



AKADEMOS

Órgano de difusión de la Red Docencia-Investigación

ISSN: 1995-4743

Año 11 | Vol. 1, n.º 28 | Enero-Junio 2017

AKADEMOS es una revista semestral. De amplio espacio editorial, para la publicación de trabajos inéditos de investigación, artículos de análisis, reseñas y opinión, en los distintos tópicos de las ciencias, la tecnología, las artes y la cultura.

San Salvador, El Salvador, Centroamérica

Medición de micro partículas de plástico en las costas salvadoreñas, Playa Los Cóbanos (uso de Manta Trawl)

Ángelo Picardo Deleón

Universidad de Vigo, Ciencias del Mar, España

angelopicardo60@gmail.com

Coautores: Christoph, R; Hernández, A; Picardo, O

Fecha de recepción 05/05/2017 • Fecha de aceptación 21/06/2017

Abstract

Societies have an increasing concern and awareness about the levels of pollution and solid waste management (which is provided from an irresponsible consumism); this generates a complex impact on the ecosystem and the genetic modification of organisms. Based on the ignorance in the levels of polymers' contamination on the shores of El Salvador, it was decided to design a research project. The following paper contains the results of applied research that responds to the problem: Does micro-particles of plastic exist in Los Cobanos located

in El Salvador's coast? (in which quantity). To develop this work a device of recollection called "Manta Trawl" was built, which has been used by researchers in Germany and England; the floating artefact of drag-designed entirely under our supervision by a Salvadorean company- contains a 40-micron filter. However, a sampling plan for the measurements was designed, with two recollections. The evidence was analyzed in the nanotechnology laboratory of the Institute of Science, Technology and Innovation of the Francisco Gavidia University; the results obtained indicate a considerable amount of plastic ranging from 29,394 and 39,697 particles per square kilometer.

Palabras claves: *Manta Trawl, Ciencias del mar, microplásticos, contaminación, El Salvador.*

1. Introducción

Hasta hace muy poco tiempo, el ser humano ha propuesto una solución a la contaminación a través de la dilución (reducir las concentraciones de desechos de sólidos en líquidos). Esta solución suponía aprovechar la profundidad y tamaño de los océanos. El impacto de verter cantidades significativas de basura, en su mayoría plástico, es evidente, especialmente en las zonas costeras.

Este fenómeno es cada vez menos controlable e irreversible pues en la mayoría de nuestras playas se observa la contaminación de plásticos. Con el tiempo esta polución no solo ha afectado el ambiente costero, sino también está impactando gravemente la cadena alimenticia. Los componentes de los plásticos, no sólo pueden llegar a tardar más de 1.000 años en biodegradarse, sino que además las partículas se van volviendo más pequeñas (por el clima y por fricción). Facilitando la dispersión y transportación global. Es de destacar, que las micro-partículas plásticas, se refieren a fragmentos de una millonésima parte de un metro ($1\text{nm} = 10^{-6}\text{ m}$), las cuales pueden llegar a formar parte de estructuras celulares comestibles y bebibles; esto es muy grave y poco conocido.

En efecto, las “ciencias de los materiales y nano ciencias” nos aportan mucha información novedosa a cerca de los materiales,

sistemas, moléculas, etc.; y en el desarrollo científico en este campo aparece la “bio-acumulación”¹ –presencia tóxica de micro partículas y nano partículas en la cadena alimenticia–.

Es así como a principios de este año 2015, debido a intereses profesionales por las Ciencias Marinas se decidió prestar atención a este fenómeno: investigar presencia de micro-partículas de polímeros en la zona costera de los Cóbanos, en el Departamento de Sonsonate, El Salvador (Centroamérica). A pesar que el proceso de obtención de datos es costoso y fuentes bibliográficas no son muy abundantes, estoy seguro que es un tema cuyo interés crecerá a medida que más y más personas comprendan su enorme importancia.

Este estudio se basa en la toma de muestras de micro partículas de polímeros, utilizando como instrumento de recolección el Manta Trawl; un artefacto fabricado con una estructura de aluminio flotante que posee un filtro de cuarenta micrones, el cual se arrastra a determinadas millas mar adentro. En el siguiente apartado se profundizará, en este tópico. El Manta Trawl ha sido utilizado en Alemania e Inglaterra.

Se decidió desarrollar esta investigación en La Costa Los Cóbanos debido a que es la

1 Cfr. Gappa, Juan; <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Bioac.htm> disponible on line [06/04/2015].



única playa coralina del país, y esto supone una alta concentración de especies marinas. También me llamó la atención porque es una área protegida por el Ministerio de Medio Ambiente², no obstante sufre un alta contaminación de pesticidas, herbicidas y fertilizantes puesto que se halla en el Departamento de Sonsonate, uno de las zonas agrícolas de mayor cultivo de caña de azúcar, maíz, etc.

