

## ***DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS DE SANTIAGO DE CUBA. PRIMERA APROXIMACIÓN***

### ***DETERMINATION OF THE SANTIAGO DE CUBA'S PLASTIC WASTE FOOTPRINT. FIRST APPROACH***

Telvia Arias Lafarge<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2610-1451>  
Dunia Rodríguez Heredia<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4676-7314>  
Liz Martha Cotilla Ruiz<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0001-2967-5808>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

Recibido: Septiembre 9, 2025; Noviembre 1º, 2025; Aceptado: Noviembre 24, 2025

#### **RESUMEN**

##### **Introducción:**

Es importante el manejo adecuado de desechos sólidos para mejorar la calidad de vida y del entorno natural. En Santiago de Cuba se generan grandes cantidades de desechos sólidos, entre ellos los plásticos y se desconoce la huella que dejan a su paso. Los plásticos constituyen uno de los residuos que más se vierten sin tener en cuenta la posibilidad de aprovechamiento que poseen.

##### **Objetivo:**

Determinar la huella ecológica de los plásticos generados en Santiago de Cuba.

##### **Materiales y Métodos:**

Se determinó la huella ecológica de los plásticos desechados mediante la relación de las toneladas emitidas de dióxido de carbono y la fijación media de carbono. Las emisiones se obtuvieron a partir de la cantidad de plástico por el factor de emisión.

##### **Resultados y Discusión:**

Se muestra la variación de la huella ecológica por plásticos desechados entre el 2011 y el 2019. Se necesita un área de 31 980,49 hectáreas globales de bosque para asimilar las emisiones de dióxido de carbono, emitidas por los residuos plásticos generados en Santiago de Cuba solamente en el año 2019, resultado que equivale al 75,6 % de la



Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia *Creative Commons* Atribución-No Comercial 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales.

\* Autor para la correspondencia: Telvia Arias, Email: [tal@ou.edu.cu](mailto:tal@ou.edu.cu)



superficie del municipio “Julio Antonio Mella”.

**Conclusiones:**

En Santiago de Cuba ha existido un incremento en la huella ecológica de plásticos entre el 2011 y el 2019, lo que indica que es imprescindible generar un cambio sustancial en el modelo actual de generación y manejo de estos residuos hacia uno eficiente y con responsabilidad, en el que los plásticos no se conviertan en residuos.

**Palabras clave:** huella ecológica de plásticos; plásticos residuales; residuos sólidos.

**ABSTRACT**

**Introduction:**

Proper management of solid waste is important to improve quality of life and the natural environment. In Santiago de Cuba, large amounts of solid waste are generated, including plastics, and the footprint they leave behind is unknown. Plastics are among the most discarded wastes without considering their potential for reuse.

**Objective:**

To determine the ecological footprint of the plastics generated in Santiago de Cuba.

**Materials and Methods:**

The ecological footprint of discarded plastics was determined through the relationship between emitted tons of carbon dioxide and the average carbon fixation. Emissions were obtained from the amount of plastic multiplied by the emission factor.

**Results and Discussion:**

The variation of the ecological footprint from discarded plastics between 2011 and 2019 is shown. An area of 31,980.49 global hectares of forest is needed to assimilate the carbon dioxide emissions emitted by plastic waste generated in Santiago de Cuba in 2019 alone, a result equivalent to 75.6% of the surface area of the municipality "Julio Antonio Mella".

**Conclusions:**

In Santiago de Cuba, there has been an increase in the ecological footprint of plastics between 2011 and 2019, indicating the need to substantially change the current model of generation and management of this waste toward an efficient and responsible one, in which plastics do not become waste.

**Keywords:** ecological footprint of plastics; residual plastics; solid waste.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los desechos o residuos sólidos son cualquier producto, materia o sustancia sólida, resultante de la actividad humana o de la naturaleza, que ya no cumple con la función para la actividad que lo generó. Estos son conocidos comúnmente como “basura” y representan una amenaza por su producción excesiva e incontrolada, ya que, contribuyen a la contaminación de las aguas, la tierra, el aire, y también afean el paisaje, como bien explican Magallanes et al. (2021).

Grandes volúmenes de residuos sólidos se generan en la provincia de Santiago de Cuba, vertidos indiscriminadamente a los vertederos municipales, aunque antes contribuyen a la pérdida de la higiene comunal y la proliferación de vectores.

---

La huella ecológica analiza los patrones de consumo de recursos y la producción de desechos de una población determinada; expresados en áreas biológicamente productivas, necesarias para mantener tales servicios. Como explica Castillo (2007), es una herramienta que ayuda a analizar la demanda de naturaleza por parte de la humanidad.

