



Basura en el paraíso: desechos marinos en las playas de la isla de San Andrés, Reserva de Biosfera Seaflower, Caribe colombiano

Trash in paradise: marine debris on the beaches of San Andrés Island, Seaflower Biosphere Reserve, Colombian Caribbean

Brigitte Gavio^{1,2*}, July Paulin Vargas-Llanos³ y José Ernesto Mancera-Pineda^{1,2}

0000-0001-5364-3374

0000-0003-2415-391X

0000-0003-2948-3387

1. Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe, San Luis Free Town, San Andrés isla, Colombia. bgavio@unal.edu.co*

2. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias–Universidad Nacional de Colombia, Carrera 30 Calle 45, Bogotá, Colombia. jemancerap@unal.edu.co

3. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Programa de Ingeniería Química, Medellín, Colombia. jpargasl@unal.edu.co

* Autor de correspondencia.

RESUMEN

Los residuos sólidos constituyen una grave amenaza para la fauna marina, y pueden afectar negativamente actividades como turismo, pesca y navegación. La isla de San Andrés es uno de los principales destinos turísticos de Colombia, y su principal atractivo son las playas y los ecosistemas marinos. Sin embargo, un comportamiento impropio de parte de turistas y residentes sobre la disposición de los residuos sólidos puede afectar la estética de las playas de la isla y también perjudicar la diversidad marina. El objetivo de esa investigación fue determinar la cantidad de residuos sólidos en las principales playas de la isla. Se muestrearon tres playas turísticas por 10 semanas. Se colectaron 9894 unidades de residuos, equivalentes a 23 212,47 g. El grado de limpieza de cada playa fue estimado usando el Clean Coast Index; dos de las tres playas resultaron "muy sucias" mientras la tercera resultó "sucia". La mayor parte de los residuos estuvo constituida por plástico (59,5 % del peso total), seguido por vidrio (20,4 %). Debido a los efectos negativos y la persistencia de los residuos sólidos sobre la fauna costera, es necesario mejorar el manejo de los residuos sólidos en la isla, y mejorar los programas educativos para residentes y turistas.

PALABRAS CLAVE: Clean Coast Index, Caribe colombiano, plástico, limpieza de las playas.

ABSTRACT

San Andres Island is one of the main touristic places in Colombia, and its main attractions are its sandy beaches and the marine coastal ecosystems, such as coral reef and seagrass beds. However improper behavior of both residents and tourists on solid residue disposal may threaten not only the aesthetic of the island's beaches, but also poses risk to marine life. The objective of this research was to assess the amount of litter on the main beaches of the island. We surveyed three popular beaches for ten weeks. We collected 9894 units of litter, equivalent to a weight of 23 212.47 g. Beach cleanliness was estimated using the Clean Coast Index, and two of the three sites resulted "extremely dirty", while the third was classified as "dirty". The majority of the litter was plastic (59.5 % of total weight), followed by glass (20.4 %). Due to the persistence and negative effects of solid waste on coastal fauna, it is necessary to improve the management of litter disposal, and improve educational programs for both residents and tourists, to increase their awareness on the problem.

KEYWORDS: Clean Coast Index, Colombian Caribbean, plastic debris, beach cleanness.

DOI: <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2022.51.1.996>

Publicado por Invemar

Este es un manuscrito de acceso abierto bajo la licencia CC Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual

Published by Invemar

This is an open Access article under the CC BY-NC-SA

INTRODUCCIÓN

La diversidad marina se encuentra amenazada por diferentes perturbaciones antropogénicas como la sobreexplotación, la introducción de especies invasoras, la alteración del uso de la tierra, la contaminación y el cambio climático (Beatley, 1991; National Research Council, 1995; Irish y Norse, 1996; Ormond *et al.*, 1997; Tickel, 1997; Snelgrove, 1999; Mancera *et al.*, 2013). Entre estas amenazas, la contaminación por desechos de plástico constituye un gran riesgo para la vida marina (Liebezeit and Dubaish, 2012).

Los desechos sólidos en el medio ambiente marino solo se han tratado recientemente como un problema científico complejo. Hoy en día, la fragmentación y acumulación de desechos no degradables en el medio ambiente marino se considera “el cambio reciente más ubicuo y duradero en la superficie de nuestro planeta” (Barnes *et al.*, 2009).

Aunque los tipos de desechos que se encuentran en el océano son diversos, los plásticos constituyen una cantidad considerable porque tienden a no descomponerse (Galvani *et al.*, 1996). Los objetos de metal o vidrio, junto con los aparejos de pesca que se descartan o abandonan, también se encuentran entre los tipos de desechos más comunes. (Hess *et al.*, 1999; Backhurst and Cole, 2000; Chiappone *et al.*, 2002; Keller *et al.*, 2010).

Los plásticos, sintetizados desde hace poco más de un siglo (Gorman, 1993), son polímeros orgánicos ligeros, fuertes, durables y poco costosos (Laist, 1987). Dadas estas características, los desechos plásticos representan un riesgo serio para el medio ambiente marino (Laist, 1987; Pruter, 1987).

Debido a su alta flotabilidad, los desechos plásticos se dispersan sobre grandes superficies, generando cargas significativas y crecientes que pueden asentarse en sedimentos y persistir por siglos (Ryan, 1987b; Hansen, 1990; Goldberg, 1995, 1997). Los desechos marinos flotantes pueden servir como vector de introducción de diversos organismos a nuevos hábitats, lo que facilita la propagación de especies invasoras (Bravo *et al.*, 2009; Reech *et al.*, 2016).

Asimismo, los desechos flotantes representan una amenaza para la vida silvestre marina. Animales como aves marinas, mamíferos marinos, tortugas y peces suelen confundir las bolsas de plástico, los gránulos de plástico, el poliestireno extruido y otros plásticos flotantes con su comida. La ingestión de esos materiales reduce el volumen efectivo del estómago, introduce químicos tóxicos y, en casos extremos, causa la muerte por asfixia o por bloqueo del tracto digestivo

INTRODUCTION

Marine diversity is threatened by different disturbances of anthropic origin such as overexploitation, introduction of invasive species, alteration of land use, contamination and climate change (Beatley, 1991; National Research Council, 1995; Irish and Norse, 1996; Ormond *et al.*, 1997; Tickel, 1997; Snelgrove, 1999; Mancera *et al.*, 2013). Among these threats, plastic debris contamination constitutes a great hazard to marine life (Liebezeit and Dubaish, 2012).

Solid wastes in the marine environment have only recently been treated as a complex scientific problem. Today the fragmentation and accumulation of non-degradable debris in the marine environment is considered the “most ubiquitous and long-lasting recent change to the surface of our planet” (Barnes *et al.*, 2009).

Although the types of debris found in the ocean are diverse, plastics account for a considerable quantity because they tend not to decompose (Galvani *et al.*, 1996). Metal or glass objects together with discarded or derelict fishing gear are also among the commonly reported debris types (Hess *et al.*, 1999; Backhurst and Cole, 2000; Chiappone *et al.*, 2002; Keller *et al.*, 2010).

Plastics, synthesized for just over a century (Gorman, 1993), are lightweight, strong, durable and inexpensive organic polymers (Laist, 1987). Due to these same characteristics, plastic waste represents a serious hazard to the marine environment (Laist, 1987; Pruter, 1987).

Due to the high buoyancy, plastic debris is dispersed over large areas, generating significant and increasing loads that can settle in sediments and persist for centuries (Ryan, 1987b; Hansen, 1990; Goldberg, 1995, 1997). Floating marine debris may serve as introduction vector for a variety of organisms to new habitats, facilitating the spread of invasive species (Bravo *et al.*, 2009, Reech *et al.*, 2016).

Moreover, floating debris pose a threat to marine wildlife. Animals like seabirds, marine mammals, turtles and fish often confuse plastic bags, plastic pellets, styrofoam and other floating plastic with their food; the ingestion of these materials reduce effective stomach volume, introduce toxic chemicals and, in extreme cases, cause death by suffocation or blocking the digestive tract (Ryan, 2008; Mrosovsky *et al.*, 2009; Tourinho *et al.*, 2010; Lazar and Gracan, 2011; Possatto *et al.*, 2011). Furthermore, wildlife may get entangled in these residues, which cause injuries or may threaten the life of the animals trapped in them (Boren *et al.*, 2006; Moore *et al.*,

(Ryan, 2008; Mrosovsky *et al.*, 2009; Tourinho *et al.*, 2010; Lazar y Gracan, 2011; Possatto *et al.*, 2011). Además, la fauna silvestre puede enredarse en estos residuos, que causan heridas o pueden amenazar la vida de los animales atrapados en ellos (Boren *et al.*, 2006; Moore *et al.*, 2009; Raum-Suryan *et al.*, 2009; Udyawer *et al.*, 2013). La partición de plástico en los sedimentos del océano induce anoxia e hipoxia, interfiriendo con las funciones del ecosistema y afectando a los organismos que viven en esos sedimentos (Islam y Tanaka, 2004; Aloy *et al.*, 2011).

