

## **Monitoreo y caracterización de microplásticos en arenas de playas y aguas costeras de Costa Rica**

Monitoring and characterisation of microplastics in beach sands and coastal waters of Costa Rica

Juan Guillermo Sagot Valverde<sup>1,a,\*</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, Costa Rica

✉ <sup>a</sup>[juan.sagot@ucr.ac.cr](mailto:juan.sagot@ucr.ac.cr)

---

\* Juan Guillermo Sagot Valverde es encargado de Laboratorio de Oceanografía Química en el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad de Costa Rica.



**Foto 1. Tamizaje de arenas para separar tamaños de partículas**



Fotografía de Laura Brenes Alfaro CICA-UCR

Los microplásticos y micropartículas han sido temas de estudio destacado en los últimos años debido a su incidencia cada vez mayor en el medio ambiente y a las implicaciones adversas y desfavorables que tienen para la naturaleza y la salud humana. Estas razones motivaron la creación de este proyecto que se encuentra en desarrollo y que abarca la descripción de la metodología realizada, tanto en el campo como en el laboratorio, para el muestreo de microplásticos y su cuantificación en arenas mediante el método de cuadrantes-tamices, en aguas costeras a través de arrastres con red y la caracterización química con espectroscopía infrarroja para su identificación. Se destaca en importancia al tratarse de un proyecto pionero a nivel país, en donde se tiene como objetivo la elaboración de un mapa de contaminación por microplásticos en playas y aguas costeras, para dar a conocer cuál ha sido el alcance de estas partículas a nivel nacional, acompañado de un componente de comunicación importante para dar a conocer los hallazgos y tener una comprensión más clara y cercana del estudio y de la problemática ambiental. Con esto, se busca favorecer el involucramiento de las comunidades en forma de participación ciudadana, con la construcción de resultados y posibles soluciones, sirviendo de apoyo para traducir en acciones lo que la ciencia genera en datos, bajo la premisa de brindar aportes al Objetivo de Desarrollo Sostenible 14 (vida submarina) de la agenda 2030 de las Naciones Unidas.

## **1. CONTEXTO DEL PROYECTO**

La contaminación por plásticos en general y por microplásticos y micropartículas en particular, han sido temas de estudio destacado en los últimos años, debido a su incidencia

cada vez mayor en el medio ambiente y a las implicaciones adversas y desfavorables que tienen para la naturaleza y la salud humana. Y es que los plásticos se han convertido en una parte transversal e integral en las economías del mundo, siendo utilizados en casi todos los sectores económicos, pero al mismo tiempo, su uso desmedido y la falta de planes de contingencia para su descarte y reutilización, los han convertido en uno de los mayores contaminantes que tenemos.

Según cifras y reportes de la [Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valoración de Residuos \(ENSRVR, 2016\)](#) del Ministerio de Salud de Costa Rica, nos indican que de las 4.000 toneladas de residuos sólidos que se producen a diario, el 11% corresponden a residuos plásticos. Cabe destacar que en Costa Rica se producen al menos 600 millones de botellas de plástico desechable cada año, lo que nos convierte en el país con mayor importación de plástico de toda Centroamérica, y hace a la industria del plástico, la tercera más grande del país, según los informes del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

De esta producción nacional de botellas, cerca del 90% no son recolectadas y tienen como destino final las desembocaduras de ríos, zonas costeras y ambientes marítimos. Esta información se complementa con la brindada por la [Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos \(OCDE, 2022\)](#), en su informe “Perspectivas mundiales del plástico” donde indica que menos del 10% del plástico que se produce en el mundo es reciclado, un 19% es incinerado y cerca del 50% acaba en vertederos de uso controlado. El 22% restante es desatendido en vertederos clandestinos, quemado o abandonado en plena naturaleza, siendo el medio ambiente marino uno de los sitios con mayor afectación por la llegada y disposición de esas toneladas de residuos que no obtienen ningún tratamiento.