En el plástico, los inventores encontraron un material ligero y duradero que puede utilizarse en todo. Sin embargo, las comodidades que ofrecen los plásticos han dado lugar a una cultura del usar y tirar que revela el lado oscuro de este material: hoy en día, los plásticos de un solo uso representan el 40 % del total que se produce cada año (Parker, 2024).

La amplia gama de propósitos y aplicaciones de productos y las propiedades de los plásticos (por ejemplo, durabilidad, reciclabilidad, ligereza), han llevado a una gran implementación exitosa de este material en la sociedad. Al ser principalmente de base fósil, con plásticos de base biológica y biodegradable, la extracción y producción de combustibles fósiles para materia prima y para la producción de energía conduce a impactos ambientales (Amadei et al., 2022).

La aplicación de plástico para productos de un solo uso destaca la relevancia de los patrones de consumo y los comportamientos de los consumidores en la alta demanda de plástico (Nielsen et al., 2020).

Welden (2020) explica que la contaminación plástica ha surgido como una presión ambiental, especialmente por la difusión mundial de plástico de un solo uso en las cadenas de suministro, la basura marina y las liberaciones de microplásticos. Los elementos o partículas plásticas emitidas al ambiente como resultado de la mala gestión de los residuos han contribuido a la contaminación plástica (Amadei et al., 2022).

A pesar de la creciente literatura que aborda los flujos de plástico y los impactos ambientales de la basura marina, faltan datos que permitan evaluaciones de impacto ambiental (Boucher et al., 2019). La información actualizada relacionada con los flujos de plástico es generalmente escasa, y las estadísticas disponibles difieren comúnmente con respecto a los sectores de plástico y polímeros abordados. La huella de plástico es la cantidad de plástico que, al final de su vida útil, acaba como residuo en el medio ambiente. En los últimos 70 años se han fabricado 8 mil millones de toneladas de plástico en todo el mundo, el problema es que el plástico nunca desaparece. Los plásticos más comunes, como el polietileno o el polipropileno, pueden llegar a tardar entre 500 y 1000 años en degradarse por completo en vertederos o ambientes naturales, debido a su resistencia a la descomposición.

La contaminación por plásticos es un problema ambiental global que amenaza a la biodiversidad del planeta, afectando prácticamente todos los ecosistemas. Específicamente, se han registrados impactos de la contaminación por plásticos en más de ochocientas especies marinas y costeras producto de su ingestión, enmalle, pesca fantasma, la dispersión de especies y degradación de hábitats (Sapag, 2020).

En este contexto, se hace necesario que las organizaciones midan la huella plástica de todas sus actividades y operaciones, identificando las diferentes vías por las que el plástico puede acabar como residuo en el ambiente.

A pesar de los esfuerzos positivos de los países para abordar la contaminación plástica, como la prohibición de ciertas formas de plásticos de un solo uso, un tratado mundial sobre los plásticos es esencial porque la contaminación plástica es transfronteriza y es un

---

factor principal de la pérdida de biodiversidad.

Para abordar mejor la triple crisis planetaria y garantizar la correcta implementación del Marco Mundial para la Diversidad Biológica (MBB), el Acuerdo de París, los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Agenda 2030, (2015) (ODS) y las iniciativas en el marco de la agenda más amplia sobre productos químicos, desechos y contaminación, un futuro tratado sobre plásticos, necesita un enfoque común y requiere una acción colectiva a escala mundial.

La contaminación plástica es un problema complejo sin soluciones fáciles, que requiere un enfoque multifacético que abarque desde la reducción drástica en la producción y consumo de plásticos de un solo uso, hasta la inversión en investigación para comprender mejor sus impactos y desarrollar alternativas verdaderamente sostenibles y biodegradables.

Según Nieto et al. (2021), la producción per cápita de residuos sólidos en la ciudad de Santiago de Cuba ascendió para el 2019 a 0,93 kg / hab/día, ligeramente superior al promedio para América Latina y el Caribe (ALC) de 0,90 kg / hab/día.

La generación de residuos sólidos urbanos por habitante en la provincia de Santiago de Cuba, ha variado en su cantidad, a medida que han ido incrementándose las actividades económicas relacionadas con la prestación de servicios, principalmente los turísticos, incidiendo en el aumento de los volúmenes de residuos generados, provocando que el control de los residuos no sea del todo eficaz. Esto ha aumentado el número de localizaciones utilizadas como vertederos no autorizados, con el agravante de que la cobertura de su saneamiento, según reportan Nieto et al. (2021), es la más baja del país con una cobertura solo del 88,2 %, por lo cual la generación de residuos sólidos pudo ser mucho mayor.