Adicional a los problemas ambientales, la incidencia de la basura marina ha sido asociada con pérdidas económicas debido a la pérdida del valor estético de las playas y los riesgos para sus usuarios (Santos *et al.*, 2005). Es necesario documentar y comprender mejor esta relación para que la gestión de las zonas costeras sea más eficiente.

La Reserva de la Biosfera Seaflower, una de las áreas marinas protegidas más grandes en el Caribe, recibe más de 600 000 turistas cada año. Por ende, el turismo y el comercio representan la principal fuente de ingresos de este archipiélago. San Andrés, la isla más grande, encaja con la descripción del típico país insular caribeño: depende en gran medida del turismo; su población aumentó con muy poca o ninguna planificación del territorio, lo que condujo a un desarrollo costero caótico; y la principal atracción turística es la fórmula de ‘sol, arena y mar’ (Gavio *et al.*, 2010). Teniendo en cuenta que la basura playera puede comprometer seriamente el negocio del turismo en la isla, así como las características naturales y de vida silvestre por las cuales la Unesco ha reconocido a la isla, el objetivo de este artículo fue determinar la cantidad y el tipo de los desechos playeros en las costas de la isla como un primer paso para un plan de gestión específico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

San Andrés es una pequeña isla (Figura 1) ubicada entre 12°28'58'' y 12°35'55'' N y entre 81°40'49'' y 81°43'23'' W (IGAC, 1986). El área de la playa es aproximadamente 0,1 km². Hace parte del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, y es el centro administrativo del departamento y el principal destino turístico. La población está concentrada en la parte norte de la isla (alrededor de 7000 habitantes/km²), así como el turismo. Hacia el centro y el sur, la densidad de población es mucho más baja, y la isla aún mantiene características rurales.

2009; Raum-Suryan *et al.*, 2009; Udyawer *et al.*, 2013). Plastic partition in the ocean sediments induces anoxia and hypoxia, interfering with ecosystem functions and affecting the organisms living in those sediments (Islam and Tanaka, 2004; Aloy *et al.*, 2011).

In addition to the environmental problems, the incidence of marine litter has been related to economic losses due to the loss of the aesthetic value of the beach, and risks for beach users (Santos *et al.*, 2005). This relationship needs to be better documented and understood in order to make coastal zone management more efficient.

The Seaflower Biosphere Reserve, one of the biggest marine protected areas in the Caribbean, receives more than 600 thousand tourists every year, thus tourism and commerce represent the main income for this archipelago. San Andres, the biggest island, fits well as a typical Caribbean insular country: it is highly dependent on tourism, its population increased with little or no land planification, leading to a chaotic coastal development, and the main tourist attraction is the “sun, sand and sea” formula (Gavio *et al.*, 2010). Considering that beach litter may seriously compromise the tourism business in the island, as well as the wildlife and natural settings the island has been recognized for by Unesco, the objective of this article was to determine the amount and the type of beach debris on the island’s coast, as a first step for a specific management plan.

MATERIALS AND METHODS

Study site

San Andrés is a small island (Figure 1) that lies between 12°28'58'' and 12°35'55'' N and 81°40'49'' and 81°43'23'' W (IGAC, 1986). The beach area is around 0,1 km². It forms part of the Archipelago of San Andrés, Providencia and Santa Catalina, and it is the administrative center of the Department, and the main touristic target. The population is concentrated in the northern part of the island (around 7000 habitants/km²), as well as the tourism. Towards the center and the south, the population density is much lower, and the island still maintains rural characteristics.

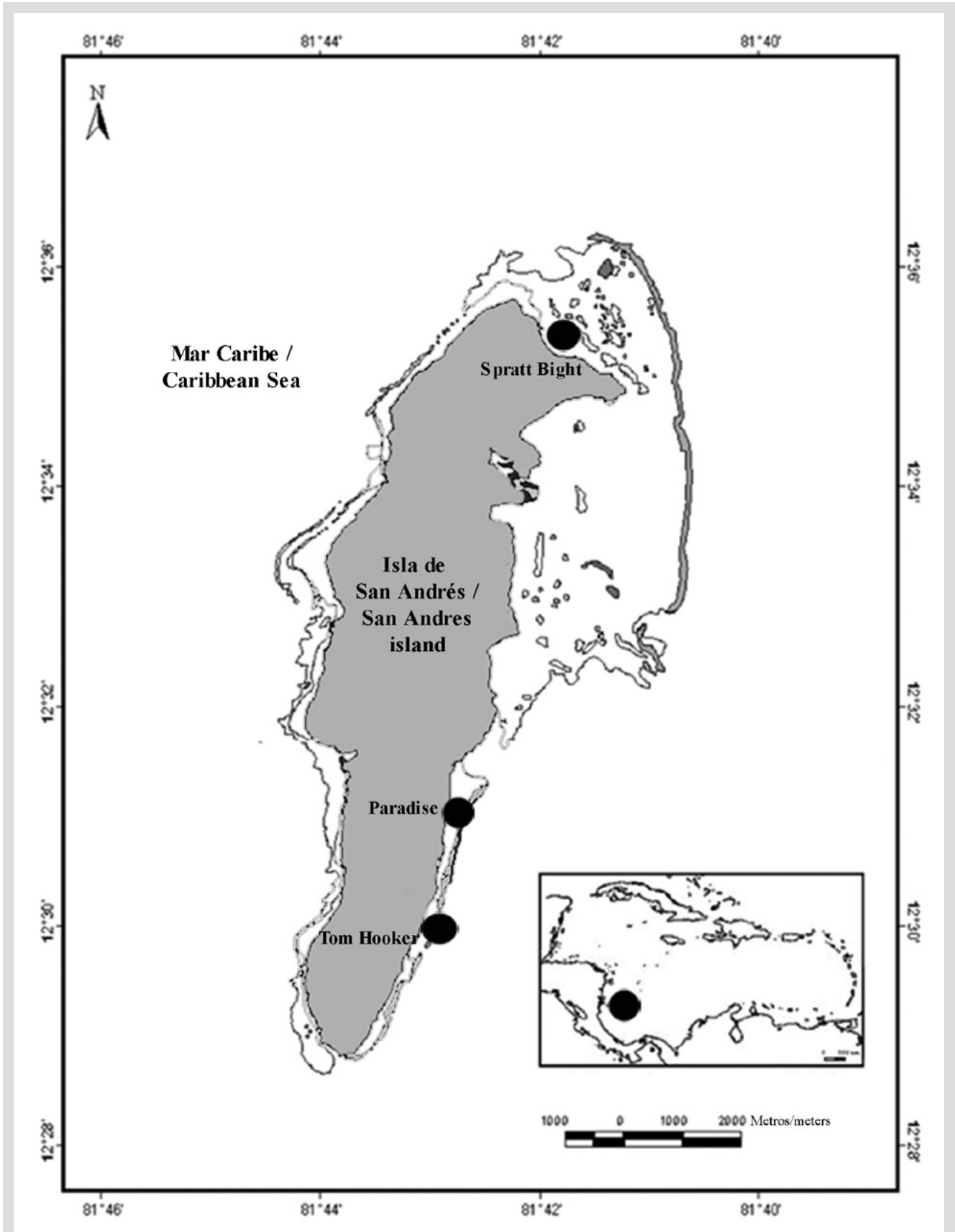


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo a lo largo de la costa de la isla de San Andrés

Figure 1. Location of sampling sites along the coast of San Andrés Island.

La isla tiene origen volcánico (Díaz *et al.*, 1996). La plataforma marina en el lado oriental es poco profunda y llega hasta los arrecifes de coral en el océano abierto, los cuales mitigan el oleaje. En esta terraza submarina hay depósitos de coral, algas coralinas, erizos de mar y otros animales que producen arena calcárea (Geister, 1975). En el lado occidental de la isla, la transición es mucho más abrupta, con acantilados que indican una fuerte erosión marina y la ausencia de playas (IGAC, 1986).

La isla está en la zona de transición entre un clima seco tropical y un clima húmedo tropical. La precipitación media anual es de 1797,8 mm, distribuida irregularmente en una estación seca (enero-abril), con vientos más fuertes, y una estación húmeda (octubre-diciembre) cuando cae 80 % de las lluvias anuales. Durante el periodo entre mayo y julio, las lluvias tienen una intensidad moderada (IDEAM, 1995). Las corrientes predominantes alrededor de la isla de San Andrés son causadas por los vientos alisios del noreste (Díaz *et al.*, 1995). Las corrientes interceptan la isla por el noreste, pasando por la barrera de arrecifes y desviándose hacia el sur de la isla.

Protocolo de monitoreo

Según la Secretaría de Turismo, un total de 678 850 turistas visitaron la isla en 2013, con 183 094 visitantes en los primeros tres meses del año (Newball, 2013). No hay temporada alta para el turismo de la isla, y la afluencia de turistas es constante a lo largo del año.

