



Investigatio

ISSN: 1390 - 6399 • ISSN-e: 2602 - 8336

Universidad Espíritu Santo – UEES

Abundancia, Distribución de Macrobasura y Propuesta de Gestión de Desechos Sólidos No Peligrosos en la Comunidad de Puerto Roma

Abundance, Distribution of Macro-waste and Proposal for Non-hazardous Solid Waste Management in the Community of Puerto Roma

Cesar Jacho Briones ¹  0000-0002-9192-4027

Beatriz Pernía ²  0000-0002-2476-7279

Mireya Pozo Cajas ¹  0000-0001-5956-0465

¹ Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador.

² Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Av. Raúl Gómez Lince s/n y Av. Juan Tanca Marengo, Guayaquil, Ecuador.

Cita: Jacho Briones, C., Pernía, B., & Pozo Cajas, M. (2022). Abundancia, Distribución de Macrobasura y Propuesta de Gestión de Desechos Sólidos No Peligrosos en la Comunidad de Puerto Roma. *INVESTIGATIO*, (18). 1-33. <https://doi.org/10.31095/investigatio.2022.18.1>

Fechas · Dates	Correspondencia · Corresponding Author
Recibido: 25.02.2021	Cesar Jacho Briones
Aceptado: 15.06.2021	Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil
Publicado: 15.03.2022	cesarjacho@outlook.es

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar la abundancia y distribución de macrobasura en zonas de manglar de la comunidad de Puerto Roma y generar una propuesta para el manejo eficiente de los desechos sólidos. Se realizaron transectos en las áreas de manglar donde se midió la cantidad de macrobasura en ítems/m² y se desarrollaron encuestas a la comunidad evidenciando que no tienen un adecuado manejo de los desechos sólidos. Como consecuencia, el 91% de los habitantes quema la basura y el 3% la arroja en zonas de manglar. Se observó una relación inversamente proporcional entre la abundancia de macrobasura y la distancia a la comunidad, siendo las áreas más contaminadas las aledañas al poblado con 7,15 ítems/m² y la menos contaminada la más lejana (0,4 ítems/m²). Finalmente, se realizó una caracterización de desechos sólidos y se plantearon medidas para manejar eficientemente los desechos sólidos y así mitigar la contaminación.

Palabras clave: Caracterización de Desechos Sólidos; Centro de Acopio; Macrobasura; Manglares; Sistema de Gestión de Desechos Sólidos.

Abstract

The research's objective was to determine the abundance and distribution of macro-waste in mangrove areas of the Puerto Roma community and to generate a proposal for the efficient management of solid waste. Transects were carry out in the mangrove areas where the amount of macro-waste was measured in items/m², and community surveys were developed showing that they do not have adequate solid waste management. As consequence, 91% of the inhabitants burn waste, and 3% dump in the mangrove areas. An inversely proportional relation was observed between the abundance of macro-waste and the distance to the community, the most contaminated areas being those near the town with 7,15 items/m², and the least contaminate the farthest (0,4 items/m²) of Puerto Roma community survey. Finally, a solid waste characterization was carried out and measures were proposed to efficiently manage solid wasted and thus mitigate pollution.

Keywords: Solid Waste Characterization; Collection Center; Macro-waste; Mangroves; Solid Waste Management System.

Introducción

Los ecosistemas de manglar son altamente productivos y su localización abarca zonas costeras con características tropicales (Das, 2015; MAE y FAO, 2014; Moreira et al., 2013; Pearson, McNamara & Nunn, 2019). Su crecimiento se da en regiones intermareales y tienen la capacidad de generar varios servicios ecosistémicos como la reducción del impacto de las olas, extracción de recursos (e.g. madera, crustáceos) por parte de las comunidades para solventar sus necesidades básicas (económicas y alimenticias), consolidación del sustrato, entre otros (Huang et al., 2019; Norris, Mullarney, Bryan & Henderson, 2017; Mitra, 2020). En este contexto, los ecosistemas de manglar tienen una gran importancia, pero el incremento de la contaminación ambiental poco a poco va reduciendo estas zonas y generando un impacto ambiental negativo difícil de controlar.

A nivel de Ecuador, los ecosistemas de manglar están en peligro debido a la expansión de las ciudades, el sector camaronero, ganadero y agrícola (Pernía, Mero, Cornejo y Zambrano, 2019). Como consecuencias inmediatas de actividades se produce la deforestación de amplias zonas de manglar y la generación de desechos sólidos que en su mayoría no se manejan adecuadamente (MAE y FAO, 2014). En la provincia del Guayas esta afectación al ecosistema de manglar es alta, provocada por el urbanismo (desechos líquidos y sólidos), acuicultura (metabisulfito) y transporte acuático (Carvajal y Santillán, 2019).

En este sentido, los desechos sólidos representan un gran problema para los manglares principalmente por la alta generación, gran acumulación y paulatina biodegradación. Dentro de los desechos sólidos, la macrobasura es el desecho cuya dimensión es mayor a los 2,5 cm de diámetro, donde la tendencia a acumularse y su manejo inadecuado provoca contaminación visual, del suelo, del agua e impactos sobre la fauna generados por la ingesta de los mismos y asfixia por estrangulación (Boix, 2012; Bueno, 2019; Cordeiro & Costa, 2010). Según Pernía et

al. (2019) en Ecuador existen evidencias de contaminación por desechos sólidos en los manglares, sin embargo, no se han realizado estudios donde se determine la abundancia en ítem/m² de macrobasura retenida por los mangles.

Por otro lado, en el Golfo de Guayaquil existe una comunidad llamada Puerto Roma ubicada en un área de manglar. En esta comunidad la Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo tiene a su cargo zonas de custodia de manglar mediante un Acuerdo de Uso Sustentable y Custodia N° 009-2012 para realizar en estas zonas un manejo sostenible. Actualmente, la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil tiene un proyecto de Vinculación con la Comunidad con la Asociación que ha permitido contribuir con el intercambio de ideas e información para mutuo beneficio.

Actualmente la comunidad de Puerto Roma no recibe el servicio de recolección de desechos sólidos a cargo de la autoridad municipal de acuerdo a su competencia, lo que conlleva a los comuneros a tomar medidas equivocadas para descartar los desechos sólidos. Es por ello que, el objetivo de la investigación fue determinar la abundancia y distribución de macrobasura (ítems/m²) en zonas de manglar de la comunidad de Puerto Roma y generar una propuesta para el manejo eficiente de los desechos sólidos.

Materiales y métodos

Área de estudio

La investigación se realizó en la Provincia del Guayas, Golfo de Guayaquil, en la Comunidad de Puerto Roma (Latitud: -2.515048° y Longitud: -79.882752°). Según Ortega-Pacheco, Mendoza-Jimenez & Herrera (2019) el 74% de los manglares que tiene el Ecuador se encuentran situados en el Golfo de Guayaquil, que a nivel de Sudamérica es considerado como la agrupación de estuarios más importante.

Frente a la Isla Mondragón (Latitud: -2.493015° y Longitud: -79.848736°) del Golfo de Guayaquil se encuentra asentada la comunidad de Puerto Roma, con una distancia estimada de 45 km de la ciudad de Guayaquil. El tiempo de viaje estimado hacia la comunidad de Puerto Roma es de 1 hora y 40 minutos, partiendo desde el Mercado Caraguay y realizando el recorrido en bote a través del río Guayas. El cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) representa para esta comunidad ancestral el principal sustento económico (López, 2014).

La Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo de Puerto Roma mediante la firma de un convenio con el Ministerio del Ambiente en el año 2012, se le otorgaron 1.374,33 ha de manglar del sector Noroeste de la Isla Mondragón. Dicho proceso se estableció como Acuerdo de Uso Sustentable y Custodia de Manglar N° 009-2012 (López, 2014).

Abundancia y distribución de macrobasura

El proceso para determinar la macrobasura se ejecutó en 4 zonas de manglar de la comunidad de Puerto Roma (Figura 1). La Zona 1 correspondía a los manglares adyacentes a la comunidad y se eligió por ser el botadero de la comunidad, la Zona 2 ubicada entre la comunidad y una camaronera fue elegida por su cercanía con la comunidad, la Zona 3 adyacente a la camaronera fue seleccionada por su cercanía a la camaronera y la Zona 4 correspondía al área de manglares localizada en la Isla Mondragón por formar parte de la zona concesionada. De

las cuatro zonas seleccionadas, la 1, 3 y 4 se dividieron en 4 transectos y 5 estaciones; en las estaciones se usó un cuadrante 1m x 1m para determinar la composición de la macrobasura siguiendo la metodología de Boix (2012).