Debido a la importancia de este tema, este estudio llamó la atención del Instituto de Ciencia Tecnología e Innovación de la Universidad Francisco Gavidia, consiguiendo un financiamiento de \$1,000 USD para el diseño y la construcción del instrumento de medición. Además de esta ayuda financiera me permitieron utilizar los equipos –microscopio AFM– del Laboratorio de Nanotecnologías, y recibir apoyo técnico del Dr. Rainer Christoph –investigador senior– y del investigador auxiliar Ángel Hernández.

En este trabajo no se estudiará el fenómeno del consumo de seres vivos contaminados con estas micro-partículas y sus consecuencias en el cuerpo humano. Aunque considero de suma importancia este tema para posteriores investigaciones. Este informe se basa en el modelo científico de papers IMRD (Introducción, Metodología, Resultados y Discusión).

1.1. Marco Teórico

El químico norteamericano Leo Hendrik Baekeland en el año 1909 sintetizó un po-

límero a partir de moléculas de fenol y formaldehído llamado la baquelita. Se trataba del primer plástico industrial de la historia; era duro y resistente al calor y a la acción de los ácidos y gozó de múltiples aplicaciones.³ Desde ese entonces hasta la fecha empezó una nueva era para la tecnología y la industria llamada la “era plástica”.

El plástico no es biodegradable, y debido a la poca educación sobre el tratamiento del mismo ha generado en el país una contaminación a gran escala de desechos de plástico, que no solo se encuentran en las calles, sino también en el territorio marítimo del país; a medida estos se van “degradando” se dividen en partículas cada vez más pequeñas, hasta que dejan de ser visibles a simple vista. Esto genera un problema serio ya que según investigaciones, animales marinos consumen estas pequeñas partículas de plásticos, y estos a su vez son consumidos por los humanos.

Con el afán de ser lo más eficientes posibles, previo a el desarrollo de esta investigación se analizaron estudios realizados en años pasados, especialmente el de Tamara Galloway, en Inglaterra así como también el realizado

2 Cfr. Tejada, Olga; <http://paginaweb.cimat.ues.edu.sv/biologia/documentos/IMPORTANCIA%20DE%20LAS%20PLAYA%20DE%20LOS%20COBANOS.pdf> disponible on line [13/12/2015]; Universidad de El Salvador (UES).

3 Cfr Biografías y Vidas: Leo Hendrik Baekeland <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/b/baekeland.htm> disponible on line [28/01/2015]

por la Dra. Angela Koller, en Alfred Wegner Institut, Alemania. Esto debido a que los objetivos de estudio en estas investigaciones, son muy similares a los nuestros. En dichas investigaciones se profundizó en la medición del incremento de contaminación en ciertos cuerpos de agua en Europa, también se demostró que a través Manta Trawl se puede elaborar un muestreo eficiente de micro partículas de polímeros.

Cabe mencionar, que a pesar que ya se han realizado estudios con objetivos similares, este es la primera investigación de esta índole en la región. Esto mismo es lo que incitó a realizar este estudio, y a la vez es lo que le da importancia y relevancia. Llama la atención que un fenómeno tan grande como es la contaminación de las regiones costeras, jamás haya sido investigado en El Salvador.

2.- Metodología

2.1.- Problema

La pregunta fundamental de nuestro problema de estudio es: ¿Existen micro-partículas de plásticos en la Costa Los Cóbanos de El Salvador? (y en qué cantidad).

Existen antecedentes que comprueban que el océano ha sufrido y sigue sufriendo una alta contaminación de desechos y productos químicos a manos del hombre. Sabemos que hay mucho plástico vertido en el océano, sin embargo se nos dificulta dimensionar la gravedad de este fenómeno. Por citar un ejemplo, en el océano Pacífico Norte se ha detectado una Isla de Basura localizada entre las coordenadas 135° a 155°O y 35° a 42°N con tamaño estimado de 1.400.000 km² (aproximadamente el tamaño del estado más grande de Estados Unidos, Texas).⁴ Esta estimación fue hecha a partir de fotos satelitales (Ver Imagen 2):

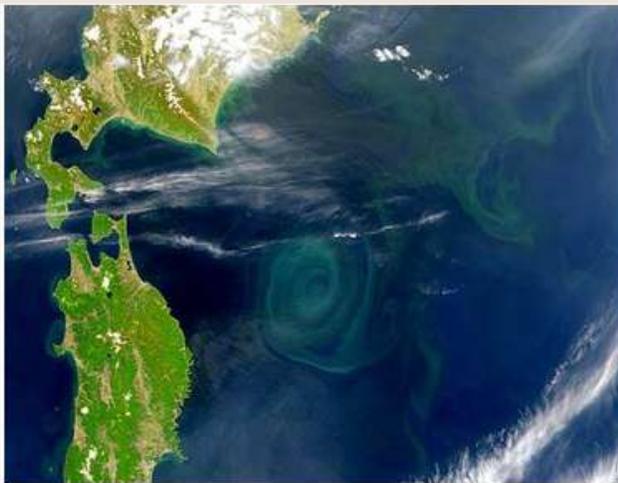
4 Cfr. Plitt, Laura; <http://www.semana.com/mundo/estados-unidos/articulo/en-busca-isla-basura/105709-3>. Disponible online [24/01/2015] En busca de la "isla de la basura"