Resulta fundamental la innovación en el diseño de productos, promover sistemas de economía circular en los que el plástico se reutilice y recicle eficazmente, así como mejorar la gestión de residuos a nivel local. Es imprescindible apoyar las investigaciones científicas que continúan develando los efectos ocultos de los microplásticos y aquellas que busquen sustitutos ecológicos y biodegradables.

La transición hacia un futuro con menos plástico no será sencilla, pero es esencial para la salud del planeta. La herencia que se deje a las futuras generaciones depende de las acciones que se tomen para frenar esta marea plástica que amenaza con ahogar los mares y esterilizar la tierra.

Estados Unidos recicla menos del 10 % del plástico que desecha. Los investigadores han calculado que cada minuto llega al océano el equivalente a un camión de basura de plástico (Tabuchi & Saieed, 2025).

En Cuba, la resolución 96/2023, basada en la Ley 150 que se encuentra en la Gaceta Oficial No. 87 Ordinaria de 13 de septiembre, (2023), promueve el uso sostenible de recursos naturales y el medio ambiente. El reglamento tiene como objetivo dirigir a todos los sectores de la sociedad hacia prácticas de consumo y producción sostenibles. Se aplica tanto a nacionales como extranjeros en el país, obligando a todos a integrar medidas de sostenibilidad en sus actividades y estilos de vida. Igualmente se aborda la regulación de los plásticos desechables con el fin de reducir la contaminación, especialmente en el ambiente marino.

Las medidas de reducción incluyen: la reducción del uso de menaje plástico en áreas

---

ambientalmente sensibles, la disminución en la venta de recipientes y vasos desechables, el establecimiento de tasas a los productores para gestionar los residuos y fomentar alternativas menos contaminantes, la eliminación gradual de bolsas de plástico oxodegradables y la responsabilidad extendida al productor para cubrir costos de gestión y campañas de sensibilización sobre la contaminación. Todas las entidades que producen o utilizan plásticos de un solo uso deben incorporar acciones para reducir y sustituir estos productos.

Los residuos plásticos pueden ser manejados de diversas maneras. Se pueden utilizar operaciones mecánicas para obtener un producto de similares características que el producto original (Arandes et al., 2004). Aunque, debido a las limitaciones relacionadas con el tipo de materia prima, solo entre el 15 y el 20 % del total de los desechos plásticos es reciclado por este método. Por lo tanto, el reciclaje mecánico no es sostenible para gestionar la gran cantidad de residuos plásticos que se generan continuamente (Figuroa, 2023).

Arandes et al. (2004) explican que, con la fusión, los plásticos desechados son convertidos en productos de diferentes formas y con mayor espectro de aplicaciones, las cuales son diferentes a las del plástico original. Esta es la tecnología más usada hasta ahora, particularmente en la industria del automóvil, y se estima que sólo el 20 % de los plásticos que pueden ser reciclados de esta forma. También exponen que el reciclado "químico", persigue el aprovechamiento integral de los elementos constitutivos del plástico, por transformación del mismo en hidrocarburos, dependiendo del tipo de polímero, los cuales pueden ser materias primas integrables en la ruta de obtención de plásticos o en otras rutas de la industria petroquímica.

Otra opción que abordan es la incineración para recuperar energía térmica, mediante la cual se descomponen los desechos plásticos. En este último caso Nieto et al. (2021), lo valoran como un sistema para tratar la basura que consigue reducir su volumen hasta en un 90 % y su peso en un 75 %. Esta ruta presenta numerosos problemas de contaminación, incluida la liberación de gases tóxicos (hidrocarburos aromáticos policíclicos, bifenilos policlorados, dioxinas, y fosgeno) y polvo, que son perjudiciales para el ecosistema y suponen riesgos significativos para la salud humana.