Figura 1: Mapa de las zonas de manglar para el muestreo de macrobasura.

En este contexto, el muestreo inició con la toma de coordenadas de las estaciones en las zonas de manglar con un GPS (marca Garmin), en la primera estación seleccionada aleatoriamente se ubicó el cuadrante de 1m x 1m para determinar la composición de macrobasura y a partir de ahí las demás estaciones fueron seleccionadas mediante muestreo sistemático. La macrobasura fue clasificada en: plástico, vidrio, metal, textil, madera, redes de pesca y otros (cigarrillos, resina orgánica, baterías y focos) y su abundancia se midió en ítems/m² según la metodología de Leyton y Thiel (2018). La información obtenida se anotó en una hoja de registro y la macrobasura hallada se colocó en fundas plásticas y bolsas herméticas debidamente etiquetadas.

Encuestas

Se elaboraron encuestas con preguntas cerradas, con la finalidad de identificar las prácticas de manejo de desechos en la comunidad de Puerto Roma. En la elaboración de este cuestionario se consideró el modelo de encuesta aplicado por León y Plaza (2017) y se dividió en 5 secciones con un total de 9 preguntas con un lenguaje claro y sencillo. Una vez realizado el cuestionario se sometió a revisión por parte de 3 expertos con amplia experiencia en el área de investigación, docencia y estadística para la validación de las preguntas, relevancia, redacción y comprensión.

Una vez validado el cuestionario se calculó el tamaño de la muestra a partir de un universo, en este contexto se realizó un conteo *in-situ* de la cantidad total de viviendas habitadas en la comunidad de Puerto Roma para determinar el tamaño del universo. Luego se calculó el tamaño de la muestra a partir de la fórmula aplicada a poblaciones finitas (Aguilar-Barojas, 2005).

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde n : tamaño de la muestra, N : tamaño de la población, Z : el nivel de confianza deseado (95%:1,96), d : nivel de precisión absoluta (95%:0,05), p : proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia y q : proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio ($1-p$) (Aguilar-Barojas, 2005).

Con la muestra ya establecida se realizó el procedimiento de encuestas a un representante por vivienda, estas fueron elegidas mediante muestreo aleatorio simple y se codificaron.

A continuación se muestra el formato de encuesta aplicada en la comunidad de Puerto Roma:



CÓDIGO

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

Escuela de Ciencias Geológicas y Ambientales

ENCUESTA PARA LOS HABITANTES DE LA COMUNA PUERTO ROMA, PROVINCIA DEL GUAYAS
SOBRE EL MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS

Objetivo: Obtener información sobre el Manejo de Desechos Sólidos de la comuna Puerto Roma.

SECCIÓN A: INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del encuestado:

Edad:

Responda de acuerdo a su caso:

1. ¿Cuántas personas habitan en su hogar?

1 a 3		
4 a 6		
Otros ¿Cuántos?		

2. ¿Qué tipo de actividad económica realiza el jefe de hogar?

- a. Pescador
- b. Cangrejero
- c. Otra

SECCIÓN B: PRODUCCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

3. ¿Qué tipo de basura se produce en su hogar diariamente?

Tipo de Desecho	
Papel	
Plástico	
Cartón	
Vidrio	
Madera	
Metales	
Materia Orgánica	

SECCIÓN C: RECOLECCIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

4. ¿Existe servicio de recolección de basura en su sector?

SI __ NO__

5. De ser negativa la pregunta 4. Indique que hace para deshacerse de la basura.

Actividades	
Arroja a la zona de manglares	
Quema de basura	
Arroja en terrenos baldíos	
Entierran la basura	
Otras ¿Cuáles?	

Comentario

SECCIÓN D: RECICLAJE

6. ¿Usted hace reciclaje?

SI __ NO__

Comentario

7. Responder en caso de ser afirmativa la pregunta 6. ¿Qué tipo de basura usted recicla?

Tipo de Desecho	
Papel	
Plástico	

Cartón		
Vidrio		
Otros ¿Cuáles?		

Comentario

8. Responder en caso de ser afirmativa la pregunta 6. ¿La basura que usted recicla donde es depositada?

Métodos de recolección	
Centro de acopio de desechos	
Contenedores de separación de desechos	
Recicladores informales	
Otros ¿Cuáles?	

Comentario

SECCIÓN E: ALMACENAMIENTO TEMPORAL

9. ¿Usted estaría de acuerdo con tener en la comunidad un centro de acopio para la basura?

SI __ NO__

Caracterización de desechos sólidos

En este proceso se requería del cálculo de una muestra a partir de un universo, cuya finalidad se basó en especificar pesos de los desechos sólidos no peligrosos, su composición y se llevó a cabo por un período de 7 días consecutivos (Flores, 2009; Runfola y Gallardo, 2009; Weichgrebe, Speier & Mondal, 2017).

La cantidad total de habitantes de la comunidad de Puerto Roma fue solicitada al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), recibiendo datos del último censo poblacional efectuado en el año 2010 a nivel nacional y definiendo así el universo. Luego se calculó el tamaño de la muestra a partir de la fórmula antes mencionada (Aguilar-Barojas, 2005). La cantidad de habitantes determinada por la muestra fue distribuida en 10 viviendas elegidas mediante muestreo aleatorio simple (Figura 2).

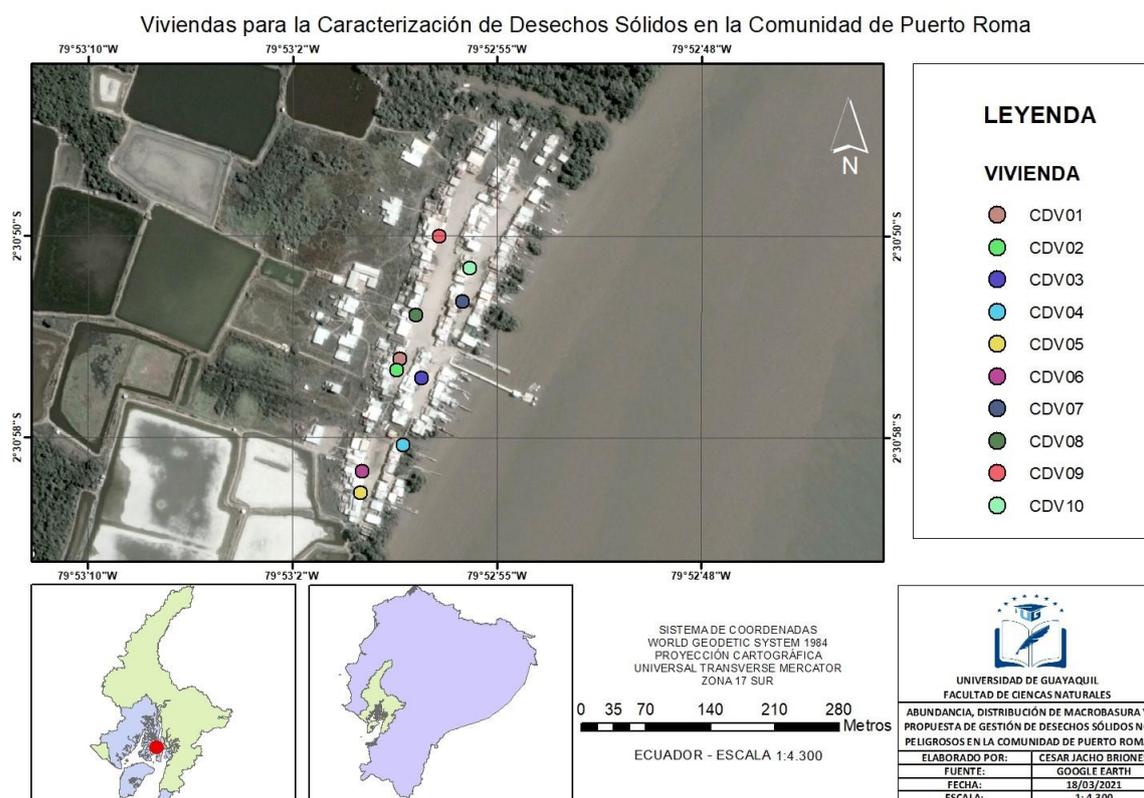


Figura 2: Viviendas elegidas para la caracterización de desechos sólidos en la comunidad de Puerto Roma.