Se seleccionaron tres playas turísticas como sitios de muestreo: Spratt Bight, Paradise Beach y Tom Hooker (Figura 1). Spratt Bight es la playa principal ubicada en la parte norte de la isla, donde vive la mayoría de la población local y donde están ubicados el centro de la ciudad, el comercio y la mayoría de hoteles. Por lo tanto, es la playa más accesible tanto para los locales como para los turistas. Paradise Beach y Tom Hooker están ubicadas en la región oriental de la isla, hacia el sur. Paradise Beach es una playa turística, con pequeños restaurantes en la playa misma y algunos hoteles en los alrededores. La pequeña población de San Luis está cerca. Es una playa turística, pero con mucha menos afluencia que Spratt Bight. Tom Hooker, ubicada más al sur, es una pequeña playa a la que usualmente van pocos turistas. La playa es visitada principalmente por residentes que viven cerca. Por ende, las tres playas se escogieron con base en su afluencia diferencial de personas y por el tipo de gente que usualmente las visita, turistas *versus* residentes.

The island is volcanic in origin (Díaz *et al.*, 1996). The marine platform on the eastern side is shallow and gets to the coral reefs in the open ocean, which mitigate the waves. On this submarine terrace there are deposits of corals, coralline algae, sea urchins, and other animals, which produce calcareous sand (Geister, 1975). On the west side of the island, the transition is much more abrupt, with cliffs indicating strong marine erosion and absence of beaches (IGAC, 1986).

The island lies in the transition zone between tropical dry and tropical wet climate. The annual mean precipitation is 1797.8 mm, unevenly distributed in a dry season (January–April), with stronger winds, and a wet season (October–December) when 80 % of the annual rain falls. During the period May–July the rain is moderate in intensity (IDEAM, 1995). The predominant currents around San Andres Island are caused by the north-east trade winds (Díaz *et al.*, 1995). Currents intercept the island from the northeast, running through the barrier reef and diverging to the south of the island. Current velocity is reduced by the barrier reef and becomes weaker on the western coast of the island (Díaz *et al.*, 1995).

Monitoring protocol

According to the Secretary of Tourism, a total of 678 850 tourists visited the island in 2013, with 183 094 visitors in the first three months of the year (Newball, 2013). There is no peak touristic season in the island, and the tourist affluence is constant throughout the year.

Three touristic beaches were selected as sample sites: Spratt Bight, Paradise Beach and Tom Hooker (Figure 1). Spratt Bight is the main beach located in the northern part of the island, where most local population lives and where the center of the town, the commerce and the majority of hotels are located. Therefore, it is the most accessible beach to both locals and tourists. Paradise beach and Tom Hooker are located on the eastern side of the island, towards the south. Paradise beach is a touristic beach, where small restaurants are present directly on the beach, and few hotels are present nearby. The small population of San Luis is nearby. It is a touristic beach, but with much less influx than Spratt Bight. Tom Hooker, further south, is a small beach where few tourists normally turn up. The beach is mainly visited by residents living close by. Therefore, the three beaches were chosen on the basis of their differential affluence of people as well as the type of people mostly visiting them, tourists *versus* residents.

El Departamento se encarga de limpiar diariamente las playas alrededor de las 6:30 a.m. Además, en Spratt Bight, las personas que alquilan sillas y sombrillas limpian el área en la cual instalan sus elementos. Cada sitio se visitó una vez por semana, para un total de 10 semanas, desde febrero hasta abril de 2013, a las 6:00 a.m., antes de la limpieza de la playa. Aunque la mayoría de estudios sobre la basura en las playas toma muestras solo una vez, el muestreo del presente trabajo se diseñó para registrar la acumulación semanal de basura en cada sitio y así evitar sesgos de acumulación a largo plazo. Siempre se tomaron muestras de la playa en el mismo lugar durante las 10 semanas.

Se dispusieron dos transectos de 50 m paralelas a la costa en cada sitio, una en el litoral y la otra aproximadamente a 5 m de distancia de la primera, en el área recreacional de la playa donde los turistas pasan la mayor parte del tiempo. Para cada inspección, los registradores iban y venían a lo largo de transectos de 50 m y recolectaban toda la basura antropogénica visible que estaba a 1 m del transecto (50 cm a cada lado). Solamente se contó el material de madera de gran tamaño (ramas, fragmentos de árbol), pero no se pesó si las dimensiones de la basura eran muy grandes para transportarla a mano. El área total inspeccionada por cada transecto fue de 50 m². La basura se depositó en bolsas de plástico con etiquetas. En el laboratorio se lavaron los desechos individuales para remover la arena y se secaron, contaron y pesaron en una balanza digital Onhaus Adventurer Pro AV264 con una precisión de 0,0001 g. Los elementos se agruparon en 10 categorías principales que reflejaban su naturaleza.

Análisis

Las partículas se clasificaron en 10 categorías principales: plástico, vidrio, metal, material de construcción, filtros de cigarrillo, papel/cartón, madera, orgánicos, tela y otros. La higiene de la playa se evaluó con el *Clean Coast Index* (CCI) (Alkalay *et al.*, 2007). Se calculó el índice CCI semanal para cada sitio y después se calculó el CCI promedio por sitio.

Se aplicó la siguiente ecuación (Laglbauer *et al.*, 2014):

$$CCI = \frac{\text{Total de las partes plásticas del transecto/}}{\text{Área total de la transecto}} * k$$

Donde el CCI es el número de elementos de plástico m⁻², las partes plásticas consideradas para la fórmula eran > 2 cm (Alkalay *et al.*, 2007), el área de cada transecto era 50 m² y *k* (constante) = 20. Los sitios se clasificaron de acuerdo con la escala suministrada por Alkalay *et al.* (2007) (Tabla 1).

Beaches are cleaned daily by the Department around 6:30 a.m. Furthermore, in Spratt Bight the people renting chairs and umbrella clean the area where they install their equipment. Each site was visited once a week for a total of 10 weeks, from February to April 2013, at 6 a.m., before the beach cleanup. While most studies on beach litter sample just once, the sampling in the present work was designed in order to report weekly accumulation of litter at each site and avoid long-term accumulation biases. The beach was sampled always in the same spot during the ten weeks.

Two 50 m transects parallel to the coastline were disposed at each site, one on the shoreline, the other approximately at a 5 m distance from the first, in the recreational area of the beach, where tourists spend most of the time. For each survey, recorders walked back and forth along the 50 m transects and collected all visible anthropogenic litter present within 1 m span from the transect (50 cm by each side). Only large wood material (branches, tree fragments) was counted but not weighed if the dimension of the litter was too big to be transported by hand. The total area surveyed per each transect was 50 m². The litter was deposited in labeled plastic bags. In the laboratory, individual debris were washed to remove any sand, dried, counted and weighted on a digital balance Onhaus Adventurer Pro AV264 with a precision of 0.0001 g. The items were grouped into 10 major categories reflecting their nature.

Analysis

Particles were classified in ten major categories: plastic, glass, metal, construction material, cigarette filter, paper /cardboard, wood, organic, fabric, and others. Beach cleanliness was assessed with the *Clean Coast Index* (CCI) (Alkalay *et al.*, 2007). The CCI index was calculated for each site every week, and then we calculated the mean CCI per site.

We applied the following equation (Laglbauer *et al.*, 2014):

$$CCI = \frac{\text{Total plastic parts of the transect/}}{\text{Total area of the transect}} * k$$

Where CCI is the number of plastic items m⁻², the plastic parts taken into account for the formula where > 2 cm (Alkalay *et al.*, 2007), the area of each transect is 50 m² and *k* (constant) = 20. The sites were classified according to the scale provided by Alkalay *et al.* (2007) (Table 1).



Tabla 1. *Clean Coast Index*. Valores, nivel y valoración visual del *Clean Coast Index* (Alkalay et al., 2007).

Valor / Value	Nivel / Gradee	Valoración visual / Visual valoration
0-2	Muy limpio / Very clean	No hay residuos visibles / No litter is visible
2-5	Limpio / Clean	No hay residuos visibles en un área amplia / No litter is visible in a large area
5-10	Moderado / Moderate	Se pueden detectar algunos residuos. / Some litter is visible
10-20	Sucio / Dirty	Muchos residuos en la costa / Lot of litter on the coast
> 20	Extremadamente sucio / Extremely dirty	La mayor parte de la playa está cubierta de plástico / Most of the beach is covered with plastic

Table 1. *Clean Coast Index*. Values, grades and visual assessment of the *Clean Coast Index* (Alkalay et al., 2007).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico de los datos de los desechos (conteo y pesaje) utilizando el programa STATISTICA 6 de StatSoft Inc. También se realizaron análisis de varianza para comparar los sitios y los transectos (litoral vs. área recreacional).