El objetivo de la presente investigación fue determinar la huella ecológica de los plásticos generados en Santiago de Cuba.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

Según Leiva et al. (2012), para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> se emplean factores de emisión, obtenidos de diversas fuentes, se priorizan los factores de emisión locales, en caso de que estos no existan se utilizan factores aceptados internacionalmente. En algunos casos las emisiones se obtienen multiplicando los consumos por los factores de emisión. En el caso de disponer de datos de consumos se aplica directamente el factor de emisión y se obtienen las emisiones de CO<sub>2</sub>, tal y como se muestra en la ecuación 1, a partir de esta se determina el valor de la huella como refleja la ecuación 2.

$$\text{Emisiones } (t_{CO_2}/\text{año}) = \text{Consumo de plástico } (um) * \text{Factor de emisión} \quad (1)$$

$$HE(ha) = \frac{\text{Emisiones } (t_{CO_2})}{\text{Fijación media de carbono } \left( \frac{t_{CO_2}}{ha/año} \right)} \quad (2)$$

A pesar de la creciente literatura que aborda los flujos de plástico y los impactos ambientales de la basura marina, faltan datos que permitan evaluaciones de impacto ambiental. La información actualizada relacionada con los flujos de plástico es generalmente escasa, y las estadísticas disponibles difieren comúnmente con respecto a los sectores de plástico y polímeros abordados.

Boucher et al., (2019) exponen que si bien no existe una ecuación universalmente aceptada para calcular la huella de plástico (HEP), sí existen fórmulas y enfoques que se utilizan para estimarla, dependiendo del alcance y la profundidad del análisis que se quiera realizar.

En esta investigación se utilizó el enfoque simple basado en el peso, ecuación 3, una forma sencilla que proporciona una estimación básica de la cantidad de plástico que se ha desechado. No tiene en cuenta el tipo de plástico, su destino final ni otros factores relevantes.

$$HEP = \text{Cantidad de plástico desechado } (um) \quad (3)$$

Los factores de emisión se pueden encontrar en bases de datos de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) como SimaPro, GaBi, OpenLCA; en la literatura científica o informes de la industria. Algunas asociaciones de la industria del plástico publican datos sobre el impacto ambiental de sus productos y en los organismos gubernamentales, ya que algunas agencias ambientales gubernamentales publican datos sobre el impacto ambiental de diferentes materiales.

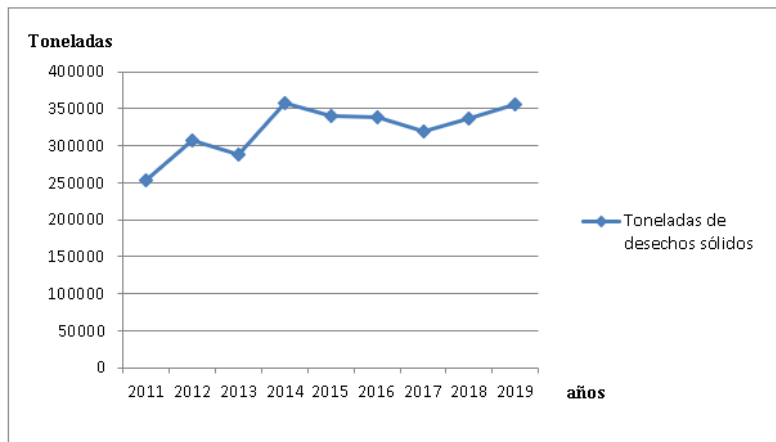
### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación es una primera aproximación a la huella de los residuos plásticos generados en la provincia de Santiago de Cuba. El estudio se centra en los años 2011 al 2019, pues los valores de desechos sólidos generados en ese período ya se encontraban reportados en otra investigación. Sin embargo, no se encontró ninguna referencia que mostrara el análisis de la huella provocada por ellos. El tema continúa siendo investigado para el período 2020 al 2025.

La figura 1 refleja las toneladas de desechos sólidos generados en la provincia Santiago de Cuba desde el 2011 al 2019, según reportaron Nieto et al. (2021). Como se puede apreciar en el período mostrado hubo fluctuaciones en la generación de desechos sólidos. Instituciones como el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI) han reportado que entre el 8 y el 12 % de los residuos sólidos que se generan en Cuba corresponden a plásticos. Para esta investigación se asume el 12 %, teniendo en cuenta que la ciudad es la segunda en importancia del país y que mantiene un flujo considerable de turistas debido a la infraestructura hotelera. Pudiera parecer poco importante analizar la situación de los plásticos que se desechan por el volumen que representan del total. Sin embargo, en Santiago de Cuba no se han realizado, hasta el momento, investigaciones que sugieran la

