

EVALUACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN LAS PLAYAS DE LA CEIBA

Jesús Alexis Rodríguez^a, Jorge Calderón^b

^aDepartamento de Suelos, CURLA (UNAH), La Ceiba, Atlántida (Honduras), jesus.rodriguez@unah.edu.hn

^bCarrera de Ingeniería Forestal, Área de Ciencias Agropecuaria-Forestal, CURLA (UNAH), La Ceiba, Atlántida (Honduras), jorge.calderonnamorado@gmail.com

Recepción 03/03/2020

Aceptación 31/05/2021

Resumen

El municipio de La Ceiba, en el departamento de Atlántida en Honduras, posee una gran biodiversidad ecosistémica, siendo el costanero el que ha tenido mayor realce turístico a través del tiempo. A pesar de los esfuerzos invertidos en limpieza del ornato costero, se desconoce la cantidad de desechos sólidos que son dejados por los transeúntes de forma deliberada. Esto resulta en esfuerzos infructuosos al momento de efectuar limpiezas, debido a que no se cuenta con una línea base para comparar un antes y después y de esta forma saber si hay reducción de estos detritos. En este sentido, se define como objetivo de investigación el recopilar y estimar la cantidad en unidades, peso y clasificación de los desechos sólidos encontrados a lo largo de la línea costera del municipio de La Ceiba, en el año 2018. Lo novedoso de este trabajo es la cuantificación de desechos sólidos en cantidad, peso y tipo en relación a la playa visitada, la cual está debidamente georreferenciada para poder ubicar espacialmente las áreas que presentan mayor grado de contaminación ambiental. La metodología empleada se basó en el análisis estadístico, utilizando herramientas de medición directa y sistemas de información geográfica. Los resultados demuestran la presencia promedio de 57.64 ítems/m² distribuidos entre los 34 transectos de las 12 playas visitadas, encontrándose que las playas con menor contaminación en peso son las de Villa Nuria, Sitramedhys y Nueva Era Este.

Palabras clave: La Ceiba, playas, desechos sólidos, orgánico, inorgánico, zona costera, bandera azul

SOLID WASTE ASSESSMENT ON THE BEACHES OF LA CEIBA

Jesús Alexis Rodríguez^a, Jorge Calderón^b

^aDepartment of Soils, CURLA, UNAH, La Ceiba, Atlántida (Honduras), jesus.rodriguez@unah.edu.hn

^bCareer of Forestry Engineering, Area of Agricultural-Forest Sciences, CURLA, UNAH, La Ceiba, Atlántida (Honduras), jorge.calderonenamorado@gmail.com

Received 03/03/2020

Accepted 31/05/2021

Abstract

The municipality of La Ceiba in the department of Atlántida in Honduras has a great biodiversity ecosystem, being the coastal area the one that has had the greatest tourism enhancement through time. Despite the efforts invested in cleaning up the coastal landscape, the amount of solid waste that is left behind deliberately by passers-by is unknown. This results in unsuccessful efforts at the time of cleaning because there is no baseline to compare a before and after, thus knowing if there is reduction of these detritus. In this sense, the research objective is to collect and estimate the quantity in units, weight and classification of solid waste found along the coastline of the municipality of La Ceiba, in the year 2018. The novelty of this work is the quantification of solid waste in quantity, weight and type in relation to the beach visited, which is duly geo-referenced in order to locate spatially the areas that present the highest degree of environmental pollution. The methodology used in this study bases on statistical analysis, using direct measurement tools and geographic information systems. The results show the average presence of 57.64 items/m² distributed among the 34 transects of the 12 beaches visited, with the beaches with the least pollution in weight being those of Villa Nuria, Sitramedhys and Nueva Era Este.

Keywords: La Ceiba, beaches, organic, inorganic, solid waste, coastal zone, blue flag

Introducción

La actividad humana habitualmente genera desechos sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos, produciendo un efecto negativo dentro del ecosistema marino y costero (Rodríguez-Santos *et al.*, 2005). Los desechos sólidos orgánicos se descomponen fácilmente en el ambiente (IPES, 2001), en las ciudades casi todos los componentes orgánicos pueden ser transformados en gases y en sólidos orgánicos relativamente inertes (Jaramillo y Zapata, 2008).

Por otra parte, los desechos sólidos por definición se pueden considerar como aquellos materiales que “una vez desechados” se les puede dar valor económico a través de su reutilización o mediante alteraciones de sus propiedades físicas, fisicoquímicas o biológicas, se puede obtener insumos de segunda generación para la fabricación de nuevos productos, estos son los denominados objetos de reciclaje (Ley n.º 12.305). Ambos tipos de desechos son resultado de la actividad turística y recreativa que se desarrollan en las playas (Botero y García, 2011).