Se inició el proceso en las viviendas elegidas donde se explicó a detalles los pasos a realizar y para la separación de los desechos sólidos se otorgó una guía de los tipos de desechos y la forma de depositarlos de acuerdo al color de la funda que se entregó; funda verde para desechos orgánicos (e.g. restos de comida, cáscara de frutas, verduras, hojas, pasto), funda azul para desechos reciclables (plástico, papel, cartón, vidrio y metal) y funda negra para desechos no reciclables/comunes (e.g. pañales, toallas sanitarias, papel higiénico) según lo estipulado en la norma INEN 2841 (2014).

Las bolsas fueron entregadas a un representante por familia, mediante el número de habitantes de las viviendas seleccionadas y el peso de bolsas se estableció la producción per cápita a diario.

Estas fundas se recolectaron de las viviendas y se colocaron en un plástico de 3m x 3m para realizar la separación (aplicada a desechos reciclables) y el pesaje con una balanza analítica. En la hoja de registro se anotaron los datos obtenidos y este proceso fue realizado por un período de 7 días consecutivos.

Se calculó el peso total de desechos sólidos generados (kg) durante 7 días de muestro seguidos, descartando el primer día por exigencia metodológica (Flores, 2009). En el cálculo de la producción promedio por día (kg/día), se dividió el total de desechos sólidos generados entre los 6 días de muestreo, para hallar la PPC diaria (Producción per cápita en kg/hab/día) se dividió la producción promedio por día entre el número de habitantes de la muestra requerida, además para el cálculo de la PPC total diaria (kg/día) se multiplicó la PPC diaria por el número total de habitantes de la comunidad de Puerto Roma y para hallar la cantidad total de desechos sólidos que se generan durante la semana (kg) se multiplicó la PPC total diaria por los 7 días de la semana (Flores, 2009).

Para hallar el peso total de desechos sólidos reciclables y no reciclables/comunes se realizó la técnica antes detallada y con esos datos se realizó una división para un valor de densidad estándar (500 kg/m^3) otorgado por el Ingeniero Ambiental Alfredo Cañas. Los programas y medidas para mejorar la gestión de desechos sólidos no peligrosos se presentarán en forma de matriz en base a la estructura planteada por Arias (2020) y acorde a lo establecido en el artículo 77 literal d) del Acuerdo Ministerial 061.

Análisis estadístico

Para obtener valores de promedio y la adecuada interpretación de los datos de la macrobasura se usó el paquete estadístico Minitab versión 19. Se realizaron pruebas de igualdad de varianzas de Levene y de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Con la finalidad de comparar la abundancia de macrobasura (ítems/m²) entre las diferentes zonas se aplicó para datos no paramétricos la prueba de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$) y para datos con distribución normal Anova de una vía ($P < 0,05$) con test a posteriori de Tukey.

Para el análisis de encuestas se realizó una tabla de contingencia y se graficaron los porcentajes obtenidos.

Resultados

Abundancia y distribución de macrobasura

En las zonas de muestreo seleccionadas se recolectaron un total de 203 ítems, la zona 1 que era la más cercana a la comunidad (524 metros) registró 143 ítems, en la zona 2 se registraron 26 ítems, la zona 3 (913 metros) registró 26 ítems y finalmente en la zona 4 más lejana a la comunidad (2849 metros) se encontraron 8 ítems.

La mayor abundancia de macrobasura se registró en la zona 1 con $7,15 \pm 1,29$ ítems/m² y se diferenció de las zonas 3 con $1,3 \pm 0,904$ ítems/m² y la zona 4 con $0,40 \pm 0,245$ ítems/m² según Anova de una vía y test de Tukey ($F = 11,03$; $P = 0,002$) (Figura 3, A). La mayor abundancia de plástico se registró en la zona 1 con $4,50 \pm 1,25$ ítems/m² y se diferenció de la zona 4 ($0,350 \pm 0,206$ ítems/m²) según la prueba de Anova de una vía y test de Tukey ($F = 4,50$; $P = 0,030$) (Figura 3, B).

En la Figura 3C se observa que la mayor abundancia de vidrio se registró en las zonas 1 ($0,1 \pm 0,05$ ítems/m²), 2 ($0,1 \pm 0,100$ ítems/m²) y 3 ($0,1 \pm 0,100$ ítems/m²) y se indica que no existen diferencias significativas entre las

zonas ($H = 0,38$; $P = 0,994$). Referente al metal la mayor abundancia se registró en las zonas 1 ($0,05 \pm 0,05$ ítems/m²) y 3 ($0,05 \pm 0,05$ ítems/m²), sin embargo, las diferencias no fueron significativas entre las zonas ($H = 0,60$; $P = 0,896$) (Figura 3, D).

El textil se registró en las zonas 1 y 2 cercanas a la población con un promedio de $1,05 \pm 0,51$ ítems/m² y $0,1 \pm 0,1$ ítems/m², respectivamente, sin embargo, las diferencias no fueron significativas ($H = 4,90$; $P = 0,180$) (Figura 3, E). Finalmente, en otros tipos de macrobasura (trozos de resina orgánica y focos), la mayor abundancia se encontró en la zona 1 ($1,45 \pm 1,07$ ítems/m²) y se diferenció de las zonas 2, 3 y 4 ($H = 8,71$; $P = 0,003$) (Figura 3, F).

Por otra parte, el valor porcentual de macrobasura en las 4 zonas de muestreo registró que los plásticos fueron los desechos sólidos más comunes y se encontraron en diversas formas (e.g. fundas, cucharas, vasos) (Figura 4). La composición de macrobasura en la zona 1 registró que el 63% eran plásticos, seguidos por otros con el 20%. En la zona 2, el 92% de los ítem eran plásticos y el 4% vidrio y textil (Figura 4). En la zona 3 la mayor composición está representada por los plásticos con un 88% y seguido del vidrio con 8%. Finalmente, en la zona 4 los plásticos representaron el 87% y el vidrio 13% (Figura 4).

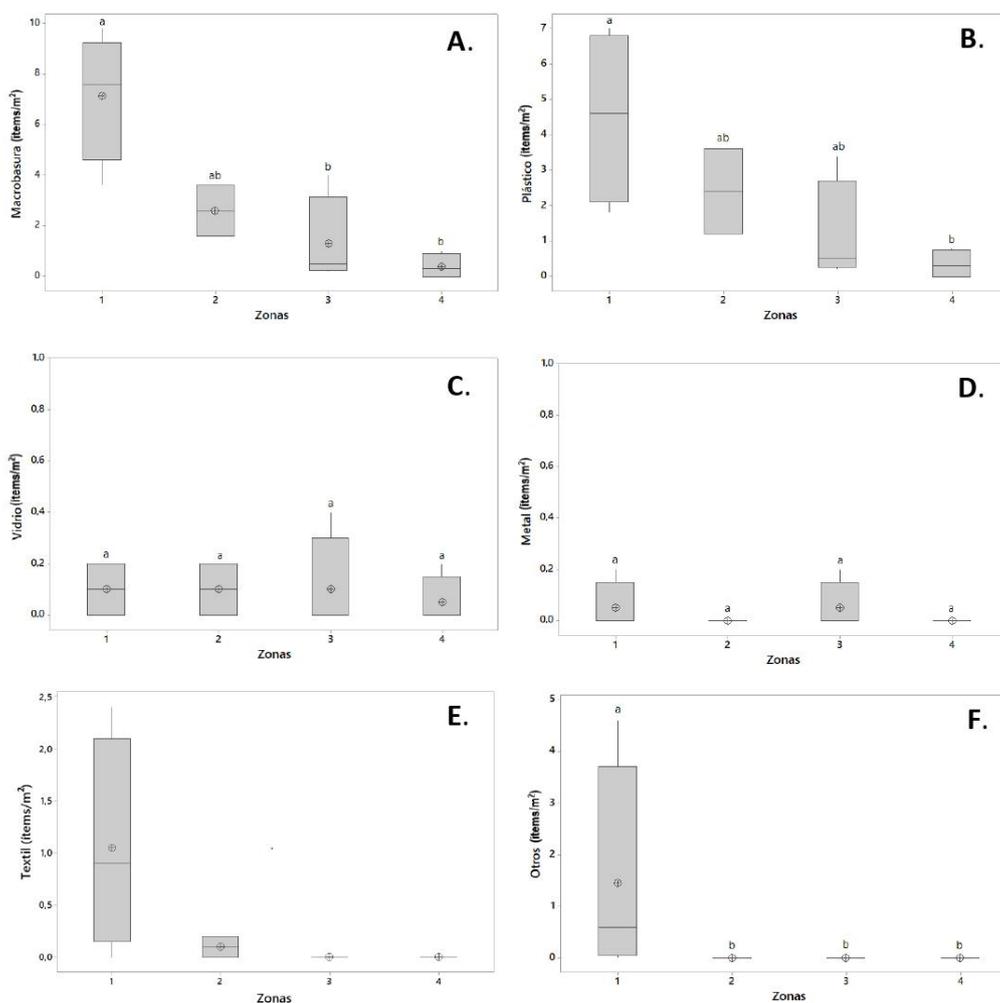


Figura 3: Pruebas estadísticas para los datos de macrobasura. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($P > 0,05$).