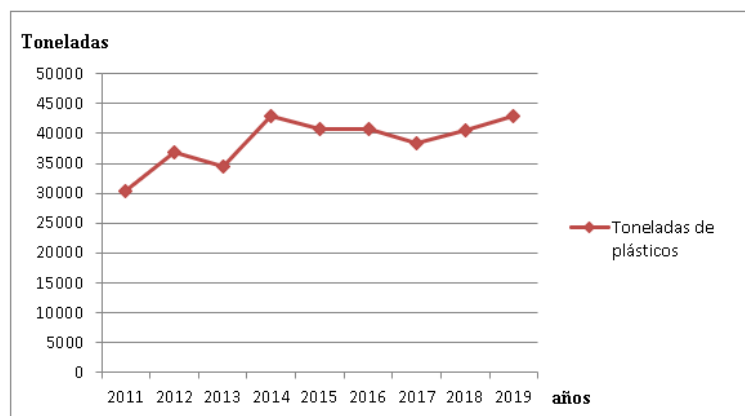
---

disminución de este tipo de residuos, a pesar de que pueden tener un valor agregado, y estos solo contribuyen a la contaminación ambiental. Este es el primero de varios artículos en los que se pretende abordar la situación ambiental en el territorio santiaguero y presentar opciones para mejorarla.



**Figura 1.** Desechos sólidos generados en Santiago de Cuba desde el 2011 al 2019  
Fuente: Nieto et al. (2021)

En el 2011, año en el que se reporta la menor generación de desechos sólidos, se generaron aproximadamente 253 217,2 t de residuos sólidos, teniendo en cuenta lo anterior, se estima una cantidad de 30 386,06 t de plásticos. La figura 2 muestra las toneladas de plástico desechadas en el territorio santiaguero en el período que se analiza, tomando como referencia los desechos sólidos reportados por Nieto et al. (2021).



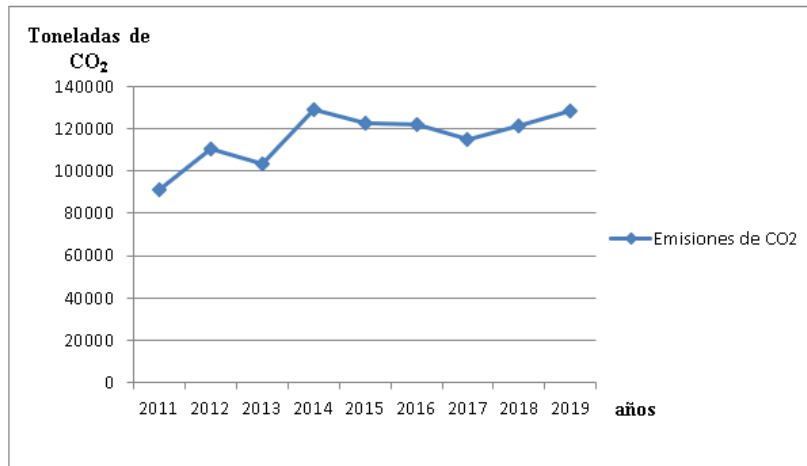
**Figura 2.** Plásticos desechados en Santiago de Cuba desde el 2011 al 2019

Si se toma un índice de 3 t de CO<sub>2</sub> por cada tonelada de petróleo (tep) consumida, entonces se puede determinar la emisión de CO<sub>2</sub> correspondiente según la ecuación 1.

$$Emisiones_{2011} = 30\,386,06 * 3 = 91\,158,19 \frac{t_{CO_2}}{año} \text{ por fabricación de plásticos}$$

Siguiendo el procedimiento se obtiene la figura 3 en la que se refleja el comportamiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> por el plástico consumido en el período. Como se puede apreciar

el comportamiento es fluctuante, sin embargo, se manifiesta una tendencia a incrementar las emisiones de CO<sub>2</sub>, siendo los mayores valores los correspondientes a los años 2014 y 2019.



**Figura 3.** Comportamiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> por el plástico consumido del 2011 al 2019

La fijación media de carbono para un terreno forestal cubano, que se acumula en biomasa (viva y muerta) y suelo (tierra vegetal y suelo mineral), se estima en 5,06 tCO<sub>2</sub> / ha/año. (Manso, 2001; (Leiva-Mas et al., 2011)). La estimación de HE, fue convertida a hectáreas globales (hag) aplicando factores de equivalencia según la categoría de superficie productiva establecido por Global Footprint Network Atlas (2010), permitiendo compararla con las métricas de capacidad biológica. En este caso el factor es 1,26 teniendo en cuenta que es un residuo.