La zona costera centroamericana se caracteriza por una intensa actividad humana y gran riqueza ecológica que involucra la interacción de la litósfera, atmósfera e hidrósfera (Windevoxhel *et al.*, 2003), cuya delimitación se puede realizar a partir de diversos criterios, según la disciplina involucrada en su estudio (Andrade y Castro, 1987) citado en (Andrade *et al.*, 2008). Considerando lo anterior, las características de calidad de una playa son aspectos distintivos que definen su aptitud para el uso. Estas propiedades se deben tomar en cuenta desde el diseño de la playa hasta el momento en que el usuario disfruta de ella. Se puede deducir que las playas con aguas limpias establecen una excelente estancia vacacional (Yepes, 1999).

Las playas se pueden definir como sistemas naturales sometidos en la actualidad a una gran presión humana y climática (Sardá *et al.*, 2012). Al igual que otros sistemas costeros, desempeñan múltiples funciones ecológicas, siendo dos las más relevantes: servicios ambientales (depositarios de biodiversidad, protección a la costa, apro-

visionamiento y regulación del clima) y servicios culturales que incluyen las necesidades humanas recreativas (MEA, 2005) citado en (Camacho y Ruíz, 2012). Estas funciones son conocidas como servicios ecosistémicos que están considerados recursos o procesos de los ecosistemas naturales y son el resultado de la interacción de sus componentes bióticos y abióticos (Groot *et al.*, 2002; Álvarez, 2003), citados en (Mendoza-González, 2009).

En el año de 1987 se registraron desechos sólidos provenientes de las Antillas por medio de las corrientes del Caribe en las costas de La Mosquitia (Cruz *et al.*, 1990). En dicha investigación, se comparó la cantidad de basura observada en las playas de La Ceiba (0.10 ítems/m²) con la encontrada en La Mosquitia (plásticos: 50-200 ítems/m² y alquitranes de petróleo: 5-25 ítems/m²), siendo este el único antecedente nacional registrado para la ciudad.

Anualmente, se presenta un aumento súbito de turistas locales y extranjeros para las fechas de Semana Santa, el Carnaval de La Amistad (segunda quincena de mayo) y el Feriado Morazanico (primera semana de octubre). Esto genera un incremento de residuos abandonados sobre la superficie del ecosistema costero. Se han realizado esfuerzos de limpieza en las playas de la ciudad de La Ceiba, sin embargo, no se ha cuantificado la basura basado en la cantidad y el peso de los objetos (ítems) por unidad de área (m²) y su clasificación según el tipo de objeto. Los esfuerzos realizados se han concentrado en la satisfacción de la demanda inmediata de actividades turísticas y una menor priorización a la conservación y sostenibilidad del recurso. Las playas son un ejemplo de activo costero que ha provocado varios problemas territoriales y medioambientales con otros bienes codiciados que generan a su vez, conflictos por su uso (Yepes, 1999). Debido a esto, es necesario generar información para que las autoridades pertinentes puedan tomar decisiones que favorezcan la reducción de los desechos sólidos y contrarrestar así la proliferación de plagas transmisoras de enfermedades, accidentes en las personas, daños a la flora, daños a la fauna marino-costera y un efecto negativo al paisaje. Esta investigación busca elevar

la aceptación de las playas del municipio como un destino de entretenimiento sano, favoreciendo su desarrollo sostenible.

Además, se procura un acercamiento entre la academia y la sociedad ceibeña, promoviendo la importancia de implementar un manejo apropiado de residuos sólidos y ornato mediante la educación a voluntarios, estudiantes y los espectadores, y finalmente la divulgación por medios de comunicación interesados en la promoción del bienestar social.

Metodología

Las playas del municipio de La Ceiba (Figura 1) poseen una extensión de 32.90 km lineales, correspondientes al 0.16 % (1.07 km²) de la superficie total del municipio de La Ceiba (654.38 km²). Se realizó un muestreo aleatorio estratificado a lo largo de toda la línea costera, seleccionando 12 sitios de muestreo/playas y 34 transectos (Figura 2) utilizando el programa de creación de mapas (Quantum GIS 3.4 Madeira). En las hojas de campo se incluyeron las variables de acuerdo a los objetivos de la investigación. Se realizaron cuatro giras para la colección de datos entre los meses de julio y septiembre de 2018 en fechas no festivas, en un horario de 7 a 9 a. m., los días sábados. Los datos se digitalizaron para su análisis y discusión en el programa informático Microsoft Excel.

Diseño

Se seleccionó un muestreo aleatorio estratificado para poder estudiar de forma representativa todos los subgrupos (transectos), incluyendo los más intransitables. Se establecieron 12 sitios de muestreo, con 34 transectos en total debidamente georreferenciados, para determinar la cantidad de basura orgánica e inorgánica por metro cuadrado. Los datos colectados en cada transecto fueron peso de desechos (gramos), cantidad de desechos por categoría (ítems) y coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM). Las coordenadas UTM pertenecen a un sistema de proyección cartográfico basado en cuadrículas, con el cual se pueden referenciar puntos sobre la super-

ficie terrestre (Ibáñez *et al.*, 2011). La determinación se realizó a una distancia de 2 m paralelamente a la marca de la ola más alejada del mar, se utilizaron dos cuerdas para delimitar un área de 20 m de largo por 1 m de ancho. El total de basura recolectada y pesada se dividió entre 20 m² para calcular la cantidad de ítems por metro cuadrado.