Se evaluaron las diferencias en los desechos y en el *Clean Coast Index* entre playas por medio de un análisis de varianza (ANOVA) de un factor. Se transformaron los datos $[\ln(x + 1)]$ para satisfacer los supuestos de ANOVA (Zar, 2010). Se realizaron comparaciones *post-hoc* por pares con la prueba de Tukey cuando se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) dentro de un efecto principal.

RESULTADOS

Unidades

Se recolectó un total de 9894 unidades de desechos durante las 10 semanas del estudio. Las unidades de desechos constaban principalmente de plástico (entre 84 y 89 %). En Tom Hooker, el segundo componente de desechos era vidrio (10 %), mientras que, en Paradise Beach, era tela (5 %) y en Spratt Bight, eran papel y filtros de cigarrillo (4 % cada uno) (Figura 2). Paradise Beach tenía una densidad media de 2,95 unidades m^{-2} ; Toom Hooker, de 3,24 unidades m^{-2} ; y Spratt Bight, de 3,71 unidades m^{-2} (Tabla 2).

Los desechos se encontraron principalmente en el litoral, con un porcentaje menor en el área recreacional. Esto fue especialmente válido para Spratt Bight, donde 72 % de las unidades de desechos fueron recolectadas del litoral, y tan solo 28 % del área recreacional. En el caso de Tom Hooker, 63 % estaba en el litoral y 37 % en el área recreacional. En Paradise Beach, 53 % estaba en el litoral y 47 % en el área recreacional. No se observaron diferencias estadísticas entre las tres playas.

Statistical analysis

Statistical analysis of the litter data (count and weight) was performed using the program STATISTICA 6 StatSoft, Inc. Variance analysis were performed to compare sites and transects (shoreline vs. recreational area).

Differences in litter as well as Clean Coast Index were tested among beaches using a one-way analysis of variance (ANOVA). Data were transformed $[\ln(x + 1)]$ to meet ANOVA assumptions (Zar, 2010). Post hoc pairwise comparisons were performed with Tukey test when significant differences ($P < 0.05$) were observed within a main effect.

RESULTS

Units

We collected a total of 9894 units of litter during the ten weeks of the study. The litter units consisted mainly of plastic (between 84 and 89 %); in Tom Hooker the second litter component was glass (10 %); while in Paradise Beach was fabric (5 %) and in Spratt Bight was paper and cigarette filters (4 % each) (Figure 2). Paradise beach had a mean density of 2.95 unit m^{-2} , Tom Hooker a mean of 3.24 unit m^{-2} and Spratt Bight had a mean density of 3.71 unit m^{-2} (Table 2).

The litter was found mainly along the shoreline, with a less percentage in the recreational area. This was especially true for Spratt Bight, where 72 % of the litter units were collected from the shoreline and only 28 % along the recreational area. For Tom Hooker, 63 % was in the shoreline and 37 % in the recreational area and in Paradise beach 53 % was on the shoreline and 47 % on the recreational area. No statistical difference was observed among the three beaches.

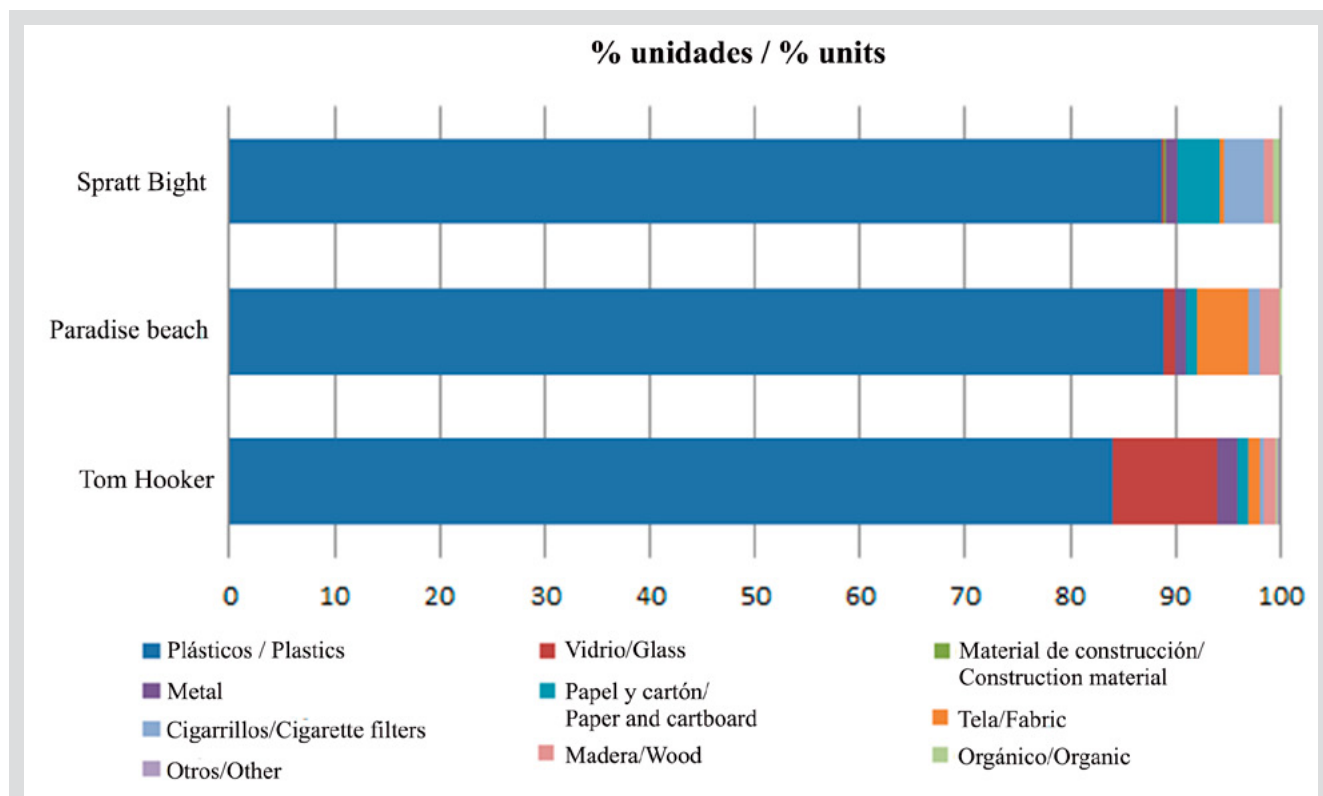


Figura 2. Proporción (% de número de elementos por m²) de residuos en los diez grupos más representativos que se observaron en cada sitio de muestreo.

Figure 2. Proportion (% of number of items per m²) of litter of the ten major groups observed at each study site.

Tabla 2. Comparación de la concentración promedio de residuos (unidades m² y g m⁻²) de la isla de San Andrés y otras regiones costeras en el mundo.

Table 2. Comparison of mean litter concentration (unit m² and g m⁻²) of San Andrés Island and other coastal areas worldwide.

Lugar / Site	Habitat	Unidad m ² / Unit m ²	Peso g m ⁻² / Weight g m ⁻²	Referencias / References
Curaçao, West Indies	Playa / Beach	0.365		Nagelkerken <i>et al.</i> 2001
Islas Malvinas / Falkland islands		0.77	17.3	Otley and Ingham (2003)
Costa turca en el Mar Negro / Turkish Black Sea coast	Playa / Beach	0.88		Topçu <i>et al.</i> (2013)
Slovenia	Playa / Beach	1.51		Laglbauer <i>et al.</i> (2014)
Golfo de Omán / Gulf of Oman		1.79	27.02	Claereboudt (2004)
SE Pacific, Chile		1.8		Bravo <i>et al.</i> (2009)
New Jersey, USA	Playa / Beach	2.7-3.7		Thornton and Jackson (1998)
Mar de Japón / Sea of Japan		3.41	21.44	Kusui and Noda (2003)
Bootless Bay, Papua New Guinea		15.3		Smith (2012)
Isla de San Andrés / San Andres island	Spratt Bight	3.71	5.221	This study / este estudio
	Paradise beach	2.95	9.957	
	Tom Hooker	3.24	8.034	

CCI Index

El índice se calculó semana por semana y se extrapoló el índice promedio. Dos de los tres sitios de estudio se clasificaron como ‘extremadamente sucios’ (Figura 3), y solo Tom Hooker se clasificó como ‘sucio’. Los sitios más contaminados fueron Paradise Beach (rango de 16-44,4), Spratt Bight (rango de 7,2-48) y, finalmente, Tom Hooker (rango de 5,6-22,6). El CCI ($F_{(2,57)} = 12,57, P = 0,000029$) fue significativamente más alto en Paradise Beach (media \pm DE: $29,6 \pm 12$) en comparación con Tom Hooker ($12,5 \pm 9,6$) y Spratt Bight ($21,8 \pm 18,6$) (Figura 4).