Esta acumulación de residuos plásticos en el medio marino ha llevado a acotar la definición de plastisferas, como término utilizado para referirse a ecosistemas que han evolucionado para vivir en entornos hechos de plásticos producidos por humanos, en donde inclusive los microorganismos se han adaptado para su supervivencia ([Arias-Andrés, 2020](#)). Vemos plastisferas en la actualidad como islas de basura y vertederos oceánicos en diferentes rincones del planeta, en donde por diferentes motivos, ya sean naturales, geomorfológicos, marinos o por interacción humana, han hecho que estos espacios marítimos alberguen una cantidad enorme de contaminación ([Zettler et al, 2013](#)). Contaminación que se ve perpetuada a lo largo de los años debido al tiempo tan prolongado de descomposición del plástico.

[Rojo y Montoto \(2017\)](#), mencionan que con el paso del tiempo y sumado a factores ambientales como la radiación ultravioleta del sol, las mareas, los radicales libres y la geomorfología de los lugares, hacen que los plásticos de mayor tamaño comiencen a romperse y a producir fragmentos más pequeños en lo que se conoce como microplásticos. Estos microplásticos con tamaños que van desde los micrómetros hasta los milímetros, son generadores de diversos efectos adversos en la biodiversidad, el medio ambiente y la salud humana ([Chatterjee y Sharma, 2019](#)). A nivel de biodiversidad, los efectos se concentran en que diferentes especies animales se alimentan de estos microplásticos, confundidos con alimentos, lo que genera una falsa sensación de saciedad y muchos de ellos mueren por desnutrición. Sumado a este hecho, los microplásticos al ser ingeridos pueden ocasionar asfixia, laceraciones, amputaciones y todo tipo de traumatismos que generan perjuicio para las especies que interactúan con ellos.

De acuerdo con [Tekman et al \(2022\)](#), a nivel del medio ambiente, la distribución de los microplásticos puede ser amplia, así como sus diversos efectos, ya que se han encontrado desde los sitios más profundos del océano, hasta los sitios más remotos como los Alpes y el Ártico, inclusive diversos estudios científicos apuntan a la presencia de microplásticos en la lluvia y en la nieve, ya que estos son transportados por el viento y quedan atrapados en las

nubes. Con esto, no solo tenemos presencia de microplásticos a nivel marino y de aguas, si no también, presencia a nivel de suelos en la tierra.

**Foto 2. Línea de contaminación plástica en Playa Azul, Tárcoles, Costa Rica.**



Fotografía de Juan Sagot Valverde CIMAR-UCR

A nivel de la salud humana, es uno de los temas que más ha generado investigación en los últimos años, ya que son múltiples los efectos adversos en los que se ven implicados, entre estos están la presencia de microplásticos en especies de consumo humano, lo que conlleva la introducción de este material a nuestra cadena alimenticia y como resultado, a una bioacumulación en los seres humanos (Smith et al, 2018). Bank (2022), indica que los microplásticos al ser materiales inertes y por lo general bastante resistentes, funcionan como hospederos para que metales pesados tóxicos, microorganismos, virus, toxinas y fármacos se adhieran a sus superficies y perduren activos en el medio ambiente por tiempos aún más prolongados. Así también, estos plásticos están formados en su composición química por plastificantes, conservantes y aditivos que les brindan todas sus características de maleabilidad, resistencia y durabilidad, pero estas mismas sustancias representan toxicidad para la salud humana, ya que son consideradas disruptores endocrinos, que afectan el desarrollo y el buen funcionamiento del sistema hormonal en los seres humanos, e inclusive, algunos de estos aditivos, son considerados precursores de enfermedades como el cáncer, razón por la cual en varios países de Europa ya existen reglamentos y normas para su utilización o prohibición.

Con el desarrollo de la pandemia de Covid-19 también el medio ambiente se vio afectado, ya que el consumo masivo de productos de protección personal de un solo uso y su eventual descarte en condiciones no adecuadas, provocó que muchos de estos implementos fueran a dar a zonas costeras y playas de diferentes lugares del mundo, con lo que no solamente se está perpetuando la generación de microplásticos, sino también la eventual generación de focos de enfermedades al ser materiales contaminados biológicamente que están en contacto directo con el medio ambiente (Lee & Kim, 2022).

## 2. DESARROLLO DEL PROYECTO

En el contexto de la cooperación internacional y gracias al apoyo financiero del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, se ha propiciado el desarrollo de la investigación de microplásticos y micropartículas a nivel de playas en el país.