Población

Se seleccionaron dos categorías de desechos sólidos: orgánicos e inorgánicos. Como orgánico se estableció todo desecho natural que se encontrara *ex situ* de su lugar de origen (huesos, semillas, carbón y madera). Los desechos de tipo inorgánico incluyendo al papel, macroplásticos hasta plásticos con diámetros >5 mm, aluminio, vidrio, material *tetra brik* y misceláneos. Dentro de los misceláneos entran aquellos cuya composición está dispuesta entre plástico/metal (cables eléctricos y jeringas), plástico/metal/vidrio (luces de Navidad), cerámicas y concreto.

Entorno

El estudio se realizó a lo largo de la línea costera dentro de los límites del municipio de La Ceiba, eligiendo 12 sitios diferenciados de muestreo. Las muestras corresponden al conjunto de submuestras (transectos) de los objetos recolectados en los sitios elegidos. La separación promedio entre sitios de muestreo es de 2.12 km.

Procedimiento y técnicas

La cinta métrica (Truper FH-8M) se utilizó para medir distancias de longitud y anchura de los transectos. Se emplearon estacas de madera y cabuya para delimitar cada transecto. Se utilizó la balanza mecánica de gancho JCM modelo BMC-100/200 para pesar los desechos pesados colectados por transecto, mientras que para los desechos livianos se empleó la balanza analítica marca Adam, modelo CQT150. La georreferenciación de cada sitio de muestreo se realizó usando un sistema de posicionamiento global (GPSMAP 64st), el error mínimo a utilizar en el GPS fue de 4.0 m y el máxi-

mo de 5.0 m. Los mapas fueron creados empleando el programa Quantum GIS 3.4 (QGIS Madeira).

2.5 Análisis estadístico

El programa Excel se utilizó para tabular los datos recaudados y se realizó el análisis de frecuencia y de distribución estadística para los sitios de muestreo. Se emplearon las siguientes fórmulas:

Transecto:

- Cálculo de ítems/m²:

$$\text{ms/m}^2: \text{ítems/m}^2 = \frac{I_1 + \dots + I_n}{A_t}$$

Donde: I = cantidad de desechos por categoría (ítems) por transecto

A_t = Área del transecto (m²)

- Cálculo de peso/m²:

$$\text{peso/m}^2 = \frac{P_1 + \dots + P_n}{A_t}$$

Donde: P = peso de los desechos por categoría (g)

Playa:

- Cálculo de ítems/m²:

$$\text{Items/m}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n I_{ti} = \left(\frac{I_{t1} + \dots + I_{tn}}{n} \right)}{A_{Pt}}$$

Donde:

I_t = total de desechos por transecto (Ítems)

A_{Pt} = promedio del área de los transectos (m²)

n = cantidad de transectos

- Cálculo de peso/m²:

$$\text{Peso/m}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ti} = \left(\frac{P_{t1} + \dots + P_{tn}}{n} \right)}{A_{Pt}}$$

Dónde: P_t = Total del peso de los desechos por transecto (Ítems)

Percentiles:

$$P_i = L_p + \left(\frac{N(i)}{100 - FL} \right) * b$$

Donde: i = rango de percentil

P_i = percentil "i" que se necesite calcular ($i = 1$ a 100).

L_p = límite inferior real de la clase donde este el percentil m.

FL = frecuencia acumulada "menos de" de la clase anterior a la clase donde está el percentil m.

F_p = frecuencia absoluta de la categoría que contiene el percentil buscado.

b = intervalo de la categoría que contiene el percentil buscado.

$\frac{N(I)}{100}$ = número total de datos.

3. Resultados

El valor promedio de desechos sólidos encontrados en las 12 playas evaluadas fue de 57.64 ítems/m². Las playas con menor presencia de desechos sólidos fueron las de Nueva Era Este, Hotel Quinta Real/Guapo's Bar y Villa Nuria, y las playas con mayor presencia de desechos sólidos fueron las de Los Maestros, Perú y El Jaguar (Tabla 1). Además, el plástico, el vidrio y los de origen orgánico resultaron los ítems con mayor presencia por metro cuadrado (Tabla 1).

Los resultados demuestran la presencia promedio de 57.64 ítems/m² distribuidos entre las 12 playas evaluadas (Figura 3). En cuanto al peso, la playa con mayor contaminación fue la de Los Maestros con 1,591.35 g/m² (1.59 kg/m²), las playas con menor contaminación fueron las de Villa Nuria, Sitramedhys y Nueva Era Este (Tabla 2).

Tabla 1. Datos generales de peso y cantidad de desechos sólidos colectados por playa.

