Si la respuesta es sí, ¿qué objetos plásticos son?

\_\_\_\_\_

8. ¿Qué hace con los residuos que genera en la playa?

\_\_\_\_\_

9. ¿Ha visto gente tirar basura plástica en la playa durante su visita?

Sí  No

10. ¿Encuentra botes para tirar la basura plástica en la playa?

Sí  No

11. Razones por las que las personas tiran la basura en la playa:

---

---

---

12. ¿Ha recogido basura mientras está en la playa?

Sí  No

13. ¿Por qué?

---

---

---

**C. Percepción sobre la contaminación plástica en la playa.**

14. Del 1 al 5, ¿qué tan sucia considera que está la playa?

- 1. Muy limpia.
- 2. Limpia.
- 3. Moderada.
- 4. Sucia.
- 5. Extremadamente sucia.

15. ¿Cuál es la basura más común en la playa?

---

16. ¿Cuál es el origen de la basura plástica que está en la playa?

- 1. Mar.
- 2. Turistas.
- 3. Viento.
- 4. Restaurantes.
- 5. Residentes.
- 6. Eventos masivos.
- 7. Otro: \_\_\_\_\_.

17. ¿Qué hace para no contaminar la playa con basura?

---

---

---

18. Del 1 al 5, ¿qué tanto le preocupan la contaminación plástica en la playa?

- 1. Totalmente.
- 2. Bastante.
- 3. Más o menos.
- 4. Poco.
- 5. Nada.

19. ¿Qué problemas causa la contaminación plástica en la playa?

---

---

---

20. ¿A dónde va la basura que la gente tira en la playa?

---

21. ¿Quién debe mantener limpia la playa?

---

22. ¿Ha visto a otras personas recoger basura durante su visita a la playa?

Sí  No

23. ¿Qué deberíamos hacer para reducir la contaminación plástica en la playa?

---

---

---

¿Algún otro comentario que quiera hacer?

---

---

---

**¡Gracias por su tiempo!**

### Anexo 3: Guía de entrevista semi estructurada dirigida a los encargados de manejo de residuos.



Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional  
Unidad Mérida  
Departamento de Ecología Humana  
Laboratorio de Salud Ambiental

#### **GUÍA DE ENTREVISTA SEMI ESTRUCTURADA DIRIGIDA A LOS ENCARGADOS DEL MANEJO DE RESIDUOS EN LAS PLAYAS DE ESTUDIO.**

**Proyecto: Contaminación plástica en las playas de Yucatán y percepción de los usuarios.**

**Entrevistador:** \_\_\_\_\_ **Localidad:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

##### **A. Datos generales de la persona entrevistada.**

1. Puesto de trabajo.
2. Dependencia.
3. Procedencia.
4. Residencia.
5. Si la respuesta es sí, ¿hace cuantos años vive en la localidad?

##### **B. Percepción sobre la contaminación plástica en la playa.**

6. ¿Los turistas generan basura plástica en la playa?
7. ¿Por qué?
8. ¿Qué tan limpia considera que esta la playa?
9. ¿Por qué?
10. ¿Qué objetos plásticos son los más comunes en la playa?
11. ¿Le preocupan los problemas que puede causar la contaminación plástica en la playa?
12. ¿Por qué?
13. ¿A dónde va la basura que la gente tira en la playa?
14. Razones por las que las personas tiran la basura en la playa:

##### **C. Gestión y manejo de residuos plásticos en la playa.**

15. ¿En qué partes de la playa se recoge la basura?