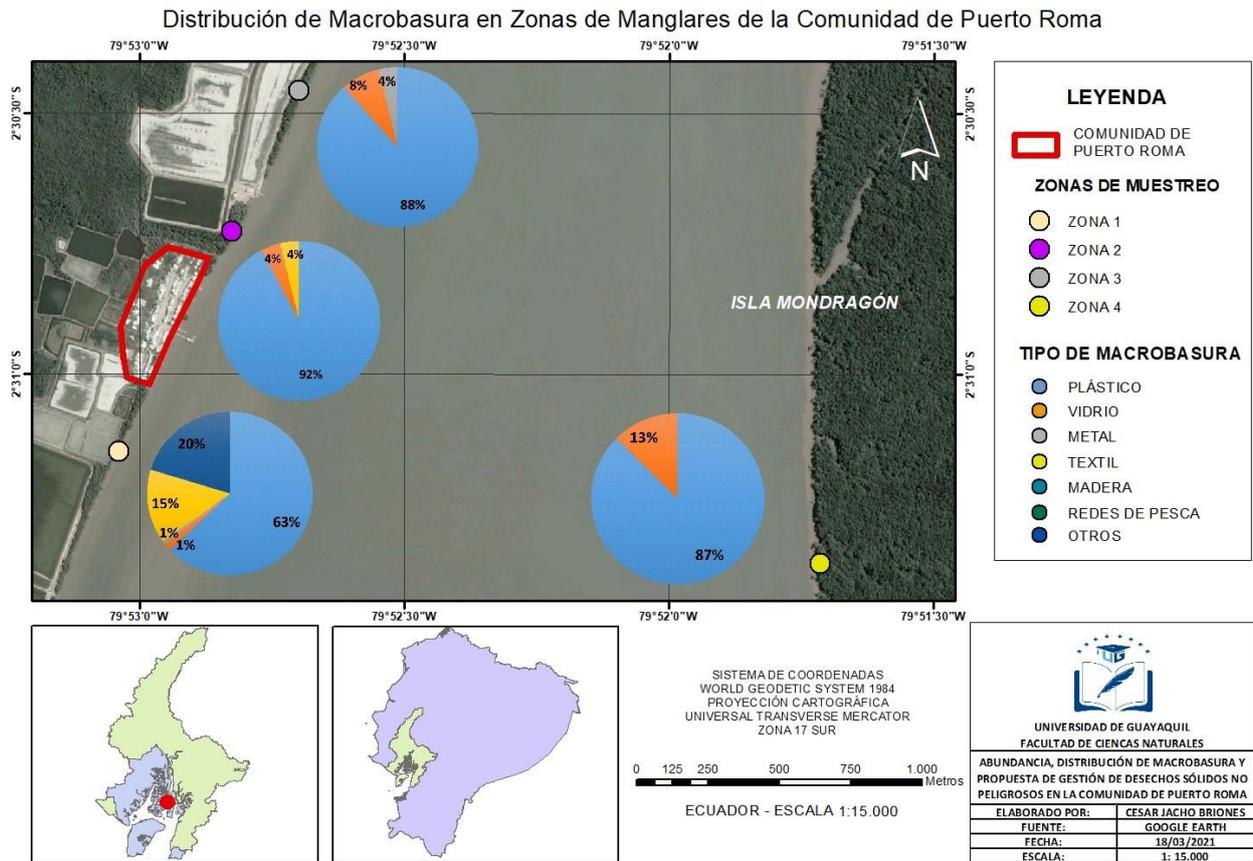


Figura 4: Distribución y composición de macrobasura en las zonas de manglar.

Encuestas

Mediante el cálculo de la muestra se obtuvo como resultado 115 viviendas a encuestar, el cuestionario fue aplicado a un representante por vivienda. A continuación se muestran los resultados obtenidos:

1. ¿Cuántas personas habitan en su hogar?

En la primera pregunta, se registró que en 59 viviendas la cantidad de habitantes está en el rango de 4 a 6.

2. ¿Qué tipo de actividad económica realiza el jefe de hogar?

En la segunda pregunta, el 63% de los encuestados señalaron que el jefe de hogar es cangrejero, su principal actividad económica.

3. ¿Qué tipo de basura se produce en su hogar diariamente?

En la tercera pregunta, la basura que más genera en la comunidad de Puerto Roma es del tipo orgánica con un 100% y del tipo inorgánica son los plásticos con un 98% (Figura 5, A).

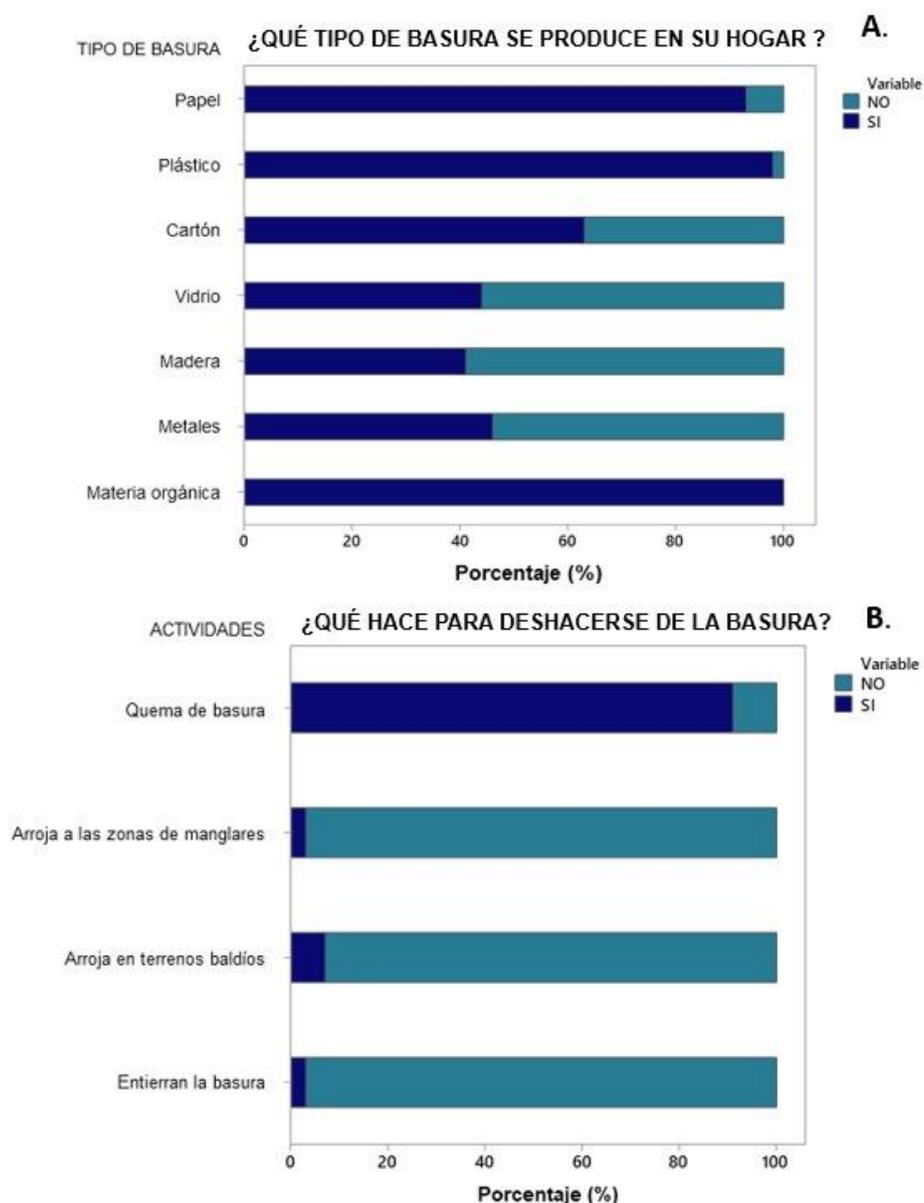


Figura 5: Preguntas 3 y 5 de las encuestas en Puerto Roma.