Nº.	Playa	Ítems/m ² según material							Total (ítems/m ²)
		Orgánico	Papel	Plástico	Aluminio	Vidrio	Tetrabrik	Misceláneo	
1	Los Maestros	2.18	0.30	10.27	0.550	2.75	0.370	0.750	17.17
2	El Jaguar	0.130	0.15	5.2	0.070	0.020	0	0.100	5.67
3	Hotel Quinta Real / El Guapo's Bar y Grill	0.250	0.15	0.17	0.020	0.330	0	0.080	1.00
4	Sea View / Barra Vieja	0.100	0.03	3.30	0	0.070	0.030	0.050	3.58
5	Mar Azul	0.580	0.025	2.38	0.050	0.025	0.125	0.200	3.38
6	Perú	2.65	0	4.38	0.420	6.58	0.02	0.130	14.18
7	Corozal	1.55	0	1.92	0	0.020	0	0	3.48
8	Sambo Creek	0.220	0.02	3.7	0	0.020	0	0.020	3.97
9	Sitramedhys	0.050	0	1.45	0	0.020	0	0	1.52
10	Villa Nuria	0.600	0.13	0.5	0	0.020	0	0.030	1.28
11	Nueva Era Oeste	0.250	1.63	0	0.020	0	0	0.020	1.92
12	Nueva Era Este	0.025	0	0.48	0	0	0	0	0.50
Total (ítems/m²)		8.58	2.44	33.73	1.12	9.84	0.540	1.38	57.64

Tabla 2. Peso de ítems colectados por transecto (g/m²) en las playas del municipio de La Ceiba.

Playa	Peso transecto n.º 1 (g/m ²)	Peso transecto n.º 2 (g/m ²)	Peso transecto n.º 3 (g/m ²)	Peso promedio (g/m ²)
Los Maestros	861.83	79.38	3,833	1,591.35
El Jaguar	1.77	11.34	17.01	10.04
Hotel Quinta Real - El Guapo's Bar y Grill	3.38	1.40	34.02	12.93
Sea View - Barra Vieja	3.71	124.74	0.04	42.83
Mar Azul (La Miramar)	447.92	56.70	---	252.31
Perú	11.34	28.19	22.68	20.74
Corozal	17.01	3.39	5.67	8.69
Sambo Creek	11.33	22.68	17.01	17.01
Sitramedhys	7.80	3.29	4.77	5.28
Villa Nuria	1.10	2.34	2.17	1.87
Nueva Era Oeste	11.33	9.73	6.57	9.21
Nueva Era Este	2.65	9.73	---	6.19

La mayor concentración en peso de desechos sólidos fue en entre 0 y 10 g, seguido de desechos con un rango de 10 a 100 g (Tabla 3).

De acuerdo a los 34 datos de peso por transecto en las playas, se obtuvieron valores de tendencia

central, como el promedio aritmético de 166.97 g/m², la moda de 11.34 g/m², con un valor mínimo de 0.04 g/m² y un valor máximo de 3,832.86 g/m². El percentil 50 es 9.73 g/m², y el III cuartil (percentil 75) es 22.68 g/m². Con los datos mencionados, se

puede diseñar y adaptar el Sistema de Evaluación para Desechos Orgánicos e Inorgánicos en el Programa Bandera Azul Ecológica (playas) para La Ceiba, el cual permitirá conocer si las playas se encuentran entre los valores permisibles en peso (g), de acuerdo con los desechos encontrados.

Discusión

Con base en los resultados obtenidos en la Tabla 1, sobre datos generales de peso y cantidad por categoría de desechos sólidos colectados por playa, se demuestra un evidente grado de contaminación presente y tangible. Estos datos indican que las playas ostentan mayor cantidad de detritos (ítems/m²) cuando se encuentran a la par de áreas recreativas afectadas directamente por la actividad turística, como sucede en las playas de Los Maestros, Perú y El Jaguar, mientras que las menos perturbadas están aisladas parcialmente de la influencia social, es decir, en zonas privatizadas como en el caso de Nueva Era Este, Hotel Quinta Real/El Guapo's Bar y Villa Nuria. Se contabilizó un total de 57.64 ítems/m² entre las 12 playas intervenidas, de estos desechos los más abundantes son los de origen inorgánico, siendo entre los más cuantiosos los conformados por plástico, vidrio y papel. Debido a que la colecta de datos se efectuó en fechas no festivas se esperaría que la cantidad de desechos aumente a medida que la afluencia de turistas se eleve. La acumulación de hasta un 50 % de desechos sólidos en las playas se debe a las actividades turísticas desarrolladas y a la presencia de centros recreativos cercanos (Schernewski *et al.*, 2018).

En relación con el peso, se cuantificó un total de 1,978.44 g/m² entre todas las playas, un dato considerablemente alto en relación con lo encontrado en El Salvador, con un peso de 504.20 g en un área de 3.84 m² en seis (6) playas evaluadas (Barraza, 2017) es interesante resaltar que la cantidad de ítems encontrados no está relacionada con la sumatoria de pesos, puesto que esta varía según la composición del mismo. Esto se puede observar usualmente en las playas que presentan baja contaminación en ítems, pero un alto nivel

Tabla 3. Serie de frecuencia del peso en gramos de los desechos sólidos encontrados.