Imagen No. 1: Diagrama explicado Isla de Basura



Fuente: Archivo CLARIN <http://www.clarin.com/sociedad/Restos-tsunami-llegaron-basurero-grande-0-694130650.html>

Imagen No. 2: Foto satelital de la isla de plástico en Océano Pacífico



Fuente: http://farm3.static.flickr.com/2020/22491237851823b64f9e_o.jpg

En estas imágenes llama la atención la inmensidad de esta isla tóxica, sin embargo no son visibles las grandes cantidades de micro-partículas de plástico productos de la fricción de estos grandes grupos de desechos, que de igual manera afectan la fauna y el ambiente marino, incluso a mayor escala debido a su poco tamaño. En esta investigación se plantea la interrogante si existen o no este micro-partícula en las costas salvadoreñas.

2.2. Marco hipotético

Hipótesis: “Existen micro-partículas de plásticos en la zona costera de los Cóbanos de El Salvador”

Hipótesis Nula: “No existen micro-partículas de plásticos en la Costa de los Cóbanos de El Salvador”

2.3. Variables

Variable Independiente: Área recorrida / Cantidad de agua de mar filtrada.

Variable Dependiente: Presencia de micro partículas en el agua.

Variables Controladas:

- La ubicación en la que se recolectarán las muestras.
- La distancia que se hará de muestreo, respetando las distancias pautadas en el diseño muestral.
- El diseño del Manta Trawl y su capacidad, puesto que no es un instrumen-

to muy común; se tuvo que elaborar el artefacto a partir de referencias, el cual debía contar con ciertas condiciones de flotabilidad y navegación.

- El tamaño del filtro, debido a que el objetivo era captar micro-partículas de plástico, se optó por utilizar filtros de 40 micrones, un micrón es equivalente a la milésima parte de un metro ($0,001 \text{ mm} = 1 \times 10^{-3} \text{ mm}$).

Otras Variables

- La marea y corrientes marinas: durante el muestreo puede influir el cambio de marea, sin embargo esto aporta objetividad a la medición pues no se elegirá una marea específica que favorezca a la comprobación de hipótesis ya que se hará aleatoriamente.
- Condiciones Climáticas (lluvia): Si llueve la noche anterior al muestreo, puede afectar la basura que llegará al mar a través de los ríos, por lo que la cantidad de micro-partículas deberá ser diferentes según la época del año, sin embargo nuestra hipótesis sostiene que siempre recolectaremos muestras con micro-partículas de plástico.

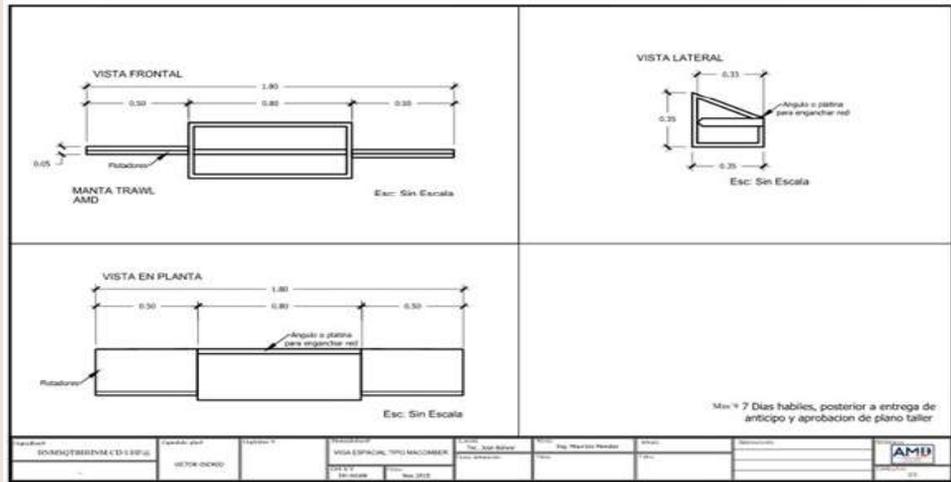
2.4. Diseño de Instrumento de Medición

El instrumento que se utilizará es el descrito anteriormente: Manta Trawl. El diseño de este artefacto está basado en la forma peculiar de las mantarrayas, de ahí surge el nombre. Los aspectos más importantes en su fabricación están concentrados en su filtro

y su cuerpo, al cuerpo nos referimos a la estructura de aluminio –flotable- adonde todo

va sujetado; a continuación se puede observar el diseño que se hizo de este cuerpo:

Imagen No. 3: Plano Manta Trawl



Fuente: Taller American Doors; Documento original en posesión del autor

Este diseño fue hecho por el fabricante de esta estructura: Taller American Doors, bajo nuestras especificaciones, sobre todo fue importante remarcar las siguientes características:

1. El material: En este caso se eligió el aluminio, debido a su poco peso y su fácil manipulación para la fabricación del aparato, es de considerar que debe ser un material que no contamine

(inoxidable) así su durabilidad y eficiencia será mayor.