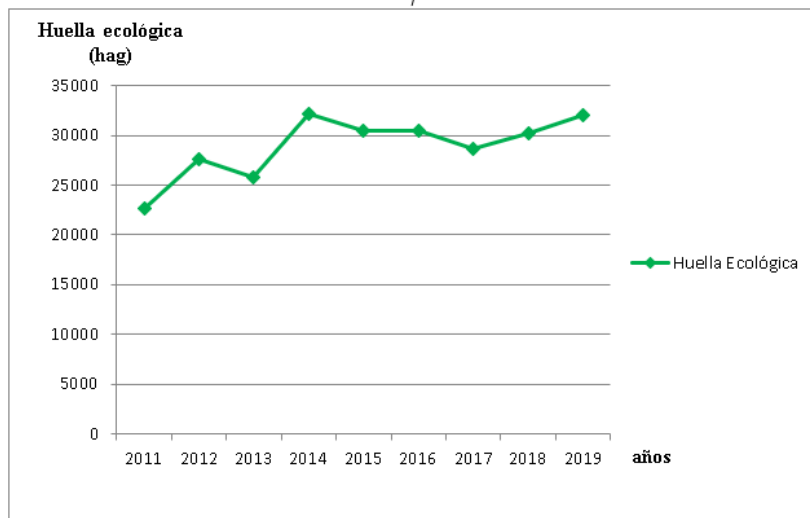
$$HE_{2011} = \frac{91\,158,19 \text{ t}_{CO_2}/\text{año}}{5,06 \frac{\text{t}_{CO_2}}{\text{ha}/\text{año}}} = 18\,015,45 \text{ ha} * 1,26 = 22\,699,47 \text{ hag}$$

Con este procedimiento se obtuvo la figura 4 en la que se refleja el comportamiento de la HE de los plásticos desechados en el período analizado.

Como se puede apreciar ha existido un incremento en la huella ecológica de los plásticos en la provincia entre el 2011 y el 2019. Ello revela la necesidad de alertar sobre el consumo indiscriminado de plásticos.

Lo obtenido indica que se necesitaba un área de 31 980,49 hag de bosque estándar mundial para asimilar las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas por los residuos plásticos generados en el año 2019.

La provincia está conformada por nueve municipios: Santiago de Cuba, Julio Antonio Mella, Songo – La Maya, Guamá, Segundo Frente, Tercer Frente, Palma, San Luis y Contramaestre. Para establecer una comparación que permita un mejor entendimiento de la huella calculada en el 2019 (25 381,34 ha), este resultado equivale al 75,6 % de la superficie del municipio “Julio Antonio Mella”, con una extensión superficial de 33 570 ha, según exponen Diburnet et al. (2024).



**Figura 4.** Comportamiento de la HE por el plástico consumido desde el 2011 al 2019

Debe señalarse que las condiciones de vida han variado considerablemente en los últimos seis años. Se han implementado nuevas estructuras turísticas (hoteles, restaurantes, pequeñas y medianas industrias, entre otros) y nuevos gestores económicos, que de una forma u otra contribuyen al incremento del trasiego y consumo de productos en envases plásticos. Es por ello que puede considerarse que en la actualidad la huella ecológica de los plásticos se ha incrementado.

Por otro lado, recuperar dos toneladas de plástico equivale a ahorrar una tonelada de petróleo según reportan Sánchez et al. (2023). Teniendo en cuenta esto se ahorrarían aproximadamente 21 404, 93 t de petróleo si las 42 809, 86 t de plásticos generados en la provincia fueran reutilizadas.

Según datos proporcionados por la Refinería Hermanos Díaz, correspondientes al 2019, una tonelada de petróleo costaba alrededor de 9 757, 56 USD por lo que el país hubiera dejado de pagar 209 millones de USD aproximadamente por reutilizar ese plástico.

Para fabricar un kilogramo de plástico desde sus materias primas, se emiten 3,5 kg de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, mientras que, por cada kilogramo de plástico que se fabrica con materia reciclada se emiten 1,7 kg de CO<sub>2</sub>. Se dejarían de producir por reutilizar ese plástico 1,8 kg de CO<sub>2</sub>.