Peso (g)	Frecuencia		
	Absoluta	Acumulada	Relativa
< 0 - 10	17	17	0.50
10 - 100	13	30	0.88
100 - 1000	3	33	0.97
>1000	1	34	1.00

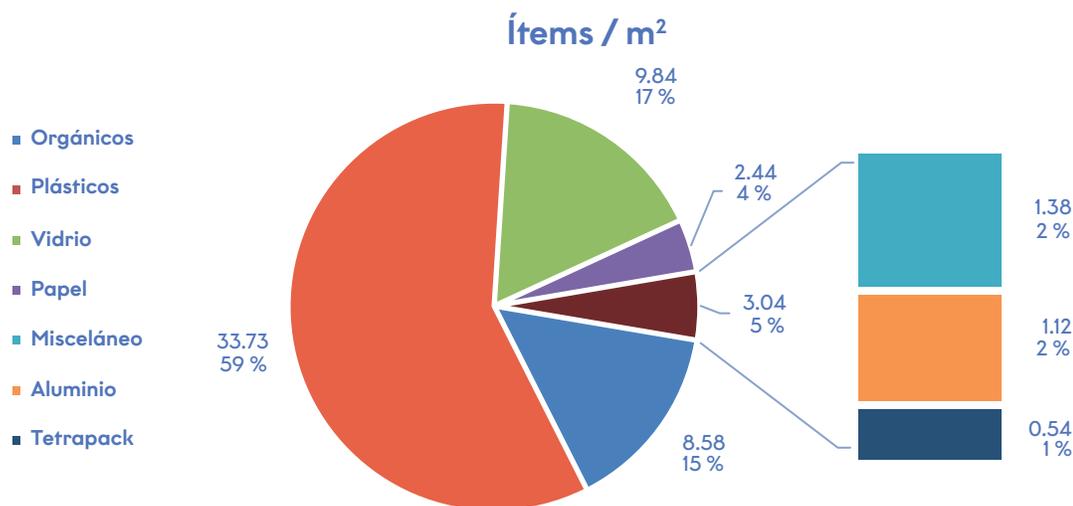
Tabla 4. Sistema de evaluación para desechos sólidos orgánicos e inorgánicos en playas de La Ceiba (Atlántida), 2018. Programa Bandera Azul Ecológica

Peso (g)	Valor guía	Valor permisible	Valor máximo permisible	Puntaje
< 0.50	X			7.5
0.50 - 9.7		X		5.0
9.7 - 22.7			X	2.5
≥ 22.8				0

de contaminación en relación con el peso, como sucede en las playas de Sea View/Barra Vieja, Mar Azul y Los Maestros (orden ascendente), esta última playa es altamente transitada y se sitúa al margen de una calle. Por otro lado, tanto en la playa de Mar Azul como la de Los Maestros, se encontraron desechos de materiales de construcción, tales como piezas de concreto, concreto con cerámica e inclusive metales relacionados con la construcción, en algunos casos estos materiales son usados para la construcción de espigones o muros de contención con que se pretende reducir la erosión costera.

Esto podría indicar una gestión inadecuada de residuos sólidos en la zona costera por parte de las autoridades del municipio. Es interesante este dato, ya que no se ubica en las categorías de desechos sólidos que usualmente son considerados al realizar este tipo de análisis. La Figura 4 expone a las playas según su grado de contaminación de acuerdo con el peso promedio (g/m²), indicando espacialmente los

Figura 3. Total de ítems/m² encontrados en los sitios de muestreo.