CCI Index

The index was calculated week by week, and the mean index was extrapolated. Two of the three study sites classified as “extremely dirty” (Figure 3), and only Tom Hooker classified as “dirty”. The most polluted site were Paradise beach (range 16-44.4), Spratt Bight (range 7.2-48) and finally Tom Hooker (range 5.6-22.6). CCI was significantly ($F_{(2,57)} = 12.57, P = 0.000029$) higher in Paradise beach (29.6 ± 12) (mean \pm ED) compared to Tom Hooker (12.5 ± 9.6) and Spratt Bight (21.8 ± 18.6) (Figure 4).

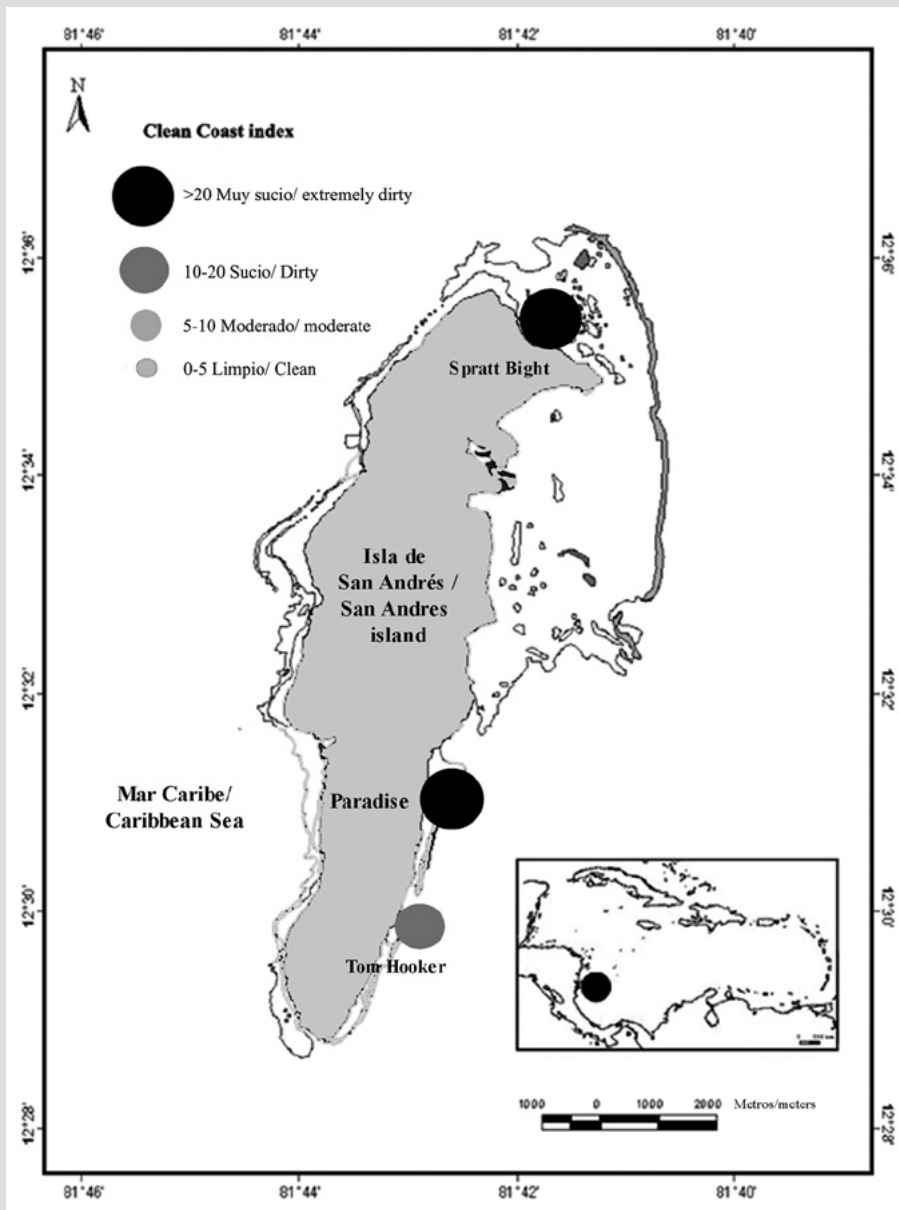


Figura 3. Estado de contaminación de los sitios de estudio según el *Clean Coast Index*. 1. Spratt Bight; 2. Paradise Beach; 3. Tom Hooker.

Figure 3. Pollution status of the study sites according to the *Clean Coast Index*. 1. Spratt Bight; 2. Paradise Beach; 3. Tom Hooker.

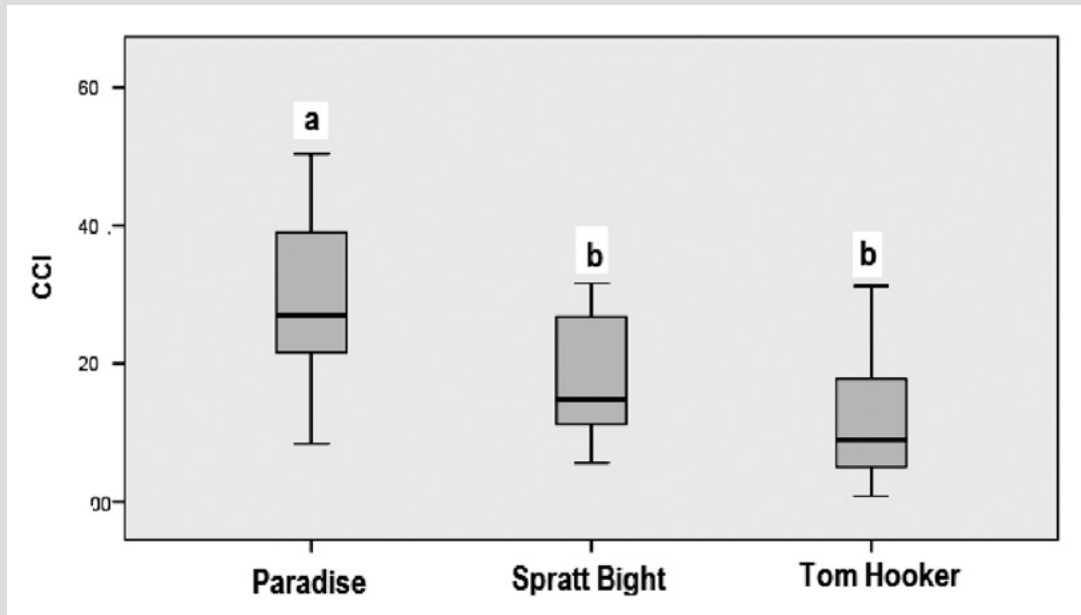


Figura 4. Comparación del *Clean Coast Index* entre playas de San Andrés isla. Las letras diferentes en el gráfico de caja son significativamente diferentes para cada playa (prueba *post-hoc* de Tukey, $p < 0,05$).

Figure 4. Clean Coast Index comparison among San Andres island beaches. Different letters on box plot are significantly different for each beach (Tukey post hoc test, $p < 0.05$).

Peso

La totalidad de los desechos que se recolectaron pesaba 23 212,47 g. El plástico representaba 51 % (Tom Hooker), 60 % (Spratt Bight) y 66 % (Paradise Beach) del peso total de los desechos, seguido del vidrio en Tom Hooker (37 %), el material de construcción en Spratt Bight (14 %) o la tela en Paradise Beach (15 %) (Figura 5). El peso promedio por unidad de área de los desechos fue 9957 g/m² en Paradise Beach, 5221 g/m² en Spratt Bight y 8034 g/m² en Tom Hooker (Tabla 2).

Se observaron diferencias estadísticas entre las tres playas en términos del peso de los desechos para plástico, vidrio, tela, filtros de cigarrillo y papel (Tabla 3). Paradise Beach presentó, en promedio, una mayor cantidad de plástico (327,5 g m⁻²) que Spratt Bight (158,38 g m⁻²) y Tom Hooker (214,85 g m⁻²). En Tom Hooker hubo una cantidad mucho mayor de vidrio (152,99 g m⁻²) que en Paradise Beach (55,43 g m⁻²) y Spratt Bight (31,06 g m⁻²). En cuanto a la tela, Paradise Beach mostró un promedio más alto (73,03 g m⁻²) que los de Spratt Bight (2,26 g m⁻²) y Tom Hooker (13,10 g m⁻²). Spratt Bight, con 3,74 g m⁻² de filtros de cigarrillo y 10,78 g m⁻² de papel, presentó promedios significativamente más altos que Paradise Beach (0,36 g m⁻²; 0,48 g m⁻²) y Tom Hooker (0,22 g m⁻²; 1,87 g m⁻²).