16. ¿Por qué?
17. ¿Conoce la cantidad o el volumen de residuos plásticos que se genera en la playa?
18. Si la respuesta es sí, ¿con qué información se cuenta?
19. ¿Cada cuando pasa el camión recolector de basura?
20. ¿Cómo es el proceso de recolección?
21. Si la respuesta es no, ¿por qué no se cuenta con la información?
22. ¿Considera adecuado el número de botes de basura en la playa?
23. ¿Por qué?
24. ¿Quién paga los botes de basura en la playa?
25. ¿Quién es el responsable de la recolección de residuos en la playa?
26. ¿Cómo es el servicio de recolección lo considera suficiente?
27. ¿La basura plástica es un problema?
28. ¿Conoce si se han implementado medidas para el control de plásticos como por ejemplo reciclaje, en la playa?
29. Si la respuesta es sí, ¿cuáles medidas?
30. ¿Quién evalúa los resultados de estas medidas?
31. ¿Cómo se evalúan?
32. ¿Cuál es el destino final de los residuos?
33. ¿Ha tenido quejas sobre el manejo de residuos?
34. Si la respuesta es sí, ¿cuáles?
35. ¿Se vincula a la comunidad en el manejo de residuos?
36. Si la respuesta es sí, ¿de qué manera?
37. Si la respuesta es no, ¿por qué?
38. ¿Qué deberían hacer “la comunidad” para reducir la contaminación plástica en la playa?
39. ¿Qué actividades podrían implementarse para evitar que se tire la basura en la playa?

¿Algún otro comentario que quisiera hacer?

**¡Gracias por su tiempo!**

#### Anexo 4: Plásticos clasificados por composición química.

##### PROGRESO

Tipo de plástico	Peso (g)	Porcentaje (%)
Polipropileno	3246.00	23.36
Polietileno tereftalato	2952.00	21.24
Polietileno de alta densidad	2371.67	17.07
Polietileno de baja densidad	1720.00	12.38
Poliestireno	1119.83	8.06
Combinación de plásticos	746.67	5.37
Plásticos desconocidos	406.67	2.93
Goma	240.00	1.73
Plástico + metal	238.67	1.72
Colillas de cigarro	183.00	1.32
Nylon	170.17	1.22
Plástico + papel	120.17	0.86
Plástico + madera	109.5	0.788
Cloruro de polivinilo	102.67	0.74
Plástico + vidrio	43	0.309
Poliuretano	34.5	0.25
Etileno-vinil acetato	31	0.22
Silicón	21.5	0.15
Otros	12	0.09
Resina fenólica	10	0.07
Látex sintético	10.5	0.08
Plástico + tela	6.5	0.05
Caucho sintético	0.5	0.004
<b>TOTAL</b>	<b>13896.50</b>	<b>100</b>

Tipo de plástico	Piezas	Porcentaje (%)
Colillas de cigarro	681	23.42
Polietileno de alta densidad	622	21.39
Polipropileno	534	18.36
Polietileno de baja densidad	284	9.77
Poliestireno	253	8.70
Plásticos desconocidos	202	6.95
Combinación de plásticos	108	3.71
Polietileno tereftalato	105	3.61
Nylon	26	0.89
Plástico + papel	24	0.83
Cloruro de polivinilo	20	0.69
Plástico + metal	14	0.48
Látex sintético	8	0.28
Plástico + tela	7	0.24
Otros	4	0.14
Goma	4	0.14
Poliuretano	3	0.10
Plástico + vidrio	3	0.10
Silicón	2	0.07
Caucho sintético	1	0.03
Etileno-vinil acetato	1	0.03
Resina fenólica	1	0.03
Plástico + madera	1	0.03
<b>TOTAL</b>	<b>2908</b>	<b>100</b>

## SISAL

Tipo de plástico	Peso (g)	Porcentaje (%)
Polietileno de alta densidad	2070.26	26.08
Polipropileno	1410.00	17.76
Polietileno de baja densidad	1071.17	13.49
Polietileno tereftalato	915.33	11.53
Combinación de plásticos	839.83	10.58
Plásticos desconocidos	439.00	5.53
Cloruro de polivinilo	236.17	2.97
Poliestireno	313.66	3.95
Poliuretano	267	3.36
Nylon	189.83	2.39
Colillas de cigarro	57.33	0.72
Plástico + papel/cartón	55.83	0.70
Plástico + metal	42.17	0.53
Otros	14.33	0.18
Plástico + tela	9.33	0.12
Goma	5.5	0.07
Caucho sintético	2.00	0.03
Látex sintético	0.5	0.01
<b>TOTAL</b>	<b>7939.25</b>	<b>100</b>