4. ¿Existe servicio de recolección de basura en su sector?

En la cuarta pregunta el 100% de los encuestados señalaron que la comunidad de Puerto Roma no cuenta con un servicio de recolección de desechos sólidos.

5. De ser negativa la pregunta 4. Indique que hace para deshacerse de la basura.

La quinta pregunta registró que el 91% de los moradores quema la basura producida, un 7% la arroja en terrenos baldíos y el 3% la entierra o arroja en zonas de manglar (Figura 5, B).

6. Usted hace reciclaje?

La sexta pregunta registró que un 63% de los encuestados se dedica al reciclaje de la basura.

7. Responder en caso de ser afirmativa la pregunta 6. ¿Qué tipo de basura usted recicla?

En la séptima pregunta el desecho sólido que más se recicla es el plástico con un 95% en el registro.

8. Responder en caso de ser afirmativa la pregunta 6. ¿La basura que usted recicla donde es depositada?

La octava pregunta señala que el 83% de los encuestados que reciclan entregan estos desechos a los recicladores informales.

9. ¿Usted estaría de acuerdo con tener en la comunidad un centro de acopio para la basura?

Para finalizar en la novena pregunta el 98% de los encuestados indicaron que si aceptarían la creación de un centro de acopio para desechos sólidos.

Caracterización de desechos sólidos

Mediante el cálculo de la muestra se obtuvo como resultado 56 habitantes para realizar el muestreo y fueron distribuidos en 10 viviendas en las cuales habitan un total de 105 personas, resultado que cumple con la muestra y mejora la fiabilidad de los resultados.

El proceso de caracterización de desechos sólidos realizado en la comunidad de Puerto Roma en 7 días consecutivos registró que los desechos orgánicos son los más característicos de acuerdo al peso y en términos de promedio total ($18,88 \pm 0,80$ kg), continuamente los no reciclables ($13,36 \pm 0,65$ kg), el papel y cartón ($6,81 \pm 1,87$ kg), y en menor generación el plástico ($1,20 \pm 0,26$ kg), vidrio ($0,64 \pm 0,34$ kg) y metal ($0,610 \pm 0,06$ kg), con diferencias significativas según ANOVA de una vía y test a posteriori de Tukey ($F = 76,29$; $P = 0,000$) (Figura 6).

En valores porcentuales los desechos orgánicos registraron el 46%, no reciclable el 33%, papel y cartón reciclable 17%, plástico reciclable 3%, vidrio 1% y metal reciclable 0% (Figura 6).

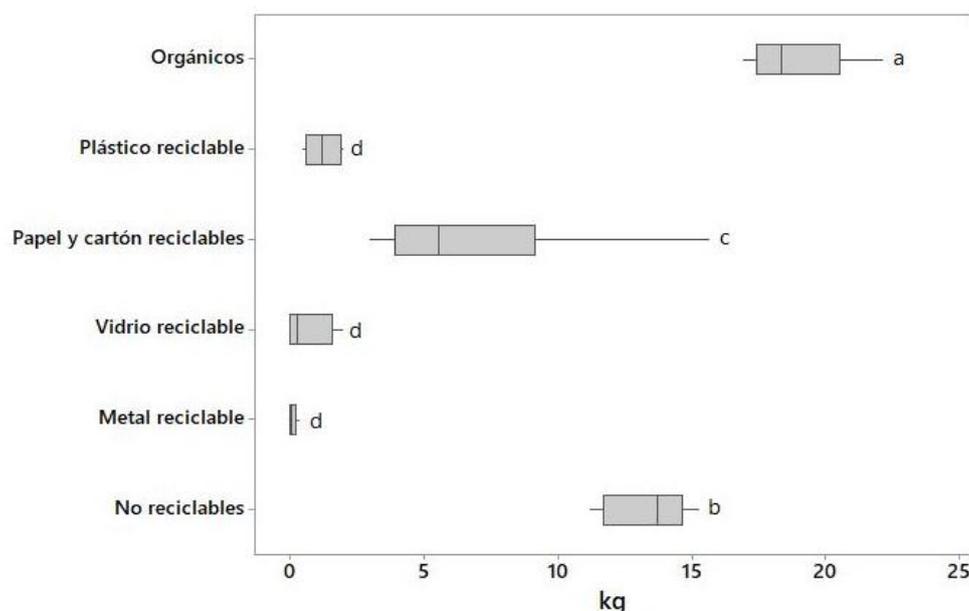


Figura 6: Desechos sólidos generados semanalmente. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($P > 0,05$).

Por otra parte, la generación per cápita fue de 0,39 kg/hab/día y en su totalidad la comunidad de Puerto Roma produce 2575,16 kg de desechos sólidos no peligrosos en una semana (Tabla 1).

Tabla 1: Producciones promedio de los desechos en Puerto Roma a la semana.

Peso en kg				
Total de desechos sólidos	Producción promedio por día	PPC diaria	PPC total diaria	PPC total a la semana
246,03	41,00	0,39	367,88	2575,16

En la comunidad de Puerto Roma semanalmente se generan 550,31 kg de desechos sólidos reciclables. Para esta cantidad se requieren dos contenedores con capacidad de 1000 L (Tabla 2).

Tabla 2: Proceso de cálculo de contenedores para desechos reciclables.

Peso en Kg					
Total de Reciclables	Producción promedio por día	PPC diaria	PPC total diaria	PPC total a la semana	Contenedor
52,57	8,76	0,08	78,61	550,31	1,1

En la comunidad de Puerto Roma semanalmente se generan 838,86 kg de desechos sólidos no reciclables. Para dicha cantidad se requieren dos contenedores con capacidad de 1000 L (Tabla 3).

Tabla 3: Proceso de cálculo de contenedores para desechos no reciclables.

Peso en Kg					
Total de No Reciclables	Producción promedio por día	PPC diaria	PPC total diaria	PPC total a la semana	Contenedor
80,14	13,35	0,12	119,83	838,86	1,6

Programas y medidas para el adecuado manejo de los desechos sólidos no peligrosos

Una vez que se evidenció el mal manejo de los desechos sólidos en la comunidad de Puerto Roma se proponen los siguientes programas y medidas para mejorar la gestión de desechos sólidos no peligrosos, reducir la contaminación ambiental y un cronograma valorado de las medidas aplicadas:

Programa de Capacitación y Educación Ambiental						
Objetivos:	Fortalecer la concientización sobre las ventajas del manejo adecuado de desechos sólidos.					
Lugar de aplicación:	Comunidad de Puerto Roma					
Responsable:	Programa de Vinculación con la Comunidad de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil – Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo de Puerto Roma					
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Frecuencia	Plazo
Generación de desechos sólidos	Contaminación del aire, agua y suelo	Desarrollar campañas sobre el manejo de los desechos sólidos, dirigidas a niños y adultos para crear una coordinación efectiva en el entorno familiar para la protección de los manglares y la salud.	Número de campañas planificadas/Número de campañas realizadas	Registro Fotográfico y acta con firma de los participantes	Trimestral	3 meses
		Con la participación de la academia desarrollar capacitaciones técnicas sobre los desechos orgánicos y la preparación de compost.	Número de capacitaciones planificadas/Número de capacitaciones realizadas	Registro Fotográfico y acta con firma de los participantes	Trimestral	3 meses
		Desarrollar charlas educativas sobre la importancia de conservar el ecosistema de manglar, la contaminación ambiental por desechos sólidos y el reciclaje.	Número de charlas planificadas/Número de charlas realizadas	Registro Fotográfico y acta con firma de los participantes	Trimestral	3 meses