En el marco del proyecto RLA7022 del OIEA, iniciado en el año 2017, se establecieron las primeras acciones para investigar la presencia de microplásticos en playas del Caribe de los países miembros del proyecto. Una de las primeras acciones de este proyecto, para el año 2018, fue brindar el Curso Regional de Capacitación sobre Análisis de Microplásticos en Ecosistemas Costeros utilizando la técnica MIRS, del cual el CIMAR participó en representación de Costa Rica, para el estudio de microplásticos en playas, donde se estandarizaron tanto la metodología como el reporte de datos. En el año 2020, se inició con el proyecto RLA7025 también del OIEA y que se mantiene vigente actualmente, que pretende entre sus diferentes componentes aportar información para el indicador 14.1.1.b (plásticos en agua) del Objetivo de Desarrollo Sostenible 14, de la Agenda 2030 de la ONU. Este trabajo de manera sostenida entre varios países de América Latina, el Caribe y el OIEA, también ha generado la Red de Investigación de Estresores Marinos-Costeros en Latinoamérica y el Caribe (REMARCO) que facilita la divulgación y difusión de las actividades de los proyectos, así como las sinergias y cooperaciones entre sus países miembros.

**Foto 3. Muestra de agua procesada con microplásticos y observada en estereoscopio con aumento de 40X.**

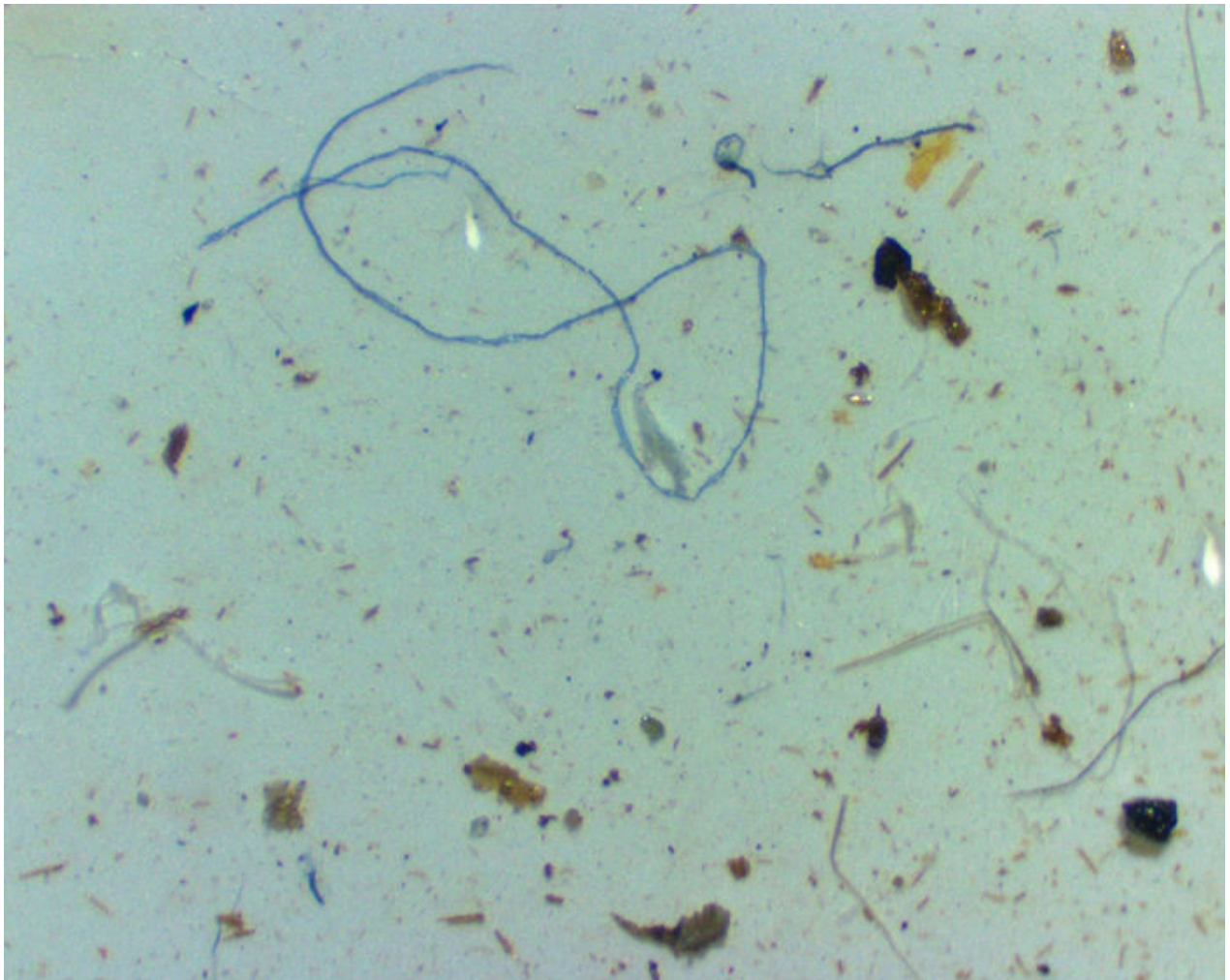


Foto de Juan Sagot Valverde CIMAR-UCR

De forma paralela al proyecto RLA7025, se está desarrollando el proyecto nacional 808-C-1-122 “Estudios de acidificación, nutrientes y floraciones algales nocivas en aguas costeras, y microplásticos en playas, de Costa Rica: aportes al Objetivo de Desarrollo Sostenible 14 (vida submarina) de la agenda 2030, Naciones Unidas”, que se encuentra inscrito ante la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica y con vigencia hasta el año 2024, establece en su objetivo 2: “Estudiar y cuantificar la presencia de microplásticos en playas del Caribe y Pacífico costarricense para conocer su composición y densidad”. Cumpliendo con este objetivo, se inician en el 2019 los muestreos de arenas, y hasta la fecha, se han realizado análisis en 25 playas tanto de la costa del Pacífico como del Caribe de Costa Rica. En el año 2020, sumado a esta iniciativa, se comienzan a muestrear también aguas costeras, específicamente en cinco puntos del Golfo de Nicoya, para analizar la presencia de microplásticos en la columna y superficie del agua. De estas últimas, ya se han realizado cuatro giras de muestreo en diferentes épocas del año, para monitorear una posible variación en las cantidades encontradas debido a los cambios producidos entre las épocas seca y lluviosa.