$$Emisiones = 42\,809\,860 * 1,7$$

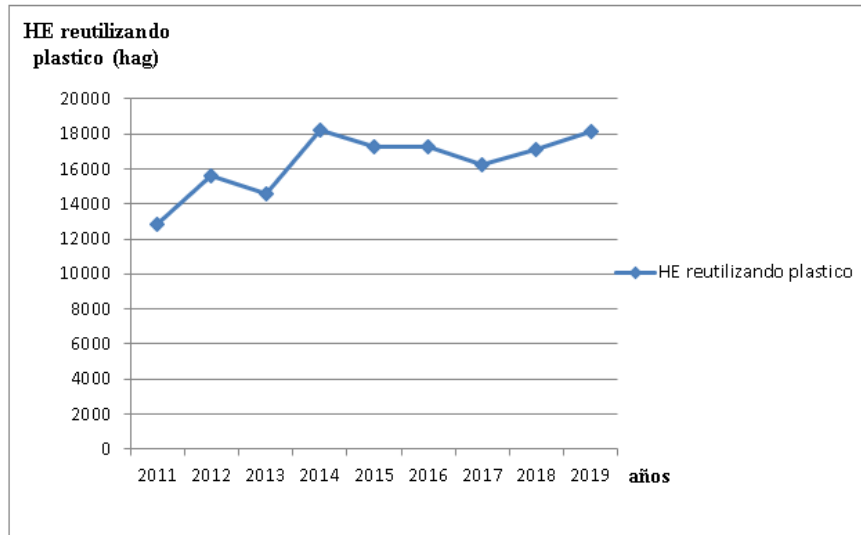
$$Emisiones = 72\,776,76 \text{ t}_{CO_2}/\text{año por plástico reutilizado}$$

Luego:

$$HE = \frac{72\,776,76 \text{ t}_{CO_2}/\text{año}}{5,06 \frac{\text{t}_{CO_2}}{\text{ha/año}}} = 14\,382,76 \text{ ha} * 1,26 = 18\,122,28 \text{ hag}$$

La figura 5 muestra la huella ecológica obtenida en el período estudiado si se hubiese recuperado y reciclado el plástico desechado en el territorio santiaguero. Independientemente de que se mantiene una tendencia al crecimiento, se puede apreciar que los valores son significativamente menores. Importante señalar que se generaron en

la provincia Santiago de Cuba 42 809 860 kg de plástico, si se reciclaran implicaría dejar de emitir 1,8 kg de CO<sub>2</sub> por kilogramo de plástico, de ahí se puede decir que el reuso del plástico de la provincia significaría la emisión de 72 776,76 tCO<sub>2</sub>/año, generando una huella de 18 122,28 hag, evidentemente inferior a la producida por los plásticos fabricados desde cero. Ello demuestra que se dejarían de emitir a la atmósfera 55 652,82 tCO<sub>2</sub>/año por reutilizar ese plástico.



**Figura 5.** Comportamiento de la HE reutilizando plástico

La huella total por la fabricación de los plásticos y por el ahorro de petróleo a través de la reutilización de dichos plásticos es de 50 102,77 hag. Resulta importante que se reciclen los plásticos en todo el territorio pues de ese modo se comienza a cumplir con lo expuesto en el capítulo 2 de la Ley 150, que se encuentra en la Gaceta Oficial No. 87 Ordinaria de 13 de septiembre, (2023), el que aborda la regulación de los plásticos desechables o de un solo uso con el fin de reducir la contaminación.

#### 4. CONCLUSIONES

En la provincia Santiago de Cuba ha existido un incremento en la huella ecológica de los plásticos entre el 2011 y el 2019. En el año 2019 la huella de plásticos ascendió a 31 980,49 hag, equivalente al 75,6 % de la superficie del municipio “Julio Antonio Mella”. Esto indica que es imprescindible generar un cambio sustancial en el modelo actual de generación y manejo de estos residuos hacia uno eficiente y con responsabilidad, en el que los plásticos no se conviertan en residuos, sino que regresen a la cadena productiva.

#### REFERENCIAS

- Amadei, A. M., Sanyé-Mengual, E., & Sala, S. (2022). Modeling the EU plastic footprint: Exploring data sources and littering potential. *Resources, Conservation and Recycling*, 178, 106086. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344921006947>
- Arandes, J. M., Bilbao, J., & López, D. (2004). Reciclado de residuos plásticos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 5(1), 28-45. <https://reviberpol.org/articulos-publicados-en-numeros-anteriores/2004-2/>