Programa de Prevención y Minimización						
Objetivos:	Minimizar el uso de ciertos desechos sólidos generados mayormente en la comunidad de Puerto Roma.					
Lugar de aplicación:	Comunidad de Puerto Roma					
Responsable:	Programa de Vinculación con la Comunidad de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil – Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo de Puerto Roma					
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Frecuencia	Plazo
Generación de desechos sólidos	Contaminación del aire, agua y suelo	Iniciar campañas con temas como la reducción del consumo de plásticos de un solo uso y así los habitantes interiorizaran el uso de estos artículos que pueden ser reemplazados y reutilizados. Se propone el uso de productos de acero inoxidable, reusables o biodegradables.	Número de campañas planificadas/Número de campañas realizadas	Registro Fotográfico y acta con firma de los participantes	Trimestral	3 meses

Programa de Separación en la Fuente						
Objetivos:	Aprender la clasificación de los desechos sólidos generados en la comunidad de Puerto Roma.					
Lugar de aplicación:	Comunidad de Puerto Roma					
Responsable:	Programa de Vinculación con la Comunidad de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil – Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo de Puerto Roma					
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Frecuencia	Plazo
Generación de desechos sólidos	Contaminación del aire, agua y suelo	Iniciar procesos de aprendizaje para una correcta separación en la fuente de los desechos sólidos generados según las indicaciones de la Norma INEN 2841, 2014.	Número de procesos planificados/Número de procesos realizados	Registro Fotográfico	Trimestral	3 meses

Programa de Recolección y Transporte						
Objetivos:	Solicitar la cobertura de recolección y transporte a la autoridad competente.					
Lugar de aplicación:	Comunidad de Puerto Roma					
Responsable:	GADM del Cantón Guayaquil – Programa de Vinculación con la Comunidad de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil – Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo de Puerto Roma					
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Frecuencia	Plazo
Generación de desechos sólidos	Contaminación del aire, agua y suelo	Exponer oficios a través de la Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo de Puerto Roma de forma continua al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Guayaquil solicitando la recolección y transporte de los desechos sólidos al menos 1 vez a la semana.	Oficio de aprobación	Registro Fotográfico y oficio de aprobación de la recolección y transporte a la comunidad de Puerto Roma	Semestral	2 meses

Programa de Aprovechamiento						
Objetivos:	Mejorar la calidad de vida en la comunidad de Puerto Roma mediante una correcta gestión de desechos sólidos.					
Lugar de aplicación:	Comunidad de Puerto Roma					
Responsable:	GADM del Cantón Guayaquil – Programa de Vinculación con la Comunidad de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil – Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo de Puerto Roma					
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Frecuencia	Plazo
Generación de desechos sólidos	Contaminación del aire, agua y suelo	Crear un centro de acopio para almacenar temporalmente los desechos inorgánicos generados, en base a las características establecidas en el Acuerdo Ministerial 061 y su artículo 70 (Figura 7, A y B). Se recomienda la creación de contenedores metálicos en base a las medidas propuestas (Figura 7, A y B).	Centro de acopio planificado/Centro de acopio construido	Registro Fotográfico y facturas de los materiales a usar	1 vez	Anual

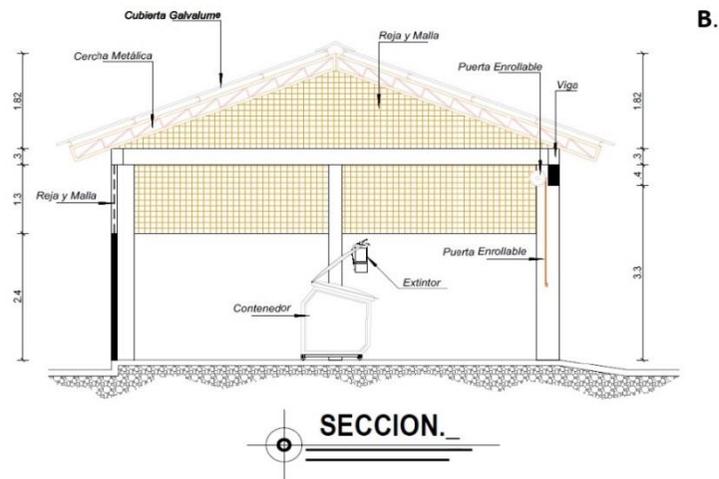
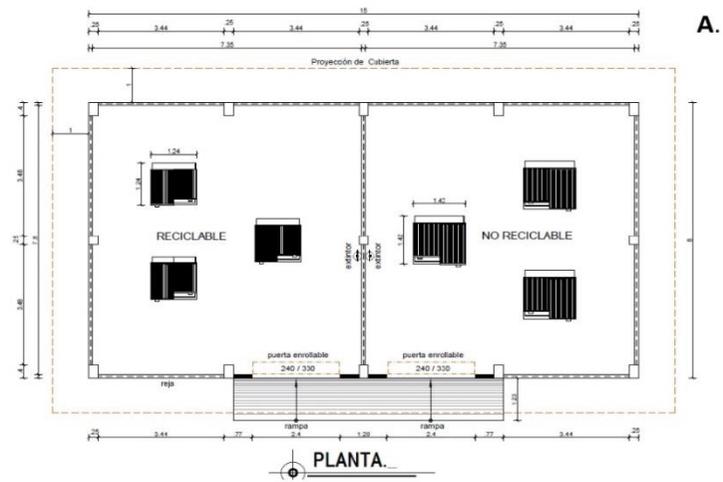


Figura 7: Propuesta de un Centro de Acopio para la Comunidad de Puerto Roma.

Programa de Control y Seguimiento						
Objetivos:	Verificar el cumplimiento de las medidas propuestas.					
Lugar de aplicación:	Comunidad de Puerto Roma					
Responsable:	Programa de Vinculación con la Comunidad de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil – Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo de Puerto Roma					
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Frecuencia	Plazo
Generación de desechos sólidos	Contaminación del aire, agua y suelo	A través de la Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo crear un comité que garantice el cumplimiento de las medidas establecidas.	Número de miembros asignados/Número de miembros participantes	Acta de conformación del comité y registro fotográfico del proceso de verificación de las medidas.	1 vez	4 meses

Cronograma valorado de las medidas para el adecuado manejo de los desechos sólidos no peligrosos

Medida Propuesta	Meses																								Costo
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Programa de Capacitación y Educación Ambiental																									
Desarrollar campañas sobre el manejo de los desechos sólidos, dirigidas a niños y adultos para crear una coordinación efectiva en el entorno familiar para la protección de los manglares y la salud.																									\$500
Con la participación de la academia desarrollar capacitaciones técnicas sobre los desechos orgánicos y la preparación de compost.																									\$500
Desarrollar charlas educativas sobre la importancia de conservar el ecosistema																									\$500

Discusión

La mayor abundancia de macrobasura se encontró en la zona 1 cercana a la comunidad y esta podría ser la fuente de contaminación de las zonas 2 y 3 debido a la presencia de un botadero de basura. La causa de la contaminación en la zona 1 fue un deficiente manejo de los desechos sólidos en la comunidad, donde se evidenció que el 3% de la población bota sus desechos en el manglar. También podría considerarse que una parte de la basura encontrada en el área podría provenir de la ciudad de Guayaquil cuando el río va aguas abajo, sin embargo, el área de muestreo está localizada en una zona de ría donde las corrientes en ciertas horas del día fluyen hacia arriba y en otras horas hacia abajo. En el momento que las aguas fluyen hacia arriba, la macrobasura de la zona 1 se puede dispersar a las zonas 2 y 3.

También se evidenció que, a mayor distancia de la comunidad, menor concentración de macrobasura. Los moradores y los dueños de la camaronera indicaron que la basura provenía de Guayaquil, sin embargo, la macrobasura hallada en las zonas no solo proviene de esta ciudad y esto se demostró con la cantidad de basura hallada en la zona 4, que fue mucho menor y se encontraba expuesta al río Guayas (que transporta la basura desde Guayaquil) al igual que las zonas 1, 2 y 3. También es importante mencionar que la zona 4 pertenece a la concesión de Manglar y es un área protegida por la comunidad, demostrando la eficiencia en la custodia del área.