### 3. ¿CÓMO SE REALIZAN LOS MUESTREOS?

#### 3.1. Arenas de playa

En cada una de las playas seleccionadas se toman muestras en la última línea de marea alta, correspondiente al ciclo de marea diario. Se establecen cinco puntos de muestreo a lo largo de un transecto de 100 metros de longitud asignado en el programa estandarizado para el muestreo de basura marina. En cada uno de los puntos de muestreo, se registra su geolocalización a través de un GPS y se colecta la capa superficial de arena de 1,0 cm de espesor que se encuentra delimitada dentro de un cuadrante de 50x50 cm y que equivale a un área de 0,25 m<sup>2</sup>. Las muestras recolectadas se depositan en contenedores metálicos y se pesan para determinar la masa húmeda inicial, esta información se usará para determinar la relación entre la masa húmeda y la masa seca, que se utiliza en los cálculos de abundancia de microplásticos.

El total de la arena húmeda recolectada se traslada al laboratorio y se somete a un proceso de secado en horno a 60°C. Cuando las arenas se secan por completo, se pesan para obtener la masa seca de la muestra. Seguidamente, cada muestra se tamiza a través de una torre de dos tamices, uno de 5 mm y otro de 1 mm. La fracción que queda retenida en el tamiz de 5 mm se guarda, se analiza y se registra como macroplástico. La fracción que se retiene en el tamiz de 1 mm se transfiere a un vaso de precipitados químico y se le añade un volumen suficiente de una solución saturada y filtrada de sal (hidróxido de sodio, NaOH) se mezcla toda esta combinación de forma cuidadosa durante varios minutos, luego se coloca el vaso de precipitados cubierto en un lugar seguro y limpio para esperar que todas las partículas plásticas que se encuentran en dicha muestra puedan separarse por flotación quedando suspendidas. Esta parte del procedimiento se repite al menos tres veces, para lograr extraer de forma representativa, la mayor cantidad o totalidad de microplásticos presentes en la muestra. Después de cada suspensión, el material sobrenadante se filtra a través de un papel de celulosa contenido en un embudo de acero inoxidable, que a su vez está acoplado a una bomba de vacío, que permite extraer el líquido de la disolución analizada, al mismo tiempo que permite concentrar todas las partículas en el filtro manteniéndolas adheridas a este. Se le realizan suficientes enjuagues con agua ultrapura al embudo para garantizar que todas las partículas queden retenidas en el filtro. Posteriormente, el filtro conteniendo las micropartículas se saca con mucho cuidado del embudo y se coloca en una placa de Petri de vidrio con tapa y se seca en horno.