La flotabilidad: Como característica principal debe ir arrastrándose en la superficie del agua, por lo que es indispensable que el Manta Trawl se mantenga en la superficie. A continuación, en la Imagen N° 4 se puede observar el resultado final de la estructura ya hecha por el Taller que especificábamos anteriormente.

Imagen No. 4

a) Vista Frontal



b) Vista de Planta



c) Vista Lateral



Fuente: Fotografías propias.

Una vez hecha la estructura principal del Manta Trawl se hizo, un cono o fonil de tela por el que pasarán las muestras una vez entren al instrumento, ver foto N° 2. Este cono es el que permite que las micro-partículas sean conducidas desde la entrada de la estructura

hasta el filtro que retenía las partículas; este elemento fue hecho en base a las medidas de la parte trasera del Manta Trawl y el diámetro del filtro, es decir en la parte ancha: 80 cm. de alto por 30 cm. de largo y en la parte estrecha: 8cm. de alto por 8 cm. de largo.



Imagen No. 5



Imagen No. 6



Imagen No. 7



Fuente: Fotografías propias.

Como mencionábamos anteriormente y como se observa en las imagen N° 6 y 7, esta pieza debería de ir conectado en la parte trasera de la estructura, en dicho ensamblaje se utilizaron remaches de presión, los cuales permiten que la resistencia que opone el agua no averíe el Manta Trawl; de

lo contrario, al ser dañado, es muy probable que muchas partículas no sean recolectadas por el filtro debido a fugas. Es importante probar los materiales que se están utilizando y su durabilidad antes de hacer el muestreo. En las imágenes N° 8, 9 y 10 se observa el ensamblaje:

Imagen No. 8



Imagen No. 9



Imagen No. 10



Fuente: Fotografías propias.

Después de este proceso el Manta Trawl ya cuenta con un fonil de tela en donde ya se puede colocar el filtro que se utilizará en este caso optamos por utilizar uno de 40 micrones marca Twin Air, cuyo diámetro es de 8cm. Este filtro, tal como se puede apreciar en la imagen N° 11, se puede encontrar en Internet bajo el nombre de “Twin Air Fuel Filters”, no es un filtro especializado para Manta Trawl,

pero fue el que mejor se adaptaba a nuestras necesidades, sobretodo es muy funcional para esta investigación por el tamaño de sus agujeros, los cuáles no permitirán que ninguna partícula se escapen y que toda muestra sea captada. Este filtro es la parte más importante del aparato pues mediante este, podemos saber si existen o no micro-partículas en las aguas de la Costa Los Cóbanos.



Imagen No. 11



Fuente: Fotografías propias.

Otro aspecto muy importante en la fabricación del Manta Trawl es la fijación del filtro, ya que de nada nos sirve el filtro si hay un punto

en el que se puedan escapar las muestras, dado esto es indispensable, asegurar el filtro al cono de tela con los siguientes elementos:

- a) Boquilla de PVC; esta pieza debe tener aproximadamente 0.25 cm. menos de diámetro que el filtro, ya que debe de entrar ajustadamente con presión (Ver imagen N° 12)

Imagen No. 12



Fuente: Fotografías propias.

- b) Abrazaderas Metálicas; con estas abrazaderas se asegurará la boquilla de PVC al filtro, es indispensable que queden lo más apretado posible (ver imagen N° 13)

Imagen No. 13



Fuente: Fotografías propias.

- c) Al realizar todos los pasos mencionados anteriormente, el filtro ya queda asegurado en la parte trasera tal como se muestra en las imágenes N° 14 y 15.

Imagen No. 14



Imagen No. 15



Sistema de Filtrado

Fuente: Fotografías propias.

Finalmente luego de fijar y ensamblar todo cuidadosamente, el Manta Trawl ya está terminado y listo para recolectar muestra, solo es importante idear el sistema de amarre desde el instrumento hasta la embarcación

que arrastrará el equipo, en este caso, tal como se puede ver en la imágenes N° 16, 17 y 18, se optó por utilizar cables de acero, los cuales estaban sostenidos al aparato por medio de argollas de acero inoxidable.

Imagen No. 16



Cable de acero para arrastre

Imagen No. 17



Sujetando cables a embarcación

Imagen No. 18



Argollas de acero inoxidable

Fuente: Fotografías propias.

Al momento no se conoce otro instrumento para recolectar eficazmente muestras de micro plásticos que no sea el Manta Trawl eficientemente, ya que de otra manera es muy difícil aproximarse a captar estas mi-

cro-partículas. Al final de este proceso de fabricación empírica, tal como se puede ver en las fotos N° 19 y 20, el instrumento ya es probado en el agua.