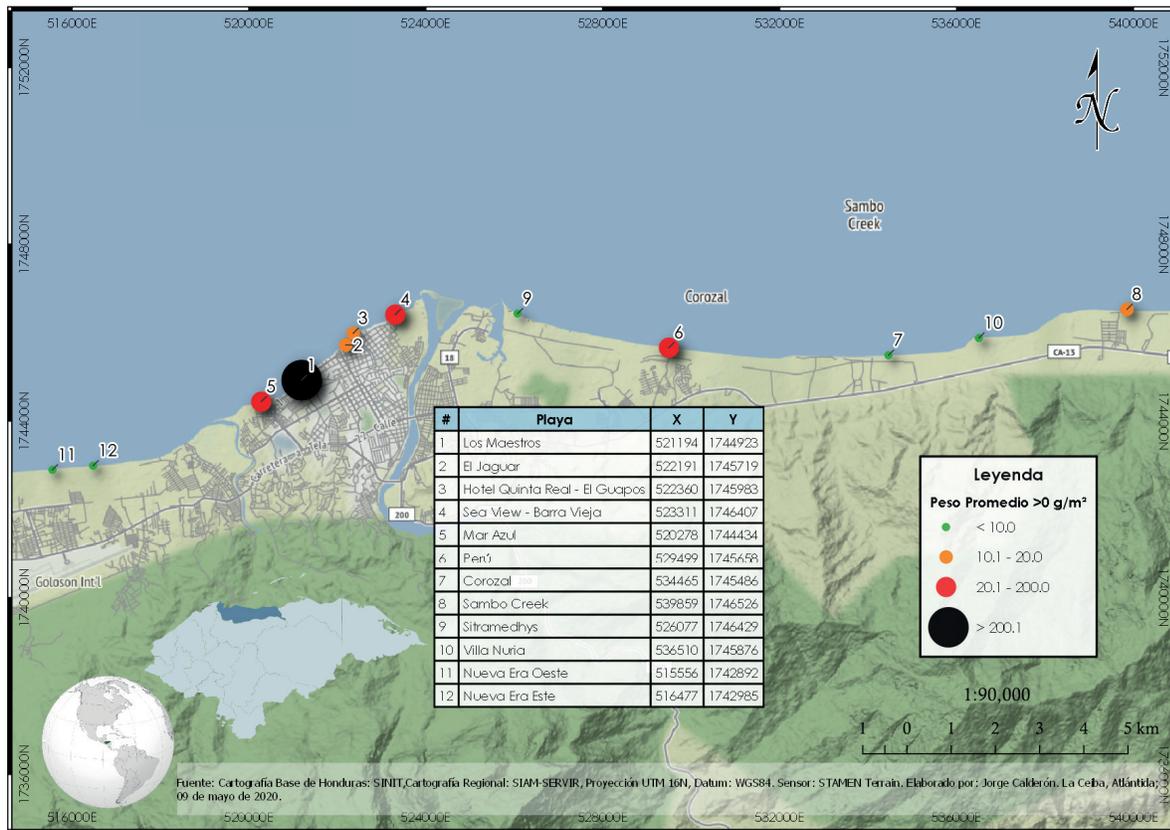


lugares que necesitan ser intervenidos, probando así que las áreas menos afectadas son las que se encuentran retiradas de áreas urbanas y/o están privatizadas. También, podemos determinar que los sitios menos afectados son los que se localizan separados de sitios urbanos; los tres menos perturbados en orden descendente son Villa Nuria, Sitramedhys y Nueva Era Este.

La Figura 3 y Tabla 1 reflejan que el porcentaje de desechos inorgánicos es superior que los de origen orgánico, siendo la categoría de plásticos la más elevada en las playas de Los Maestros, El Jaguar y Perú, seguido del vidrio producto de botellas fragmentadas en la playa de Perú y papel proveniente de restos de servilletas, piezas de cartón y partes de cajas de jugo en la playa de Nueva Era Este. Según (Cingolani *et al.*, 2015) en las playas de Córdoba, Argentina, se generan entre 0.007 a 32,500 g de residuos sólidos por visitante por día y los principales componentes son botellas de plástico, vidrio, envoltorios de comestibles y colillas de cigarro, ocupando los plásticos un 58.52 % de todo el desecho colectado, este es un valor relativamente menor en comparación al 89.30 % colectado en la costa nor-este de Brasil (Barbosa-Júnior *et al.*, 2019) y al 93.00 % colectado en Eleuthera Sur en Las Bahamas (Ambrose *et al.*, 2019); todos resaltando la cantidad frag-

mentada de desechables en diversas dimensiones y envases de plástico de tereftalato de polietileno (PET). Esto nos indica que existe un déficit de lugares para su respectivo acopio y los pocos que existen carecen de visibilidad, lo que se ve agravado por un desinterés por parte de los visitantes en mantener el área limpia. El Programa Bandera Azul Ecológica - Playas, creada en 1985 por la Fundación de la Educación Ambiental (FEE, por sus siglas en inglés) e implementada en varias playas europeas (3,445 playas en 30 países correspondientes al 2020) y a nivel regional (México y Costa Rica, este último como una meta de país a través del Acuerdo de Junta Directiva del Instituto de Acueductos y Alcantarillados desde el año 1996), evalúa la presencia en peso de desechos inorgánicos, acentuando que las playas deben estar limpias; esto incluye la existencia de basureros visibles y abundantes para su debido depósito. Las diferencias entre los resultados de las playas evaluadas en el estudio están condicionadas según su entorno. Con base en la Tabla 3 sobre los transectos muestreados en relación con el peso, observamos que el 50% de los transectos evaluados de las diferentes playas no exceden los 10 g/m² de desechos sólidos aun cuando no existe un sistema de manejo desechos las playas, con excepción de las playas de Los Maestros, Mar

Figura 4. Mapa de intensidad con base a los desechos sólidos encontrados.



Azul, Sea View, Hotel La Quinta-Guapo's Bar y Perú, que son sitios que si se deben abordar con urgencia.