Weight

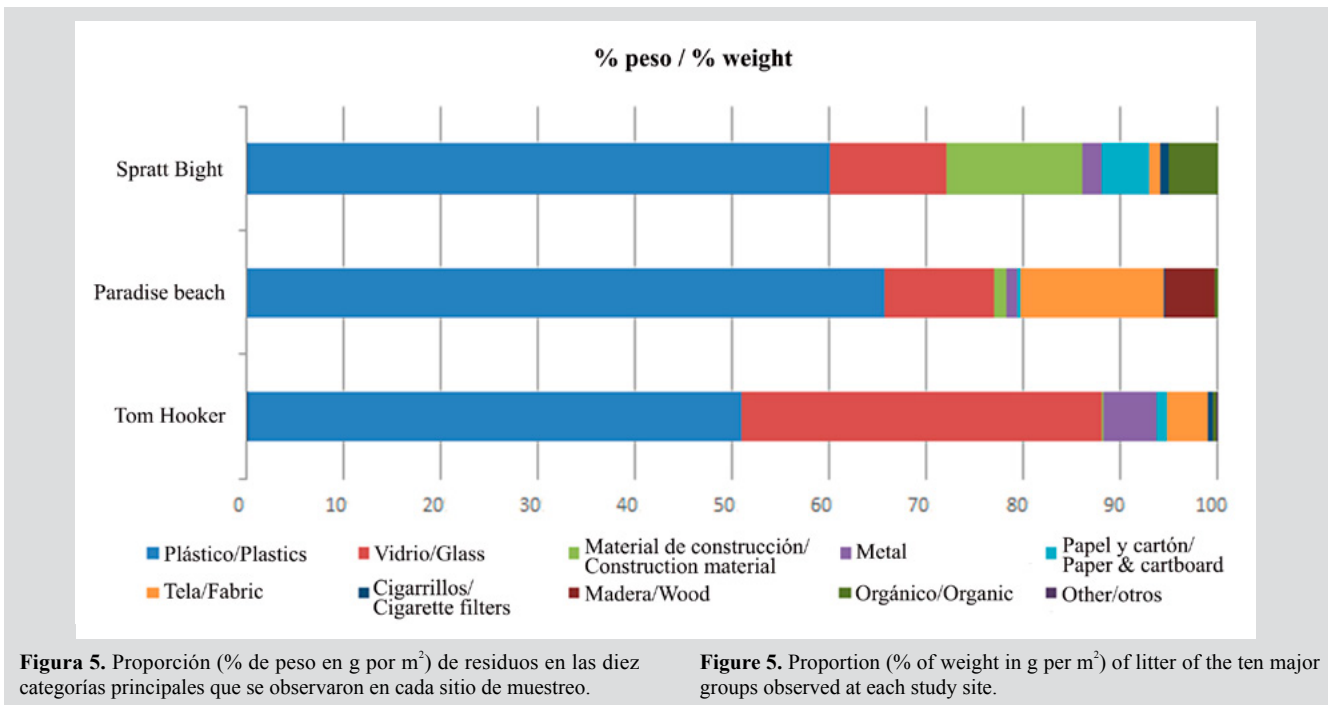
The total litter we collected weighted 23 212.47 g; plastic constituted 51 % (Tom Hooker), 60 % (Spratt Bight) and 66 % (Paradise Beach) of the total litter weight, followed by glass in Tom Hooker (37 %), construction material in Spratt Bight (14 %) or fabric in Paradise beach (15 %) (Figure 5). The mean litter weight per unit area was 9957 g/m² in Paradise Beach, 5221 g/m² in Spratt Bight and 8034 g/m² in Tom Hooker (Table 2).

Statistical differences were observed among the three beaches in term of litter weight for plastics, glass, fabric, cigarette filter, and paper (Table 3). Paradise beach presented in average higher amount of plastic (327.5 g m⁻²) than Spratt Bight (158.38 g m⁻²) and Tom Hooker (214.85 g m⁻²). In Tom Hooker there was a much higher amount of glass (152.99 g m⁻²) than in Paradise beach (55.43 g m⁻²) and Spratt Bight (31.06 g m⁻²). Regarding fabric, Paradise beach showed higher average (73.03 g m⁻²) than Spratt Bight (2.26 g m⁻²) and Tom Hooker (13.10 g m⁻²). Spratt Bight with 3.74 g m⁻² of cigarette filter and 10.78 g m⁻² of paper, presented significant higher averages than Paradise Beach (0.36 g m⁻²; 0.48 g m⁻²) and Tom Hooker (0.22 g m⁻²; 1.87 g m⁻²).

Tabla 3. Resultados estadísticos de residuos sólidos en las playas de San Andrés isla, Colombia. Las medias (\pm DE) seguidas por letras diferentes son significativamente diferentes para cada variable (prueba *post-hoc* de Tukey, $p < 0,05$). ns: no significativo, $p > 0,05$

Table 3. Statistical results of litter at the beaches in San Andres island, Colombia. Means (\pm ED) followed by different letters across each row are significantly different for each variable (Tukey post hoc test, $p < 0.05$). ns, not significant $p > 0.05$

Item	Playa / Beach			DF	F	P
	Paradise Beach	Spratt Bight	Tom Hooker			
Plástico / Plastic	327.50 \pm 225.02 ^a	158.38 \pm 328.88 ^b	214.85 \pm 160.95 ^a	2.57	7.49	0.0012
Vidrio / Glass	55.43 \pm 120.35 ^a	31.06 \pm 97.74 ^a	152.99 \pm 177.28 ^b	2.57	24.84	0.0012
Tela / Fabric	73.03 \pm 102.86 ^a	2.26 \pm 5.22 ^b	13.10 \pm 30.11 ^b	2.57	12.11	< 0.0001
Metal	5.60 \pm 6.76 ^a	3.26 \pm 4.77 ^a	20.33 \pm 34.07 ^a	2.57	1.83	ns
Orgánico / Organic	1.59 \pm 4.65 ^a	11.03 \pm 24.37 ^a	1.77 \pm 5.23 ^a	2.57	3.12	ns
Cartón / Cardboard	0.40 \pm 1.08 ^a	0.01 \pm 0.03 ^a	1.31 \pm 5.71 ^a	2.57	0.74	ns
Madera / Wood	25.15 \pm 112.00 ^a	0.25 \pm 0.68 ^a	0.00 \pm 0.00 ^a	2.57	0.97	ns
Colillas de cigarillo / Cigarette filter	0.36 \pm 0.59 ^a	3.74 \pm 3.62 ^b	0.22 \pm 0.39 ^a	2.57	30.67	< 0.0001
Cerámica / Ceramic	0.19 \pm 0.85 ^a	0.00 \pm 0.00 ^a	0.39 \pm 1.21 ^a	2.57	1.13	ns
Papel / Paper	0.48 \pm 1.16 ^a	10.78 \pm 17.44 ^b	1.87 \pm 4.33 ^a	2.57	11.11	< 0.0001



Análisis temporal

No se observó ningún patrón temporal visible para los tres sitios. La variabilidad entre semanas no fue estadísticamente diferente. Solo en Spratt Bight, durante la semana cuatro, se recolectaron una cantidad considerable de desechos en el litoral. Esto probablemente se debió a que un frente frío azotó la isla durante esa semana y transportó una gran cantidad de desechos hacia la costa. Esto, sin embargo, no se observó en los otros dos sitios.

Temporal analysis

No visible temporal pattern was observed for the three sites. The variability between weeks was not statistically different. Only in Spratt Bight, during week four, we collected a considerable amount of litter on the shoreline. This was possibly due to a cold front hitting the island during that week, which transported ashore a great quantity of litter. However, this was not observed at the other two sites.

DISCUSIÓN

Durante el presente estudio se recolectaron 9894 unidades de desechos, las cuales pesaron 23 212,47 g, para 3000 m² inspeccionados. se recolectó un promedio de 7,73 g m⁻² y 3298 unidades m⁻² de la orilla de las playas. Los desechos estaban principalmente compuestos de plástico (88 %), seguido de vidrio (4 %). Otros estudios alrededor del mundo muestran que el plástico contribuye con la parte más significativa de la basura marina, alcanzando aproximadamente 80 % de los desechos (e.g., Islam y Tanaka, 2004; Morishige *et al.*, 2007; Hinojosa y Thiel, 2009). Nuestros datos corroboran esta tendencia mundial.

El gobierno local tiene un programa de limpieza diaria para las playas más turísticas. Hay personas que barren la playa temprano en la mañana, aunque normalmente entierran la basura antropogénica en vez de recogerla, especialmente si el elemento es pequeño. Además, las personas que alquilan sillas y carpas a los turistas también limpian la playa cuando instalan sus implementos. Por lo tanto, hay poca o ninguna acumulación de basura en las playas entre un día y otro. A pesar de este programa de limpieza, la basura en la orilla es abundante, y dos de los tres sitios fueron clasificados como ‘extremadamente sucios’, mientras que el tercero fue clasificado como ‘sucio’. Es importante darse cuenta de que la mayoría de estudios sobre basura marina realizan solo una recolección y, por lo tanto, no es posible determinar el depósito diario de basura. En este estudio, se quiso determinar la importación diaria de basura, que resulta ser grande.