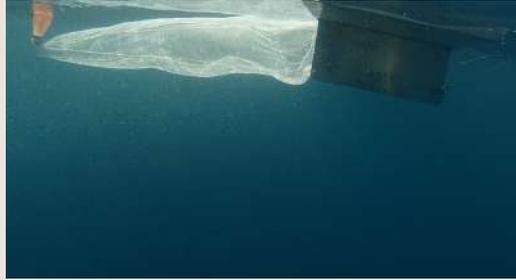
Imagen No. 19



Sistema completo visto desde la embarcación

Fuente: Fotografía propia.

Imagen No. 20



Sistema completo sumergido

Fuente: Fotografía propia.

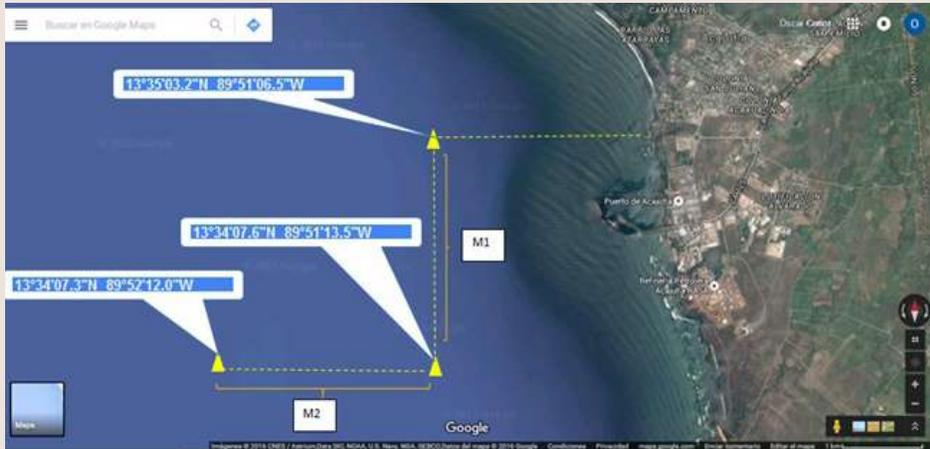
2.5. Recolección de Datos

La recolección de datos se realizó, en la Costa los Cóbanos, ubicada en el Departamento de Sonsonate de El Salvador. Se consideró que era importante realizar este estudio en esta zona por varias razones. En primer lugar, es una de las Costas con mayor auge de pesca artesanal, esto conlleva la posibilidad de contaminaciones como: redes, nylon, recipientes de aceite de motor, entre otros. En segundo lugar, es de los pocos lugares en el Pacífico Norte con más de 100 km² de formaciones volcánicas aisladas, que están dentro del rango de 15 y 80 pies⁵ de profundidad. En estas formaciones rocosas se encuentra una gran biodiversidad, en donde se exhibe una considerable variedad de invertebrados y corales; dado esto, al medir la contaminación en esta Costa se podrá saber cómo esta polución atenta contra la vida de esta fauna y flora marina.

La recolección de datos se realizó el domingo 17 de enero de 2016; debido a que en esta época es verano en El Salvador, no se registraron lluvias en la noche anterior, tanto en tierra como en el mar, debido a esto el agua era bastante clara. En este día se realizaron dos muestras, cada muestra en diferentes direcciones con respecto a la costa. En ambas muestras se recorrió una milla náutica, arrastrando el Manta Trawl a una velocidad de 1.5432 m/s. En el mapa de la Imagen N° 21 se observa, el recorrido que se realizó en la recolección de datos.

5 Cfr. Tejada, Olga; <http://paginaweb.cimat.ues.edu.sv/biologia/documentos/IMPORTANCIA%20DE%20LAS%20PLAYA%20DE%20LOS%20COBANOS.pdf> disponible on line [13/12/2015]; Universidad de El Salvador (UES)

Imagen No. 21: Mapa de muestreo



Fuente: Google Maps.

Primera muestra

La primera muestra (Ver imagen N° 22) se realizó a las 10 horas con 53 minutos de la mañana, el punto desde adonde se inició a arrastrar el Manta Trawl, se ubica con las coordenadas 13°35'03.2" N y 89°51'06.5"O, la profundi-

dad en este punto es de 66.4 ft este punto se encuentra a una milla náutica exacta desde la costa. En esta primera muestra el recorrido fue horizontal, es decir paralelamente a la costa. En la siguiente imagen se observan los datos de la posición obtenidos por el profundímetro y GPS marca Lowrance modelo Elite-5

Imagen No. 22



Fuente: Fotografía propia.