- Boucher, J., Dubois, C., Kounina, A., & Puydarrieux, P. (2019). *Review of plastic footprint methodologies: Laying the foundation for the development of a standardised plastic footprint measurement tool*. Gland, Switzerland: IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.10.en>
- Castillo, R. (2007). Algunos aspectos de la huella ecológica. *InterSedes: Revista de las sedes regionales*, 8(14), 11-25. <https://www.redalyc.org/pdf/666/66615071002.pdf>
- Diburnet, S. D., Ávila, M. B. O., Pérez, O. A. B., & Aguilera, R. R. (2024). Gestión de la recreación-animación en el municipio "Julio Antonio Mella" de Santiago de Cuba. *Compendium: Cuadernos de Economía y Administración*, 11(1), 15-26. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9486377>
- Figuroa, G. M. (2023). Producción de combustibles a partir de desechos plásticos mediante procesos de reciclado químico. *Publicaciones en ciencias y tecnología*, 17(1), 32-46. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9210082.pdf>
- Gaceta Oficial No. 87 Ordinaria de 13 de septiembre. (2023). Resolución 96/2023 "Reglamento para el trabajo en consumo y producción sostenibles, economía circular y la reducción paulatina de los plásticos desechables o de un solo uso" (GOC-2023-782-O87). <https://cuba.vlex.com/source/13127/issue/2023/09/13>
- Global Footprint Network Atlas. (2010). *Ecological footprint atlas 2010*. Retrieved May, 25, 2014. [https://www.uky.edu/~tmute2/GEI-Web/password-protect/GEI-readings/Ecological Footprint Atlas 2010.pdf](https://www.uky.edu/~tmute2/GEI-Web/password-protect/GEI-readings/Ecological_Footprint_Atlas_2010.pdf)
- Leiva, J., Rodríguez, I. L., & Martínez, P. (2012). Cálculo de la huella ecológica en universidades cubanas. Caso de estudio: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, *Afinidad*, 69(557), 30-34. <https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/268345/355916>
- Leiva-Mas, J., Rodríguez-Rico, I., & Quintana-Pérez, C. (2011). Cálculo de la huella ecológica de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. *Revista Tecnología Química*, 31(1), 60-67. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852011000100006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852011000100006)
- Magallanes, D. I., Filian, H. D., De La Cruz, S. T., & Santana, J. B. (2021). Efectos de la contaminación ambiental producidos por los desechos sólidos. *Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación*, 5(38), 149-155. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol5iss38.2021pp149-155>
- Manso, R. (2001). Resultado de la estimación de la captura de carbón en Cuba entre los años 1989 y 1997. Simposio internacional de medición y monitoreo de la captura en ecosistemas forestales. Valdivia, Chile.
- Nielsen, T. D., Hasselbalch, J., Holmberg, K., & Stripple, J. (2020). Politics and the plastic crisis: A review throughout the plastic life cycle. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 9(1), e360. <https://doi.org/10.1002/wene.360>
- Nieto, J. D., Moreno, R. R., & Medel, F. (2021). Evaluación del potencial energético de los residuos sólidos en Santiago de Cuba. *Anuario Facultad de ciencias Económicas y Empresariales*, 90-108. <https://anuarioeco.uo.edu.cu/index.php/aeco/article/view/5218>
-

- Objetivos de Desarrollo Sostenible. Agenda 2030. (2015). Cuba. <https://www.presidencia.gob.cu/es/gobierno/objetivos-de-desarrollo-sostenible-en-cuba/>
- Sánchez, A. R., Espitia, M. R., & Tovar, D. C. (2023). El compostaje como estrategia pedagógica: Una mirada desde la Educación Ambiental. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 4568-4588. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i2.5671](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5671)
- Sapag, C. (2020). Estudio científico estima que los desechos plásticos superarán los esfuerzos para mitigar la contaminación por este material. *OCEANA Protegiendo los océanos del mundo*. <https://chile.oceana.org/blog/estudio-cientifico-estima-que-los-desechos-plasticos-superaran-los-esfuerzos-para-mitigar-la/>
- Tabuchi, H., & Saieed, Z. (2025). EE. UU. envía mucha basura de plástico al extranjero. Malasia dice ‘no, gracias’. *The New York times*. <https://www.nytimes.com/es/2025/07/02/espanol/tiempo-y-clima/exportacion-basura-estados-unidos.html>
- Parker, L. (2024). Por qué la contaminación por plásticos se convirtió en una crisis mundial. *National geographic*. <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2024/04/por-que-la-contaminacion-por-plasticos-se-convirtio-en-una-crisis-mundial>
- Welden, N. A. (2020). The environmental impacts of plastic pollution. En Trevor M. Letcher (Ed.) *Plastic waste and recycling* (pp. 195-222). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817880-5.00008-6>

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- M.Sc. Telvia Arias Lafarge. Investigación, redacción - revisión y edición.
  - M.Sc. Dunia Rodríguez Heredia. Investigación, redacción - revisión y edición.
  - Ing. Liz Martha Cotilla Ruiz. Investigación.
-