#### 3.2. Aguas costeras

Se ha utilizado una red de zooplancton de 200 µm de tamaño de poro para el muestreo de microplásticos en aguas costeras, la red se coloca a un lado de la embarcación en la que se está y se posiciona de acuerdo con el muestreo que se requiera. Para analizar la superficie del agua se realiza un arrastre horizontal por cinco minutos y a un nudo de velocidad, mientras que, en el análisis de la columna de agua, se sumerge la red hasta una profundidad determinada y se arrastra hasta la superficie en un tiempo medido. En ambos casos, se recolecta un aproximado de 1000 mL de muestra de agua, que queda almacenada en un recipiente con una malla muy fina que se encuentra al final de la red y que servirá para recolectar las micropartículas. Seguidamente esta agua es vertida en un recipiente de vidrio para su almacenamiento y posterior análisis. Para el procesamiento de este tipo de muestras, se requiere que se lleve a cabo una digestión con el fin de eliminar toda la materia orgánica que se encuentre presente y

se facilite la detección de microplásticos. La digestión se lleva a cabo en una disolución de hidróxido de potasio (KOH) al 10% que se coloca en agitación a unos 300 rpm y en calentamiento a una temperatura aproximada de 65°C esto para una primera etapa. Si todavía fuera necesario digerir materia orgánica restante, en una segunda etapa, se utiliza una disolución de ácido acético (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>) al 20% la cual se coloca de igual forma en agitación y con calentamiento, para terminar de eliminar todo el material orgánico de la muestra de agua y obtener una disolución fácilmente filtrable. Para finalizar el proceso, con toda la materia orgánica ya disuelta y para concentrar todas las posibles micropartículas que se encuentran en la muestra, se lleva a cabo la filtración al vacío y con filtro de celulosa que se describió en el apartado anterior para muestras de arenas.

En ambos casos de muestreo, tanto en arenas como en aguas, se determina la masa total de microplásticos recolectados por sitio, pesando los filtros secos en una balanza analítica. La cuantificación de los microplásticos encontrados es un proceso tardado que conlleva mucho detenimiento y perspicacia, ya que se realiza mediante el conteo visual de las partículas encontradas con un estereoscopio que brinda diferentes niveles de aumento y que permite determinar las formas y colores como parámetros de análisis. Dentro de la categoría de formas describimos: fibras/filamentos, fragmentos, pellets, microesferas, film/láminas, esponjosa y gomaespuma (foam). Y dentro de la categoría de colores todos aquellos que puedan ser descritos y entendidos de forma certera. La expresión de los resultados para la abundancia se tendrá en número de ítems/m<sup>2</sup> para las arenas y en número de ítems/L para las aguas. Si se utiliza la masa de las partículas encontradas la expresión de resultados se hará en g/m<sup>2</sup> para arenas y g/L para aguas.

Finalmente, el proceso de análisis se concluye con la caracterización química de los tipos de plásticos encontrados en las muestras analizadas, para tal caso, se emplea espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier con reflectancia total atenuada (FTIR-ATR), que es una técnica que permite analizar muestras directamente en fase sólida o líquida sin ninguna preparación previa, lo que permite colocar las muestras de partículas encontradas en las arenas y aguas directamente en el equipo, sin ninguna preparación previa, solamente la limpieza superficial con agua ultrapura que se les realizó en la filtración y su posterior secado en horno para eliminar los restos de humedad. Es una técnica que se asemeja a contar con una huella, ya que brinda una comparación entre los resultados de las muestras y una biblioteca almacenada en su software que brinda información de los diferentes tipos de polímeros que se han recopilado, brindando la posibilidad de comprobar similitudes y confirmar su identidad química por patrones de concordancia.