Durante la milla náutica de recolección el Manta Trawl no presentó anomalía alguna, permaneció estable a lo largo de toda la recolección, las condiciones marítimas, fueron básicamente las mismas, el mar estaba calmado lo que permitía que el instrumento recolectará eficazmente las micro-partículas. Al finalizar la distancia estipulada se recogió el Manta Trawl, luego de esto se quitó el filtro de 40 micrones y fue depositado en un envase de vidrio de tal forma que el contenido no perjudique las muestras, el filtro no fue tocado hasta llegar, al laboratorio. Es de

suma importancia no alterar las recolecciones al estar manipulando los filtros, debido que se pueden perder muestras, o pueden caer partículas contaminantes procedentes del aire y esto de alguna forma u otra interviene en los resultados.

En la imagen N° 23 se puede observar como el filtro era conservado en el envase de vidrio, fue recomendable agregarle un poco de agua marina puesto que la viscosidad de algunos de los elementos orgánicos recolectados puede generar bacterias y esto alterar el estudio.

Imagen No. 23



Fuente: Fotografía propia.

Segunda Muestra

Esta muestra fue recolectada el mismo día que la primera, el 17 de enero de 2016 se inició a las 12 horas con 43 minutos. Al igual que la primera muestra se recorrió una milla náutica, con la diferencia que en esta ocasión se recolecto perpendicularmente

con respecto a la costa. Las coordenadas del punto de inicio de recolección son las siguientes: $13^{\circ}34'0.76''$ N y $89^{\circ}51'13.5''$ O, en la imagen N° 24, captada por el mismo instrumento de navegación mencionado en la primer muestra, se observa la posición en los comienzos de la recolección.



Imagen No. 24



Fuente: Fotografía propia.

Otra diferencia en esta muestra -con respecto a la primera- fue la profundidad, en esta ocasión en el punto de inicio registraba una profundidad de 4.4 ft de profundidad, mientras que en la muestra anterior la profundidad inicial era de 66.4 ft; lo que significa una diferencia de 62 ft, en términos marítimos es significativo. A esta profundidad es posible captar un mayor número de muestras, que en la primera recolección ya que hay mayor número de micro-partículas cerca del Manta Trawl. El resto condiciones físicas eran similares a las presenciadas en el muestreo inicial, el mar presentaba cierta tranquilidad puesto que la marea era la misma, a simple vista se veía la presencia de más basura, como envases plásticos, pedazos de hieleras y zapatos de hule, esto indicaba que en esta segunda muestra se iba a

tener un mayor número de micro-partículas de plástico.

Vale la pena señalar que para cada una de las muestras se utilizaron filtros nuevos; se utilizó el mismo sistema de amarre y distancias entre la embarcación y el Manta Trawl, dado que los contaminantes de los motores de la embarcación y el trabajo mecánico realizado pudieran alterar el funcionamiento del dispositivo.

Al finalizar el muestreo, se recogió el Manta Trawl y el filtro fue removido tal como se puede ver en la Imagen N° 25, a simple vista se divisaba mayor presencia de partículas inorgánicas como orgánicas. Cabe destacar que este envase de vidrio en donde se depositaron las muestras estaba estéril y eran del mismo tamaño.

Imagen No. 25



Fuente: Fotografía propia.

3.- Análisis de Resultados

Las dos muestras recolectadas, en sus respectivos envases de vidrio (imagen N° 26) fueron transportadas al laboratorio del Instituto de Ciencias, Tecnologías e Innovación.

Imagen No. 26



Fuente: Fotografía propia.

Imagen No. 27

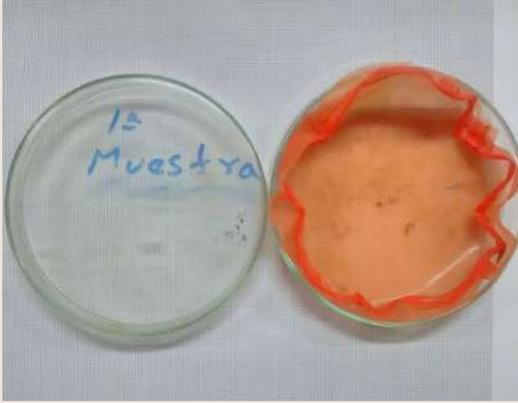


Imagen No. 28



Cada muestra fue separada, en cajas de Petri para ser observadas individualmente.

Fuente: Fotografía propia.

Imagen No. 29



Imagen No. 30



Estas muestras fueron analizadas con el microscopio óptico Stemi 200-C, su capacidad de magnificación es desde 1.95x hasta 250x

Fuente: Fotografía propia.