En el campo se observó que los manglares actuaban como una trampa y un filtro para los desechos (Chen et al., 2018; Garcés-Ordóñez et al., 2018; Hortsman, Mullarney, Bryan & Sandwell, 2017; Martin et al., 2019). Las bolsas de plástico, sogas de los barcos y las redes de pesca eran atrapadas por las raíces de los mangles, mientras los objetos más pequeños penetraban en el bosque de manglar y eran arrastrados por las mareas y el viento.

A nivel de las playas en Ecuador se ha registrado un promedio de 1,32 ítems/m² según Gaibor et al., (2020) y solo en la zona 1 de manglar de Puerto Roma se registró un promedio de 7,15 ítems/m² muy superior al promedio nacional. Por otro lado, Riascos, Valencia, Peña & Cantera (2019), desarrollaron muestreos de desechos sólidos en 4 sitios de manglar de Colombia y obtuvieron un promedio de 35,81 ítems/m². Dicho promedio es sumamente elevado en comparación con los 7,15 ítems/m² obtenido en la zona más contaminada de los manglares de comunidad de Puerto Roma. Por el contrario, en Brasil Cordeiro & Costa (2010), obtuvieron un promedio de 1,33 ítems/m² en áreas de manglar. Dicho promedio es igual al 1,3 ítems/m² registrado en la zona 3 de Puerto Roma pero muy inferior al 7,15 ítems/m² registrado en la zona más contaminada de Puerto Roma.

De igual manera, Debrot, Meesters, Bron & de León (2013), desarrollaron muestreos de desechos sólidos en 3 sitios de la playa Lac Bay, en Bonaire y obtuvieron en uno de los sitios 23,2 ítems/m² (el más contaminado). Dicho promedio es sumamente elevado en comparación con el obtenido en la zona más contaminada de los manglares de comunidad de Puerto Roma, indicando que aun cuando se encuentra contaminado con macrobasura la abundancia es menor a la hallada en manglares de otros países, probablemente porque Puerto Roma se encuentra alejada de la ciudad más cercana que es Guayaquil.

Es evidente que la comunidad de Puerto Roma no cuenta con un sistema de gestión de desechos sólidos y en este sentido el 91% de los habitantes se deshace de la basura mediante la quema. Esta acción no es recomendada

ya que puede ocasionar problemas de salud en la población e incrementar impactos ambientales negativos en el ambiente.

La quema de basura genera humo el cual está formado por partículas muy pequeñas (material particulado) y gases (monóxido de carbono, dióxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógeno), al realizar la quema de elementos como el papel, plástico y otros materiales sintéticos se liberan a la atmósfera sustancias químicas como hexaclorobenceno, plomo, mercurio, dioxinas y furanos (Arias, 2020; Correa y Yépez, 2015; OBOT, 2017; Sharma et al., 2018). Con este criterio la inhalación de humo puede generar dolor de cabeza, irritación pulmonar, ataques de asma, alergias y bronquitis; además de otros efectos a la salud a largo plazo puesto que ciertos compuestos químicos liberados son carcinógenos humanos (Arias, 2020; Correa y Yépez, 2015; OBOT, 2017; Sharma et al., 2018).

A nivel ambiental la combustión de basura genera CO₂, un conocido gas de efecto invernadero que acrecienta el problema del cambio climático (OBOT, 2017). Además, las sustancias químicas como el hexaclorobenceno, dioxinas y furanos se depositan en el agua, plantas, suelo e ingresan a la cadena alimenticia provocando efectos dañinos en la salud (OBOT, 2017). Las cenizas generadas en la combustión de basura y que se vierten en el suelo contienen sustancias como cadmio, plomo, arsénico que se filtran por el suelo contaminando el agua subterránea o son absorbidas por las plantas (OBOT, 2017).

En cuanto a la producción diaria de desechos por parte de la comunidad, los plásticos tienen mayor representación con un 98% y durante el proceso de muestreo de macrobasura esto fue corroborado, debido a que fueron los más hallados en las zonas de manglar. Sin una gestión ambiental adecuada estos plásticos se irán acumulando mucho más en función del tiempo, cuya acción física no permite la regeneración natural del manglar al impedir el desarrollo de plántulas y propágulos limitando el desarrollo de raíces; y podrían llegar a degradarse formando microplásticos (Garcés-Ordóñez et al., 2018). Estos microplásticos con un tamaño de menos de 1mm son capaces de crear problemas muy amenazantes como la acumulación en el suelo de manglar, las columnas de agua y la ingesta por parte de la fauna (peces, crustáceos y aves) (Bueno, 2019; Garcés-Ordóñez et al., 2018).

Mediante la caracterización de desechos sólidos se obtuvieron resultados en función del peso y los desechos orgánicos fueron lo más figurativos con un 46%, en las encuestas también tuvieron la más alta representación con un 100% de generación diaria. La comunidad de Puerto Roma requiere atención por parte de las autoridades, deben conseguir el financiamiento para construir el centro de acopio y la gestión para recoger los desechos al menos una vez a la semana.

Conclusiones

El mayor valor en promedio de macrobasura fue registrado en la zona 1 con 7,15 ítems/m² y fue catalogada como la más contaminada mientras que la zona 4 registró 0,4 ítems/m² siendo esta la menos contaminada. La amplia diferencia que existe entre estos valores está influenciada por la proximidad con la comunidad de Puerto Roma.

El 91% de las viviendas encuestadas indicaron que queman los desechos sólidos producidos y el 3% los arroja en las zonas de manglar en como formas para deshacerse de los desechos. Estas acciones no son adecuadas ya que pueden desencadenar en enfermedades del tipo respiratorias, emisión del principal compuesto de efecto invernadero (CO₂) e impactos negativos en la flora y fauna del ecosistema de manglar.

Los desechos plásticos registraron los valores porcentuales más altos en todas las zonas de manglares muestreadas. En la zona 1 se registró el 63%, en la zona 2 el 92%, en la zona 3 el 88% y en la zona 4 el 87%.

Semanalmente la comunidad de Puerto Roma produce 2575,16 kg de desechos sólidos no peligrosos y los desechos orgánicos son las más figurativos con el 46%. Todo este conjunto de procesos permitió plantear actividades que formen un adecuado sistema de gestión de desechos sólidos no peligrosos.

El trabajo se realizó con éxito y sin ningún problema gracias al apoyo logístico y colaboración de la comunidad. Además, fue posible debido al enlace que tiene la Facultad de Ciencias Naturales con la comunidad de Puerto Roma y resultó de mucha utilidad hacer la socialización del proyecto con un enfoque de manejo participativo con los actores claves.

Agradecimientos

A los habitantes de la comunidad de Puerto Roma y la Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo de Puerto Roma por colaborar en todo sentido con el desarrollo de esta investigación.

Contribuciones de los Autores

Cesar Jacho Briones: Planificación y desarrollo del proyecto de investigación, obtención de datos y análisis de resultados **2. Beatriz Pernía:** Concepción y diseño del estudio, apoyo en las salidas de campo, análisis estadísticos, interpretación de los resultados. **3. Mireya Pozo:** Socialización del proceso de investigación con los moradores mediante el proyecto de vinculación con la comunidad, análisis y revisión de los procesos de investigación, apoyo en las salidas de campo. Todos ellos han contribuido a la redacción del artículo y la aprobación de la versión final.

Mensajes Clave

¿Qué se sabe sobre el tema?

En el Ecuador existen certezas de la contaminación por desechos sólidos en zonas de manglar, pero no se han realizado estudios en ítems/m² que reflejen la abundancia de macrobasura retenida en dichas zonas. En ese sentido, se requiere la implementación de una serie de medidas eficientes junto a la toma de decisiones para contribuir en mejorar la situación actual.

¿Qué añade el estudio realizado a la literatura?

Este trabajo de investigación es el primer reporte donde se calcula la abundancia de macrobasura en áreas de manglar en Ecuador y su correlación con el manejo de desechos sólidos por parte de la población. También se

realiza una propuesta para el manejo de los desechos que puede ser implementada en cualquier área rural cercana a manglares en Ecuador.