**Foto 4. Recolección de capa superficial de arena en cuadrante para análisis de microplásticos.**



Fotografía de Laura Brenes Alfaro CICA-UCR

## 4. HALLAZGOS

Las determinaciones hasta este momento han brindado diferentes hallazgos, entre ellos se pueden denotar como en todas las 25 playas muestreadas, así como en todos los puntos de muestreo en aguas del Golfo de Nicoya, se han encontrado microplásticos.

Las abundancias de microplásticos y micropartículas son variables de una playa a otra y de una costa a la otra, inclusive puede haber playas que se encuentren muy cercanas y, aun así, presentan diferencias importantes en las cantidades encontradas.

En el caso de hallazgos en los muestreos de aguas costeras, sobresalen sobre todo las cantidades encontradas de fibras sintéticas y residuos de redes de pesca, así como importantes cantidades de micropartículas con tamaños por debajo de 1 milímetro. Se han encontrado también diferencias en las abundancias con respecto a la época seca y la época lluviosa, siendo esta última la que presenta mayores cantidades.

Se han encontrado casos particulares como los de Puntarenas en la costa del Pacífico costarricense, específicamente en el Paseo de los Turistas, en donde para el año 2019, cuando se realizó un primer muestreo, se contabilizaron más de 1400 ítems/m<sup>2</sup> de arena. Para un segundo muestreo realizado en el año 2021, se registraron más de 2900 ítems/m<sup>2</sup> de arena, lo que nos evidencia otro hallazgo importante, el aumento de abundancias con el tiempo, motivándonos a querer investigar por qué se producen tantos residuos plásticos en esta zona costera.

El segundo caso particular lo hemos encontrado en playa Cieneguita en la provincia de Limón y perteneciente a la costa del Caribe costarricense, en donde se han encontrado cantidades altas de pellets, que son estructuras redondeadas muy pequeñas, que se utilizan como materia prima para la fabricación de plásticos de mayor tamaño como botellas y recipientes. Esta zona costera no cuenta en sus proximidades con ninguna empresa o fábrica de plásticos, lo que nos hace pensar que es principalmente a través de la marea que estos residuos están llegando a la zona.

Con las determinaciones que se han llevado a cabo hasta el momento, podemos indicar que dentro de la categoría de formas más comunes encontradas están los fragmentos, los pellets y las fibras sintéticas. En correspondencia en colores mayormente visualizados se encuentran el azul, blanco, negro y verde. Y según su caracterización química, el polietileno tereftalato (PET), polipropileno (PP), nylon y poliamidas, son los tipos de plástico que representan las mayores abundancias reportadas.

## 5. CONSIDERACIONES

Este proyecto se encuentra actualmente en desarrollo y se ejecuta paralelamente con la determinación de otros estresores marinos contemplados en su propuesta investigativa como lo son la acidificación oceánica, los florecimientos algales nocivos (mareas rojas) y la eutrofización (contaminación por enriquecimiento de nutrientes).

Con la cuantificación y caracterización de microplásticos lo que se quiere lograr es brindar un acercamiento a toda la población costarricense sobre la problemática por este tipo de residuo y todos los efectos adversos que conllevan, tanto para el medio ambiente como para la salud humana.

Se tiene como objetivo la elaboración de un atlas o mapa de contaminación por microplásticos, que brinde una primera perspectiva de la situación actual en Costa Rica y que permita a su vez, brindar aportes al Objetivo de Desarrollo Sostenible 14 (vida submarina). La expectativa para la elaboración de este atlas de contaminación por residuos plásticos es de poder mantener el monitoreo de arenas y aguas de forma prolongada en el tiempo, con la idea de que sean miembros de la sociedad los que debidamente capacitados, puedan participar e involucrarse aportando estos muestreos, de forma que, a partir de un colectivo común, se logre abarcar la máxima extensión del país que sea posible.

Desde la ciencia y con el desarrollo de este proyecto, queremos incentivar lo que consideramos es una de las partes medulares para hacer cambios sostenidos en el tiempo y en cualquier sociedad, como lo es la participación ciudadana, en donde todas las personas con la información adecuada y suficiente sean aprendices y colaboradoras del bienestar ambiental común, favoreciendo la generación de soluciones integrales y la construcción de resultados que sirvan para impulsar a los tomadores de decisiones a promulgar acciones certeras y eficaces a favor de nuestros océanos, mares y zonas costeras.