Todos los transectos presentan niveles superiores a 0.04 g/m^2 , un dato alarmante en comparación a la evaluación de desechos inorgánicos en playas de Costa Rica, en el cual se señala que un 60.40 % de los transectos evaluados están por debajo de este nivel (Mora-Alvarado, 1997). Los transectos que se localizan alejados de las urbes muestran una condición interesante, debido a que, al estar aisladas parcialmente de la actividad humana, se presume que estarían libres de desechos. Esta condición no se cumple y se ven afectados por basura procedente del mar, principalmente desechos plásticos, como sucede en las playas de Nueva Era Este, Nueva Era Oeste y Sitramedhys; este fenómeno probablemente es debido a la dirección de las corrientes marinas

que van este a oeste (Carrasco y Flores, 2008) y de los vientos del norte en los últimos meses de cada año en el caribe hondureño (Cruz *et al.*, 1990). De acuerdo con Greenpeace (2005), un 15 % de los detritos que llegan al mar son retornados a la zona costera (desecho marino), de estos un 80 % son de origen terrestre, compuestos en su mayoría por plásticos. Los desechos sólidos que permanecen en las playas son llevados por la marea y vuelven a ingresar al mar (Freitas *et al.*, 2012), resultando en un ciclo de contaminación ambiental pronunciado para la flora, fauna marina y los usuarios de playas del municipio de La Ceiba. El deterioro pasivo de la belleza escénica del área resulta en una disminución de afluencia de turistas a nivel nacional e internacional, representando un descenso de ingresos generados por el turismo.

La colecta y análisis de la información sirvió como insumo para hacer una evaluación comparativa

con los lineamientos del Programa Bandera Azul Ecológica (Tabla 4), adaptada al nivel de sanidad encontrado en las playas de La Ceiba, obteniendo un rango de valores de (>0.50 a 9.70 g/m^2) y que se encuentra en medio de los valores registrados en otros estudios, como los de las playas de Riohacha (Colombia), que se ubican dentro del valor guía (0.0 a 0.5 g/m^2) (Márquez-Guloso y Rosado-Vega, 2012), el valor permisible (>0.5 a 17.4 g/m^2) en las playas de Costa Rica (Mora-Alvarado, 1997). Si bien, el rango de valores ha resultado permisible para las playas de La Ceiba y a la vez es menor que el encontrado en de Costa Rica, se debe considerar que dicha evaluación se realizó con base a la realidad de la ciudad y no del país, siguiendo los mismos parámetros de la investigación en Costa Rica (Mora-Alvarado, 1997). Una limitante en este tipo de estudios es la accesibilidad a las zonas de trabajo, las cuales pueden tener acceso restringido por ser de carácter “privado” o por la presencia de grupos criminales.

Conclusiones

Pese a que los desechos de origen inorgánico son más abundantes, los de origen orgánico están siempre presente, aunque en menor medida. La contaminación elevada en la playa de Los Maestros se debe a dos factores importantes: es una zona altamente transitada y se sitúa al margen de un área urbana.

Los restos de espigones o muros de contención (piedras y piezas de concretos) construidos en la línea costera de la ciudad contribuyen significativamente en los valores en peso de los desechos sólidos en las playas de Los Maestros y Mar Azul. La pobre conciencia y educación ambiental en la población agrava la presencia del material plástico como desecho sólido en todas las playas del municipio de La Ceiba, que se suma al material arrastrado por las corrientes marinas hacia las costas desde otras regiones. Los datos obtenidos de esta investigación en cuanto al componente de desechos sólidos pueden ser necesarios para el diseño e implementación de un Sistema de evaluación para desechos sólidos orgánicos e inorgánicos en playas de La Ceiba, el cual cumple con los parámetros establecidos del Programa Bandera Azul Ecológica.

Agradecimientos

Los autores expresan su gratitud a Emilia Cruz Li por su respaldo académico y apoyo logístico y a Johnny Pérez por su colaboración en la sección estadística. Al Departamento de Industrias Forestales por proveer las estacas para delimitación de los transectos. A los estudiantes de la asignatura Fundamentos de Química Ambiental (II PAC-2018) de la Licenciatura en Ecoturismo de la UNAH, CURLA, por su apoyo en las giras de campo.

Referencias

- Ambrose, K. K., Box, C., Boxall, J., Brooks, A., Eriksen, M., Fabres, J. y Walter, T. R. (2019). Spatial trends and drivers of marine debris accumulation on shorelines in South Eleuthera, The Bahamas using citizen science. *Marine Pollution Bulletin*, 142(1), 145-154. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.036>
- Andrade, B., Arenas, F. y Guijón, R. (2008). Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. *Revista de Geografía Norte Grande*, (41), 23-48. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022008000300002>
- Barbosa-Júnior, E., Silva, F., Costa, Y., Meira, V., Morato, K., Gottschalk, E. y de la Rosa, G. (2019). The influence of small human settlements on beach marine litter. *Journal Of Integrated Coastal Zone Management*, 19(3), 177-189. <https://ojs.aprh.pt/index.php/rgci/article/view/265>
- Barraza, E. (2017). Medición de la cantidad de residuos plásticos pequeños en algunas playas de El Salvador. *Realidad y Reflexión*, 17(45), 45-54. <https://doi.org/10.5377/ryr.voi45.4421>
- Botero, C. M. y Garcia, L. C. (2011). *Cuantificación y clasificación de residuos sólidos en Playas Turísticas. Evaluación en tres playas de Santa Marta, Colombia*. [Resumen de presentación]. XIV Congreso Latino-Americano de Ciências do Mar–XIV COLACMAR, Vol. 30. Balneário Camboriú (SC / Brasil). <http://www.globalgarbage.org/praiia/down->