Referencias

- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud En Tabasco*, 2–7. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Arias, R. (2020). *Propuesta de plan de gestión integral de residuos sólidos no peligrosos en la parroquia El Rosario del cantón El Empalme*. Tesis de pregrado. Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49915>
- Boix, L. (2012). Impacto de la presencia de desechos sólidos en la zona de manglar. *Revista Vinculando*, 1–10. Recuperado de <http://vinculando.org/ecologia/impacto-de-la-presencia-de-desechos-solidos-en-las-zonas-de-manglar.html>
- Bueno, J. (2019). *Abundancia y distribución de macrobasura y mesoplásticos en las playas las palmas, atacames y los frailes en la costa ecuatoriana*. Tesis de pregrado. Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44666>
- Carvajal, R., y Santillán, X. (2019). Plan Nacional para la conservación de los manglares del Ecuador Continental. Recuperado de <http://conservation.org.ec/wp-content/uploads/2019/07/PAN-Manglares-Ecuador.pdf>
- Cordeiro, C. A. M. M., & Costa, T. M. (2010). Evaluation of solid residues removed from a mangrove swamp in the São Vicente Estuary, SP, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 60(10), 1762–1767. doi: 10.1016/j.marpolbul.2010.06.010
- Correa, R., y Yépez, J. (2015). *Patologías respiratorias en comunidades cercanas a vertederos de basura*. Monografía de pregrado. Universidad de Carabobo, Venezuela. Recuperado de: <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/5993/rocorrea.pdf?sequence=1>
- Chen, Y., Li, Y., Thompson, C., Wang, X., Cai, T., Chang, Y. (2018). Differential sediment trapping abilities of mangrove and saltmarsh vegetation in a subtropical estuary. *Geomorphology* 318, 270–282. doi: 10.1016/j.geomorph.2018.06.018
- Das, G. K. (2015). Estuarine Morphodynamics of the Sunderbans. doi: 10.1007/978-3-319-11343-2_1
- Debrot, A. O., Meesters, H. W. G., Bron, P. S., & de León, R. (2013). Marine debris in mangroves and on the seabed: Largely-neglected litter problems. *Marine Pollution Bulletin*, 72(1), 1. doi: 10.1016/j.marpolbul.2013.03.023

- Flores, J. (2009). Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos. Las Lomas. Recuperado de http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55777.pdf
- Gaibor, N., Condo-Espinel, V., Cornejo-Rodríguez, M. H., Darquea, J., Pernia, B., Domínguez, G., Briz, M. E., Márquez, Lady, Laaz, E., Alemán-Dyer, C., Avendaño, U., Guerrero, J., Preciado, M., Honorato-Zimmer, D., & Thiel, M. (2020). Composition, Abundance and Sources of Anthropogenic Marine Debris on the Beaches from Ecuador – a volunteer-supported study. *Boletín Marine Pollution*, 154, 111068. doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111068
- Garcés-Ordóñez, O., Bayona-Arenas, M., Castillo, V., Rueda-Bernal, R., Granados, A., & Durán, B. (2018). Evaluación de impactos de microplásticos sobre el manglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Recuperado de [http://cinto.invemmar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/4ecb9dc1-0bad-4135-a1cb-cdb447eef0ad/EVALUACIÓN DE IMPACTOS DE MICROPLÁSTICOS SOBRE EL ECOSISTEMA DE MANGLAR EN LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA?ticket=TICKET_500897c2136f11bd66d0cc53b0d93ad2c](http://cinto.invemmar.org.co/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/4ecb9dc1-0bad-4135-a1cb-cdb447eef0ad/EVALUACIÓN_DE_IMPACTOS_DE_MICROPLÁSTICOS SOBRE EL ECOSISTEMA DE MANGLAR EN LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA?ticket=TICKET_500897c2136f11bd66d0cc53b0d93ad2c)
- Horstman, E.M., Mullarney, J.C., Bryan, K.R., Sandwell, D.R. (2017). Deposition gradients across mangrove fringes. *Coastal Dynamics* 228, 1874–1885
- Huang, J.-S., Bimali Koongolla, J., Li, H.-X., Lin, L., Pan, Y.-F., Liu, S.,... Xu, X.-R. (2019). Microplastic accumulation in fish from Zhanjiang mangrove wetland, South China. *Science of The Total Environment*. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134839
- INEN 2841, (2014). Gestión ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos. Recuperado de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2841.pdf
- León, V., y Plaza, A. (2017). *Análisis de la gestión de residuos sólidos en el cantón Balzar - Provincia del Guayas*. Tesis de pregrado. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7969/1/T-UCSG-PRE-ECO-ADM-374.pdf>
- Leyton, A., y Thiel, M. (2018). Tercer muestreo nacional de basura en playas de Chile 2016 y resultados comparativos con campañas 2008-2012. Recuperado de <http://www.cientificosdela basura.cl/archivo/anterior/documento/15/Informe%203er%20Muestreo%20Nacional%20de%201a%20Basura%20en%20las%20Playas%202016.pdf>
- López, C. (2014). *Plan de desarrollo local 2014-2017 de la comuna Puerto Roma, provincia del Guayas, Ecuador*. Tesis de pregrado. Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/5131/1/López_Guaycha_Carolina.pdf

- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). (2014). Árboles y arbustos de los manglares del Ecuador. Recuperado de <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55818.pdf>
- Martin, C., Almahasheer, H., & Duarte, C. M. (2019). Mangrove forests as traps for marine litter. *Environmental Pollution*, 247, 499–508. doi: 10.1016/j.envpol.2019.01.067
- Mitra, A. (2020). Mangrove Forests in India. In *Mangrove Forests in India*. doi: 10.1007/978-3-030-20595-9
- Moreira, I. T. A., Oliveira, O. M. C., Triguís, J. A., Queiroz, A. F. S., Ferreira, S. L. C., Martins, C. M. S.,... Falcão, B. A. (2013). Phytoremediation in mangrove sediments impacted by persistent total petroleum hydrocarbons (TPH's) using *Avicennia schaueriana*. *Marine Pollution Bulletin*, 67(1–2), 130–136. doi: 10.1016/j.marpolbul.2012.11.024
- Norris, B. K., Mullarney, J. C., Bryan, K. R., & Henderson, S. M. (2017). The effect of pneumatophore density on turbulence: A field study in a *Sonneratia*-dominated mangrove forest, Vietnam. *Continental Shelf Research*, 147(June), 114–127. doi: 10.1016/j.csr.2017.06.002
- OBOT (Equipo de Alcance de Quema a Campo Abierto). (2017). Educación de Calidad de Aire. Recuperado de <https://files.nc.gov/ncdeq/Air%20Quality/airaware/edu/OBOT%202017%20Spanish%20Curriculum-P1-45.pdf>
- Ortega-Pacheco, D., Mendoza-Jimenez, M., & Herrera, P. (2019). Mangrove Conservation Policies in the Gulf of Guayaquil. In *Springer*. doi: 10.1007/978-3-319-98681-4
- Pearson, J., McNamara, K. E., & Nunn, P. D. (2019). Gender-specific perspectives of mangrove ecosystem services: Case study from Bua Province, Fiji Islands. *Ecosystem Services*, 38(June), 100970. doi: 10.1016/j.ecoser.2019.100970
- Pernía, B., Mero, M., Cornejo, X., y Zambrano, J. (2019). Impactos de la contaminación sobre los manglares de Ecuador. En: Molina, N. & Galvis, F. (Comp). *Manglares de Ecuador*. Universidad Espíritu Santo. Samborondón - Ecuador. Recuperado de <http://www.manglaresdeamerica.com/index.php/ec/article/view/57/108>
- Riascos, J. M., Valencia, N., Peña, E. J., & Cantera, J. R. (2019). Inhabiting the technosphere: The encroachment of anthropogenic marine litter in Neotropical mangrove forests and its use as habitat by macrobenthic biota. *Marine Pollution Bulletin*, 142(November 2018), 559–568. doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.04.010
- Runfola, J., y Gallardo, A. (2009). Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización. Recuperado de <http://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/0/834/834.pdf>

Sharma, B., Vaish, B., Srivastava, V., Singh, S., Singh, P., & Singh, R. (2018). An Insight to Atmospheric Pollution- Improper Waste Management and Climate Change Nexus. 23–47. doi: 10.1007/978-3-319-64501-8

Weichgrebe, D., Speier, C., & Mondal, M. (2017). Scientific Approach for Municipal Solid Waste Characterization. In *Advances in Solid and Hazardous Waste Management*. doi: 10.1007/978-3-319-57076-1