Tipo de plástico	Piezas	Porcentaje (%)
Polietileno de alta densidad	632	33.46
Polipropileno	308	16.30
Plásticos desconocidos	207	10.96
Colillas de cigarro	188	9.95
Polietileno de baja densidad	167	8.84
Poliestireno	142	7.52
Nylon	100	5.29
Combinación de plásticos	50	2.65
Polietileno tereftalato	42	2.22
Cloruro de polivinilo	18	0.95
Poliuretano	12	0.64
Plástico + metal	6	0.32
Caucho sintético	4	0.21
Plástico + papel/cartón	5	0.26
Otros	3	0.16
Plástico + tela	3	0.16
Goma	1	0.05
Látex sintético	1	0.05
<b>TOTAL</b>	<b>1889</b>	<b>100</b>

## CELESTÚN

Tipo de plástico	Peso (g)	Porcentaje (%)
Polietileno de alta densidad	2142.8	30.53
Polietileno de baja densidad	1117.33	15.92
Polipropileno	1096.50	15.62
Polietileno tereftalato	869.17	12.38
Combinación de plásticos	349.08	4.97
Cloruro de polivinilo	309.33	4.41
Goma	269	3.83
Poliestireno	210.50	3.00
Plástico + papel	163.5	2.33
Plásticos desconocidos	132.67	1.89
Colillas de cigarro	88.33	1.26
Plástico + metal	84.67	1.21
Nylon	78.67	1.12
Poliuretano	57	0.81
Plástico + tela	24.5	0.35
Látex sintético	11.33	0.16
Otros	5.83	0.08
Silicón	5.5	0.08
Glicol de polietilentereftalato	3.33	0.05
<b>TOTAL</b>	<b>7019</b>	<b>100</b>

Tipo de plástico	Piezas	Porcentaje (%)
Polietileno de alta densidad	338	24.32
Colillas de cigarro	333	23.96
Polipropileno	230	16.55
Poliestireno	96	6.91
Polietileno de baja densidad	95	6.83
Plásticos desconocidos	86	6.19
Combinación de plásticos	45	3.24
Nylon	40	2.88
Polietileno tereftalato	35	2.52
Plástico + papel	21	1.51
Cloruro de polivinilo	17	1.22
Látex sintético	16	1.15
Plástico + metal	15	1.08
Poliuretano	10	0.72
Goma	5	0.36
Plástico + tela	4	0.29
Silicón	2	0.14
Glicol de polietilentereftalato	1	0.07
Otros	1	0.07
<b>TOTAL</b>	<b>1390</b>	<b>100</b>

## Anexo 5: Documentación visual

### Playa de Progreso



1. Residuos desbordando contenedores después de un fin de semana concurrido. Agosto 2019.



2. Preguntándole a la gente. Octubre 2019.



3. Rodeados de residuos mientras disfrutaban la visita. Septiembre 2019.



4. Delimitando el cuadrante con ayuda de refuerzos entusiastas. Abril 2019.



5. Anillos de *six pack* recolectados en la playa. Julio 2019.



6. Pesando colillas de cigarro. Mayo 2019.

## Playa de Sisal



1. Recolección de residuos entre la arena. Enero 2020.



2. Preguntando a una persona sobre su visita a la playa. Septiembre 2019.



3. Obteniendo el almuerzo. Muelle. Octubre. 2019.



4. Problemas de contención de residuos. Junio 2019.



5. Invitando a cuidar la playa. Abril 2019.



6. Recolecta de PET en el ocaso. Febrero 2020.

## Playa de Celestún



1. Huellas humanas. Septiembre 2019.



2. Metodología de trabajo en campo, marcando un cuadrante. Febrero 2020.



3. Personal del ayuntamiento limpiando el muelle. Octubre 2019.



4. Recipiente de PEAD encontrado en la playa, contenía aceite de motor para embarcaciones. Marzo 2019.



5. Vestigio que se confundía entre la arena. Junio 2019.



6. Camión recolector durante una ronda por la tarde. Diciembre 2019.