Una vez observado y detectado los desechos de micro plásticos de las muestras, se procede a contarlas una por una. La discriminación y el conteo se hicieron por medio del microscopio, sin embargo previamente se colocaron las muestras en agua, y los desechos que no flotaban y no presentaban características plásticas eran discriminados. En base a este proceso se obtuvieron los siguientes datos:

Distancia recorrida = **1 milla náutica = 1.8520 km**

Ancho del Manta Trawl = **1.80 metros = 0.0018km**

A partir de estos datos se saca el área recorrida

Área recorrida = **Largo * Ancho**

Área recorrida = **Distancia Recorrida * Ancho del Manta Trawl**

Área recorrida = **1.8520 km* 0.0018 km**

Área recorrida = **0.0033 km²**

Las muestras tomadas en un área de 0.0033 km² resulto así:

Muestra 1: 97 partículas

Muestra2: 131 partículas

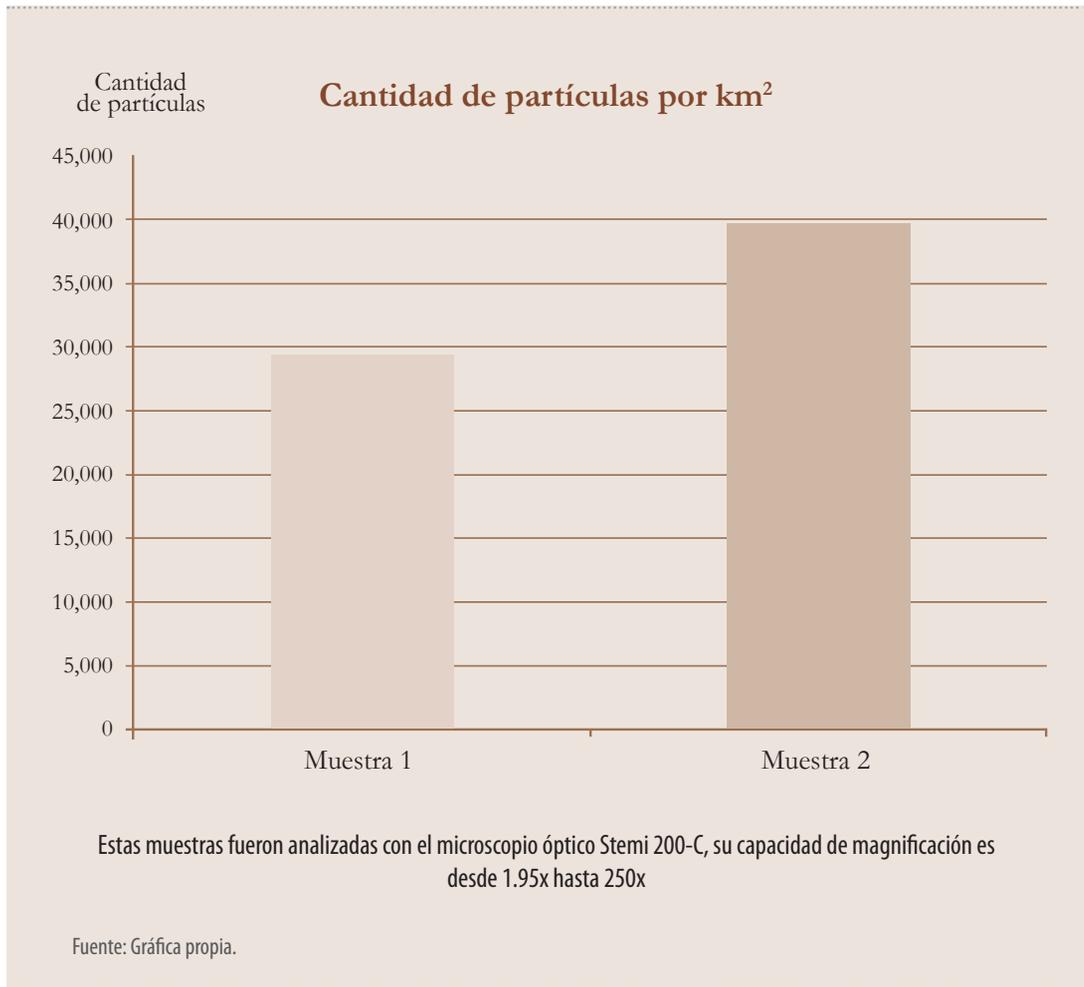
Para sacar un número estimado de partículas en 1 km² debemos dividir:

$$\frac{1 \text{ km}^2}{0.0033 \text{ km}^2} = 303.03$$

Luego de multiplicarse por 303.03 para obtener un estimado de partículas por 1 km² queda así:

Muestra 1: 97 * 303.03 = 29,394 partículas aproximadamente

Muestra 2: 131 * 303.03 = 39, 697 partículas aproximadamente



También se obtuvieron 9 partículas entre 1 y 5 milímetros en la muestra N° 2 lo que resulta en 6,667 partículas aproximadamente por kilómetro cuadrado. Como se puede observar el tamaño de las muestras recolectadas son pequeñas ya que se busca los desechos de micro plásticos.

Entre los hallazgos más importantes se destaca un camarón de 6 mm (imagen N° 31) rodeado de un hilo de plástico aproximadamente del mismo largo y otras partículas de desechos aún más pequeñas.