Es nuestra esperanza que a partir de este proyecto de investigación y ojalá que, de muchos otros, sirvan para fomentar en Costa Rica una educación ambiental integral, óptima y realista desde las primeras etapas de la infancia, que se aprecie la educación ambiental como una materia transversal en la vida de cualquier persona, que le permita a todos los ciudadanos desde pequeños sentirse parte y responsables del ambiente, para dejar de lado el pensamiento de que la responsabilidad y el compromiso ambiental debe ser de los demás. Esta consideración conlleva también el involucramiento del gobierno a través del Ministerio de Educación y de su profesorado para que facilite, promueva y ejecute las acciones necesarias para instaurar programas de educación ambiental continua, con objetivos y metas medibles,

pero, sobre todo, con la idea de que pueden ser los forjadores de generaciones de cambio, tan necesarias para el medio ambiente que necesitamos proteger.

La acción sostenida de este proyecto de investigación que, aunque nacional, tiene implicaciones internacionales, será mantener y brindar información científica de los hallazgos que se tengan, así como capacitación y acompañamiento permanente, para que a partir de pequeñas y significativas acciones que pueden iniciarse desde casa, se expandan a la comunidad, al país, a la región, hasta cumplir con el anhelo de una respuesta mundial. En palabras de Mathias Cormann, actual secretario general de la OCDE: “es esencial que los países respondan mediante soluciones mundiales y coordinadas”. El trabajo por desarrollar en materia ambiental es de carácter mundial, hay que desarrollar el mercado de plástico reciclado, mejorar la innovación tecnológica con la que se cuenta actualmente, crear circuitos de gestión y reciclaje de plásticos accesibles en los países de ingresos mínimos y medios y alentar las negociaciones para un futuro tratado internacional sobre los plásticos.

La redacción de este artículo es también una invitación a reflexionar, a repensar nuestras prácticas diarias, a informarnos y, sobre todo una invitación a sentirnos partícipes del bienestar ambiental, que es finalmente, nuestro propio bienestar. Desde el país del “Pura Vida” hagamos la diferencia y seamos “Pura Vida” con el medio ambiente en nuestro presente y para nuestro futuro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, A. (2019). Who is where in the Plastisphere, and why does it matter? *Molecular Ecology Resources* 20(3), 617-619. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.13161>
- Bank, M. (Ed.) (2022). *Environmental Contamination Remediation and Management*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-78627-4>
- Chatterjee, S & Sharma, S. (2019). Microplastics in our oceans and marine health, *Field Actions Science Reports* (19), 54-61. <http://journals.openedition.org/factsreports/5257>
- Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valoración de Residuos (ENSRVR) (2016). Ministerio de Salud. <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos-left/documentos-ministerio-de-salud/ministerio-de-salud/planes-y-politicas-institucionales/planes-institucionales/estrategias-planes-institucionales/729-estrategia-nacional-de-reciclaje-2016-2021/file>
- Lee, M & Kim, H. (2022). Pandemic and Microplastic Pollution. *Nanomaterials* 12(5), 851. <https://doi.org/10.3390/nano12050851>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2022). *Global Plastics Outlook. Policy Scenarios to 2060*. OECD.org. [https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=1143\\_1143481-88j1bxuktr&title=Global-Plastics-Outlook-Policy-Scenarios-to-2060-Policy-Highlights](https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=1143_1143481-88j1bxuktr&title=Global-Plastics-Outlook-Policy-Scenarios-to-2060-Policy-Highlights)
- Rojo, E y Montoto, T. (2017). *Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global*. Ecologistas en Acción. <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/informe-basuras-marinas.pdf>

- Smith, M., Love, D., Rochman, C & Neff, R. (2018). Microplastics in Seafood and the Implications for Human Health. *Current Environmental Health Reports* (5). 375–386. <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0206-z>
- Tekman, M., Walther, B., Peter, C., Gutow, L. & Bergmann, M. (2022). *Impacts of plastic pollution in the oceans on marine species, biodiversity and ecosystems*. WWF Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5898684>.
- Zettler, E., Mincer, T. & Amaral, L. (2013). Life in the “Plastisphere”: Microbial Communities on Plastic Marine Debris. *Environ. Sci. Technol.* 47(13). 7137–7146. <https://doi.org/10.1021/es401288x>