- loads/XIV-COLACMAR-2011/1802.pdf
- Camacho, V. V. y Ruíz, L. A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*, 1(4), 3-15. <https://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/19/17>
- Carrasco, J. C. y Flores, R. (2008). *Inventario Nacional de Humedales de la República de Honduras*. Tegucigalpa: SERNA-DIBIO. https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/36545686/documents/HN2456_descr190718.pdf
- Cingolani, A. M., Barberá, I., Renison, D. y Barri, F. R. (2015). Conservación de un área protegida con uso recreativo: ¿Se puede lograr que los visitantes dejen menos basura? *Ecología Austral*, 25(1), 46-53. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2015000100006
- Cruz, G. A., López, V. y Sosa, C. (1990). Contaminación por desechos sólidos llevados por corrientes marinas a la costa caribeña de Honduras. *Revista de Biología Tropical*, 38(2A), 339-342. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/25423/25673>
- Freitas, M., Minayo, M., Peña, P. y Santos, N. (2012). Un ambiente enfermo: significados de la contaminación industrial en Isla de Maré, Bahía, Brasil. *Desacatos*, 39(1), 73-88. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1607-050X2012000200006&script=sci_arttext
- Greenpeace. (2005). *Basuras en el mar*. España. <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/contaminacion/basuras-en-el-mar.pdf>
- Guerra, S. (2012). Residuos sólidos: comentarios a Lei 12,305/2010. GEN, Editora Forense.
- Ibañez, S., Gisbert, J. y Moreno, H. (2011). *El Sistema de coordenadas UTM*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10772/Coordenadas%20UTM.pdf>
- IPES. (2001). *Guía Prácticanº.2. Para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos*. (M. Rhon, Ed.) <https://rfd.org.ec/biblioteca/pdfs/LG-056.pdf>
- Jaramillo, G. y Zapata, L. M. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia* [Tesis de especialización, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia]. <http://dx.doi.org/10.22267/rus.171901.75>
- Ley n.º 12.305. *Política nacional de desechos sólidos* (3ª ed.). (2 de agosto de 2010). Brasilia: Câmara dos Deputados.
- Márquez-Guloso, E. y Rosado-Vega, J. R. (2012). Clasificación e impacto ambiental de los residuos sólidos generados en las playas de Riohacha, La Guajira, Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (60), 118-128. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/13664>
- Mendoza-González, G. (2009). *Análisis de cambio de uso de suelo y sus implicaciones en la prestación de servicios ecosistémicos en la costa de Veracruz*. (1ª ed.) Instituto Literario de Veracruz. http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3000/Technical/Servicios_Ecosostemicos_de_las_selvas_y_bosques_costeros.pdf
- Mora-Alvarado, D. (1997). Método de evaluación de basura inorgánica en las playas de Costa Rica: método estadístico. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 6(11), 21-24. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14291997000200004
- Rodrigues-Santos, I., Friedrich, A. C., Wallner-Kersanach, M. y Fillmann, G. (2005). Influence of socio-economic characteristics of beach users on litter generation. *Ocean & Coastal Management*, 48, 742-752. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2005.08.006>
- Sardá, R., Ariza, E. y Jimenez, J. A. (2012). Buscando el uso sostenible de las playas. En Rodríguez-Perea, X. Roig, G. X. Pons, J. A. Martín, & J. Jimenez (Ed.), *La Gestión Integrada de Playas y Dunas: Experiencias en Latinoamérica, Norte de Africa y Europa* (pp. 13-21). Palma de Mallorca. http://lagpweb.udg.edu/mevaplaya2/images/Documents/Publicaciones/sarda_et_al_shnb_2012.pdf
- Schernewski, G., Balciunas, A., Gräwe, D., Gräwe, U., Klesse, K., Schulz, M., Wesnigk, S., Fleetwt, D., Haselr, M., Möllman, M. y Werner, S. (2018). Beach macro-litter monitoring on southern Baltic beaches: results, experiences and recommendations. *Journal of*

- Coastal Conservation*, (22), 5-25. <https://doi.org/10.1007/s11852-016-0489-x>
- Windevoxhel, N., Rodríguez, J. y Lahmann, E. (2003). *Situación del manejo integrado de zonas costeras de Centroamérica: Experiencias del programa de conservación humedales y zonas costeras de UICN para la región*. <https://www.uicnhumedales.org/enlinea/2.pdf>
- Yepes, V. (1999). *Las playas en la gestión sostenible del litoral*. Agència Valenciana del Turisme-Generalitat Valenciana. Cuadernos de turismo, 4(1), 89-110. <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/12941/1/205706.pdf>