Imagen No. 31



Fuente: Fotografía propia.

Además se encontraron múltiples fibras de plásticos aproximadamente de 300 micrones observados directamente con el microscopio como se observa en la imagen N° 32.

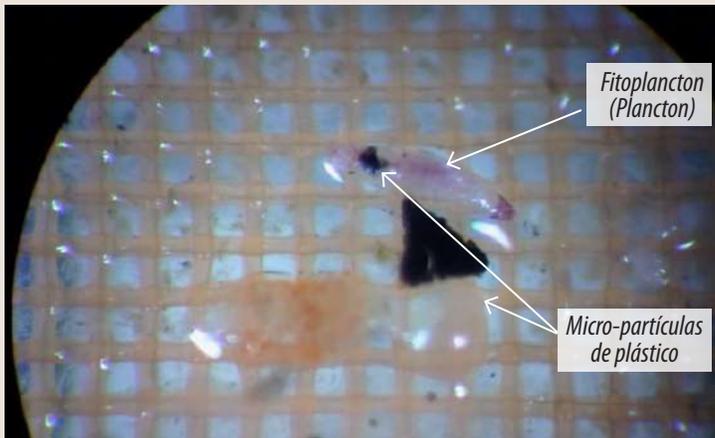
Imagen No. 32



Fuente: Fotografía propia.

Finalmente en la siguiente imagen (N° 33) se observa desechos absorbidos por el plancton, lo que demuestra que los seres vivos se están alimentando de plástico, estos a su vez son absorbidos por peces más grandes que finalmente son consumidos por los humanos.

Imagen No. 33



Fuente: Fotografía propia.

4.- Discusión

Lo primero que aporta el estudio —y comprueba la hipótesis de trabajo— mediante la evidencia es una presencia significativa de micro-plásticos en la Costa de Los Cóbanos; si bien el muestreo por defectos del instrumento no logra recolectar el 100% de la muestra, una cantidad cercana a 100,000 partículas por Km² es un dato alarmante.

La evidencia también presenta micro-organismos con partículas micro-métricas en su interior, lo que fortalece la hipótesis de que los seres humanos estemos consumiendo plástico, presentes en organismos celulares de los animales.

Será importante para estudios futuros mejorar el fonil que lleva hacia el filtro del Manta

Trawl, para evitar que se pierdan micro partículas de plástico en el muestreo. También diseñar un calendario de muestreo anual, para lograr que el estudio sea longitudinal, y valorar otras opciones de muestreo en distinto millaje náutico de las costas salvadoreñas.

De los aprendizajes metodológicos de este estudio podemos concluir:

- El artefacto Manta Trawl tiene un diseño y flotabilidad funcional, conforme a los fines propuestos.
- La velocidad de arrastre para obtener las muestras oscilan entre 1.5 y 2 nudos náuticos.
- El filtro de 40 micrones representa una buena unidad para fines científicos;
- Al mejorar el fonil la muestra será de mejor calidad.

- En la toma de muestras se detectaron corrientes que trasladan cantidades significativas de materiales, desechos, basura, plástico, etc.; un estudio de las mismas corrientes podrá aportar importante información.
- Será importante desarrollar comunicaciones científicas con otros centros de investigación que trabajan en la misma línea para compartir resultados y aprendizajes; tarea que realizará el Instituto de Ciencias, Tecnologías e Innovación.

Referencias bibliográficas

1. Gappa, Juan; <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Bioac.htm> disponible on line [06/04/2015]
2. Tejada, Olga; <http://paginaweb.cimat.ues.edu.sv/biologia/documentos/IMPORTANCIA%20DE%20LAS%20PLAYA%20DE%20LOS%20COBANOS.pdf> disponible on line [13/12/2015]; Universidad de El Salvador (UES)
3. Biografías y Vidas: Leo Hendrik Baekeland <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/b/baekeland.htm> disponible on line [28/01/2015]
4. Plitt, Laura; <http://www.semana.com/mundo/estados-unidos/articulo/en-busca-isla-basura/105709-3> Disponible online [24/01/2015] En busca de la "isla de la basura"
5. Davis, Josh L; Plastic In Oceans Will Outweigh Fish By 2050 <http://www.iflscience.com/environment/plastic-oceans-could-outweigh-fish-2050>
6. Kaplan, Sarah; By 2050, there will be more plastic than fish in the world's oceans, study says; https://www.washingtonpost.com/news/morning-mix/wp/2016/01/20/by-2050-there-will-be-more-plastic-than-fish-in-the-worlds-oceans-study-says/?tid=ss_fb
7. McKie, Robin; Plastic now pollutes every corner of Earth; http://www.theguardian.com/environment/2016/jan/24/plastic-new-epoch-human-damage?utm_source=facebook&utm_medium=post&utm_term=earth%2Cplastic%2Cpollution&utm_campaign=Oceans&__surl__=lgSU4&__ots__=1453815199876&__step__=1