Spratt Bight, la playa más turística de la isla, fue clasificada como ‘muy sucia’, al igual que Paradise Beach. Esto, a pesar del programa de limpieza diaria del gobierno local y los residentes que alquilan sillas y carpas, los cuales contribuyen también a la limpieza de la playa en la que están ubicados. Tom Hooker, una playa mucho menos visitada, fue clasificada como ‘sucia’. A partir de estos resultados, podemos suponer que no solo los turistas tiran la basura de la playa; los residentes contribuyen en gran medida a la disposición inadecuada de residuos sólidos.

Investigaciones recientes en Panamá han resaltado el hecho de que la contaminación por microplásticos es más severa a lo largo de la costa caribe del país en comparación con la del Pacífico (Delvalle de Borrero *et al.*, 2020). Los autores afirman que, en la costa pacífica, las actividades antropogénicas son mucho más intensas, y la concentración más alta de microplásticos a lo largo de las playas del Caribe se debe a las dinámicas de corrientes. Sin embargo, este no

DISCUSSION

During the present study, 9894 units of litter were collected, which weighted a total of 23 212.47 g for 3000 m² surveyed. We collected a mean of 7.73 g m⁻² and 3298 units m⁻² on the beach shore. The litter was mainly composed of plastic (88 %), followed by glass (4 %). Other studies around the world show that plastic contributes the most significant part of marine litter, reaching about 80 % of debris (e.g. Islam and Tanaka, 2004; Morishige *et al.*, 2007; Hinojosa and Thiel, 2009). Our data corroborate this worldwide trend.

The local government has a daily cleaning program for the most touristic beaches. People comb the beach early in the morning, although they normally bury the anthropic litter instead of collecting it, especially if the item is small. Furthermore, the persons who rent chairs and tents to tourists also clean the beach when they install their equipment. Therefore, there is little or no accumulation of litter on the beaches between days. Despite this cleaning program, the shore litter is abundant, and two of the three sites were classified as “extremely dirty”, while the third was classified as “dirty”. It is important to notice that most studies on marine litter collect just once, and therefore it is not possible to determine the daily deposit of litter. In this study we wanted to determine daily litter import, which shows to be great.

Spratt Bight, the most touristic beach of the island, classified as “extremely dirty”, as well as Paradise Beach. This despite the daily cleaning program of the local government, and the locals that rent chairs and tents, which also contribute to the cleaning of the beach where they are located. Tom Hooker, a much less visited beach, classified as dirty. From these results, we can postulate that litter is dumped on the beach not only by tourists; local residents contribute in great part to the inadequate disposal of solid residues.

Recent research in Panama has highlighted that microplastic pollution is more severe along the Caribbean coast of the country, compared to the Pacific side (Delvalle de Borrero *et al.*, 2020). The authors argue that on the Pacific coast, anthropogenic activities are much more intense, and the higher concentration of microplastic along the Caribbean beaches is due to current dynamics. However, this does not seem to be the case for San Andrés, where both tourists and residents are the main responsible for the litter on the beach.

Plastics, glass, and other solid wastes have been included among the potential anthropogenic threats for beach ecosystems (Chapman, 2007), and are defined as factors

parece ser el caso de San Andrés, donde tanto los turistas como los residentes son los principales responsables de la basura en la playa.

Los plásticos, el vidrio y otros desechos sólidos han sido incluidos entre las potenciales amenazas antropogénicas para los ecosistemas de las playas (Chapman, 2007), y se definen como factores de origen humano que pueden causar daños a la calidad de los servicios de los ecosistemas (Beaumont *et al.*, 2007; Defeo *et al.*, 2009). Existe una pléthora de estudios sobre acumulaciones de desechos marinos, los cuales resaltan la importancia del problema y su extensión a todas las costas del mundo. Este problema tan solo ha recibido atención en Colombia de manera muy reciente. Rangel-Buitrago *et al.* (2018) registraron un promedio de 7 ítems m^{-2} en 13 playas del departamento del Atlántico en la costa Caribe continental. A lo largo de la costa Caribe del país, Raquel-Buitrago *et al.* (2020) registraron un promedio de 6,05 ítems m^{-2} , donde el plástico representaba 88.9 % de los residuos. En la Ciénaga Grande de Santa Marta, en un ecosistema de manglares, Garcés-Ordóñez *et al.* (2019) encontraron 540 y 31 ítems/ha cerca y lejos de centros poblados, respectivamente.

Incluso en lugares remotos o habitados, los residuos sólidos están presentes, y el plástico siempre es el material dominante. Por ejemplo, en islas-cayos de Albuquerque, un pequeño atolón con dos cayos emergidos 37 km al suroeste de San Andrés Isla, Portz *et al.* (2020) determinaron un promedio de 0,5 ítems m^{-2} . Los cayos sostienen una población militar permanente de solo 12 soldados de infantería de marina, por lo que el impacto antrópico directo es mínimo.

El presente estudio aborda el problema de la basura marina en la isla de San Andrés, la cual es uno de los principales sitios turísticos en Colombia y es parte de la Reserva de la Biosfera Seaflower. Infortunadamente los desechos marinos son ubicuos y abundantes en la isla, a pesar del programa de limpieza diaria de las playas principales. Nuestros resultados sugieren que el turismo masivo en la isla de San Andrés puede estar incrementando la intensidad de las presiones asociadas con la contaminación y que, sin controles efectivos de limpieza, el sistema económico de la isla puede verse fuertemente afectado.

CONCLUSIONES

La isla de San Andrés tiene una gran cantidad de basura a lo largo de su costa. Los principales componentes de la basura son plásticos y vidrio, lo cual es consistente con la mayoría de estudios publicados sobre el tema. A pesar

of human origin that may cause damage to the quality of ecosystem services (Beaumont *et al.*, 2007; Defeo *et al.*, 2009). There is a plethora of studies on marine debris accumulations, highlighting the importance of the problem and its extension to all the coasts of the world. Only very recently, this problem has received attention also in Colombia. Rangel-Buitrago *et al.* (2018) reported an average of 7 items m^{-2} for 13 beaches in the Atlántico Department, on the continental Caribbean coast. Along the central Caribbean coast of the country, Rangel-Buitrago *et al.* (2020) reported an average of 6.05 items m^{-2} , with plastic accounting for 88.9 % of the residues. In the Ciénaga Grande de Santa Marta, a mangrove ecosystem, Garcés-Ordóñez *et al.* (2019) found 540 and 31 items/ha, near and far from populated centers, respectively.

Even at remote or inhabited sites, solid residues are present, and plastic is always the dominant material. For example, at Albuquerque cay, a small atoll with two emerged cays 37 km southwest of San Andrés island, Portz *et al.* (2020) determined an average of 0.5 items m^{-2} . The cays support a permanent military population of only 12 marines, therefore the direct anthropic impact is minimal.

The present study addresses the problem of marine litter in San Andres Island, which is one of the main touristic places in Colombia, and is part of the International Biosphere Reserve Seaflower. Unfortunately, marine debris are ubiquitous and abundant in the island, despite the daily cleaning program of the main beaches. Our results suggest that mass tourism of San Andres Island may be increasing the intensity of pressures associated with pollution and without effective cleaning controls, the economic system of the island could be strongly affected.

CONCLUSIONS

San Andres Island has a great amount of litter along its coast. The main components of the litter are plastics and glass, consistent with most studies published on the topic. Despite the cleaning program of the local Department, two of the three sites we monitored are classified as “extremely dirty”, and only one as “dirty”. These results underline the necessity of a major control by the authorities on garbage disposal, and of an educational program for both residents and tourists on litter disposal practices. Moreover, further studies are required to determine the effects of coastal litter on the nearshore ecosystems of the island, such as seagrass beds and coral reefs. Most litter we found was plastics, which is both

del programa de limpieza del Departamento local, dos de los tres sitios que monitoreamos fueron clasificados como ‘extremadamente sucios’, y solo uno como ‘sucio’. Estos resultados subrayan la necesidad de un mayor control por parte de las autoridades sobre la disposición de basura, al igual que de un programa educativo tanto para residentes como para turistas sobre prácticas de disposición de basura. Además, se requieren más estudios para determinar los efectos de la basura costera en los ecosistemas de la isla cercanos a la costa, tales como praderas marinas y arrecifes de coral. La mayoría de la basura que encontramos era plástico, que es liviano y duradero, y sus efectos negativos en la fauna marina han sido probados con amplitud. Dichas cantidades de desechos marinos pueden resultar perjudiciales para los ecosistemas marinos que la Reserva debe proteger y deberían ser consideradas en aras de mejores prácticas de gestión en la Reserva de la Biosfera.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Natalia Mesa, Claudia Vesga y Juan David Montoya por su ayuda en el campo y en el laboratorio. El proyecto fue financiado por el programa de pasantía de la Coordinación de Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, por lo cual se agradece.

lightweight and durable, and its negative effects on marine fauna has been extensively proved. Such quantities of marine debris may prove deleterious for the marine ecosystems the Reserve is supposed to protect and should be taken into account for better management practices in the Biosphere Reserve.

ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank Nathalia Mesa, Claudia Vesga and Juan David Montoya for help in the field and in the lab. The project was funded by the program of internship of the Research Coordination of the Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, for which we acknowledge.

BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Alkalay, R., G. Pasternak and A.Zask. 2007. Clean-coast index—a new approach for beach cleanliness assessment. *Ocean Coast. Manag.*, 50 (5): 352–362.
- Aloy, A. B., B. M. Vallejo Jr. and M. A. Juinio-Meñez. 2011. Increased plastic litter cover affects the foraging activity of the sandy intertidal gastropod *Nassarius pullus*. *Mar. Poll. Bull.*, 62: 1772–1779.
- Backhurst, M.K. and R.G. Cole. 2000. Subtidal benthic marine litter at Kawau Island, north-eastern New Zealand. *J. Environ. Manag.*, 60: 227–237.
- Barnes, D.K.A. 2002. Invasion by marine life on plastic debris. *Nature*, 416: 808–809.
- Barnes, D.K.A., F. Galgani, R.C.Thompson, and M. Barlaz. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philos. Trans. Roy. Soc. B: Biol. Sci.*, 364: 1985–1998.
- Beaumont, N.J., M.C. Austen, J.P. Atkins, D. Burdon, S. Degraer and T.P. Dentinho. 2007. Identification, definition and quantification of goods and services provided by marine biodiversity: implications for the ecosystem approach. *Mar. Poll. Bull.*, 54(3): 253–265.
- Boren, L. J., M. Morrissey, C. G. Muller and N. J. Gemmel. 2006. Entanglement of New Zealand fur seals in man-made debris at Kaikoura, New Zealand. *Mar. Poll. Bull.*, 52: 442–446.
- Bravo M., M.A. Gallardo, G. Luna-Jorquera, P. Núñez, N. Vásquez and M. Thiel. 2009. Anthropogenic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): Results from a national survey supported by volunteers. *Mar. Poll. Bull.*, 58: 1718–1726.
- Chapman, P.M. 2007. Determining when contamination is pollution. Weight of evidence determinations for sediments and effluents. *Environ. Internat.*, 33: 492–501.
- Chiappone, M., A. White, D.W.Swanson and S. Miller. 2002. Occurrence and biological impacts of fishing gear and other marine debris in the Florida Keys. *Mar. Pollut. Bull.*, 44, 597–604.
- Claereboud, M.R. 2004. Shore litter along sandy beaches of the Gulf of Oman. *Mar. Pollut. Bull.*, 49: 770–777.
- DANE. 2011. Estimaciones de población 1985-2005 y proyecciones de población 2005-2020 total municipal por área. (<https://www.dane.gov.co/index.php/es/poblacion-y-registros-vitales/proyecciones-y-series-de-poblacion/proyecciones-de-poblacion>). 12 de mayo de 2011.



- Defeo, O., A. McLachlan, D.S. Schoeman, T.A. Schlacher, J. Dugan, A. Jones, M. Lastra and F. Scapini. 2009. Threats to sandy beach ecosystems: A review. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 81: 1-12.
- Delvalle de Borrero, D., J. Fábrega Duque, J. Olmos, O. Garcés-Ordóñez, S. S. do Amaral, M. Vezzone, J.P. de Sá Felizardo and R.M. dos Anjos. 2020. Distribution of plastic debris in the Pacific and Caribbean beaches of Panama. *Air, Soil Water Res.*, 13: 1–8.
- de Stephanis, R., J. Giménez, E. Carpinelli, C. Gutiérrez-Expósito and A. Canadas. 2013. As main meal for sperm whales: Plastics debris. *Mar. Poll. Bull.*, 69: 206–214.
- Díaz, J.M., J. Garzón-Ferreira y S.Zea. 1995. Los arrecifes coralinos de la isla de San Andrés, Colombia: Estado actual y perspectivas para su conservación. *Acad. Col. Cienc. Exac., Fis. Nat., Colec. Jorge Álvarez Lleras*, 7.
- Díaz, J.M., G. Díaz-Pulido, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, J. Sánchez y S.Zea. 1996. Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano. I. Complejos arrecifales oceánicos. Invenmar, Santa Marta. 29 p.
- Galgani, F., A. Souplet and Y.Cadiou. 1996. Accumulation of debris on the deep sea floor off the French Mediterranean Coast. *Marine Ecol. Prog. Ser.*, 142: 225–234.
- Galimany, E., M. Ramòn and M. Delgado. 2009. First evidence of fiberglass ingestion by a marine invertebrate (*Mytilus galloprovincialis* L.) in a N.W. Mediterranean estuary. *Mar. Poll. Bull.*, 58: 1334–1338.
- Garcés-Ordóñez O., V.A. Castillo-Olaya, A.F. Granados-Briceño, L.M. Blandón García and L.F. Espinosa Díaz. 2019. Marine litter and microplastic pollution on mangrove soils of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean. *Mar. Poll. Bull.*, 145: 455-462.
- Gavio, B., S. Palmer Cantillo and J.E. Mancera. 2010. Historical analysis (2000–2005) of the coastal water quality in San Andrés Island, SeaFlower Biosphere Reserve, Caribbean Colombia. *Mar. Poll. Bull.*, 60 (7): 1018–1030.
- Geister, J. 1975. Riffbau und geologische Entwicklungsgeschichte der Insel San Andrés (westliches Karibisches Meer, Kolumbien). *Stuttg. Beitr. Naturk. Serie B*, 15.
- Hess, N.A., C.A. Ribic and I. Vining. 1999. Benthic marine debris, with an emphasis on fishery-related items, surrounding Kodiak Island, Alaska, 1994–1996. *Mar. Pollut. Bull.*, 38: 885–890.
- Hinojosa, I.A. and M. Thiel. 2009. Floating marine debris in fjords, gulfs and channels of southern Chile. *Mar. Poll. Bull.*, 58: 341–350.
- Jacobsen J.K., L. Massey and F. Gulland. 2010. Fatal ingestion of floating net debris by two sperm whales (*Physeter macrocephalus*). *Mar. Poll. Bull.*, 60: 765–767.
- Keller, A.A., E.L. Fruh, M.M. Johnson, V. Simon and C. McGourty. 2010. Distribution and abundance of anthropogenic marine debris along the shelf and slope of the US West Coast. *Mar. Poll. Bull.*, 60: 692–700.
- Kusui, T. and M. Noda. 2003. International survey on the distribution of stranded and buried litter on beaches along the Sea of Japan. *Mar. Poll. Bull.*, 47 (1): 175– 179.
- IDEAM. 1995. Datos de las variables climáticas de la isla de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Santafé de Bogotá. 70 p.
- IGAC. 1986. San Andrés y Providencia: Aspectos geográficos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. 156 p.
- Islam M.S. and M. Tanaka. 2004. Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. *Mar. Poll. Bull.*, 48: 624–649.
- Laglbauer B.J.L, R. M. Franco-Santos, M. Andreu-Cazenave, L. Brunelli, M. Papadatou, A. Palatinus, M. Grego and T. Deprez. 2014. Macrodebris and microplastics from beaches in Slovenia. *Mar. Poll. Bull.*, 89: 356–366.
- Lavers, J.L., A.L. Bond and I. Hutton. 2014. Plastic ingestion by flesh-footed shearwaters (*Puffinus carneipes*): Implications for fledgling body condition and the accumulation of plastic-derived chemicals. *Environ. Poll.*, 187: 124-129.
- Lazar, B. and R. Gracán. 2011. Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the Adriatic Sea. *Mar. Poll. Bull.*, 62: 43–47.
- Masò, M., E. Garcès, F. Pagès and J. Camp. 2003. Drifting plastic debris as a potential vector for dispersing Harmful Algal Bloom (HAB) species. *Sci. Mar.*, 67 (1): 107-111.
- Moore, E., S. Lyday, J. Roletto, K. Litle, J. K. Parrish, H. Nevins, J. Harvey, J. Mortenson, D. Greig, M.E Piazza, A. Hermance, D. Lee, D. Adams, S. Allen and S. Kell. 2009. Entanglements of marine mammals and seabirds in central California and the north-west coast of the United States 2001–2005. *Mar. Poll. Bull.*, 58: 1045–1051.
- Morishige, C., M.J. Donohue, E. Flint, C. Swenson and C. Woolaway. 2007. Factors affecting marine debris deposition at French Frigate Shoals, northwestern Hawaiian Islands Marine National Monument, 1990–2006. *Mar. Poll. Bull.*, 54: 1162–1169.
- Mrosovsky, N., G.D. Ryan and M.C. James. 2009. Leatherback turtles: The menace of plastic. *Mar. Poll. Bull.*, 58: 287–289.
- Nagelkerken, I., G.A.M.T. Wiltjer, A.O. Debrot and L.P.J.J. Pors. 2001. Baseline study of submerged marine debris at beaches in Curaçao, West Indies. *Mar. Poll. Bull.*, 42: 786-789.
- Newball, D. 2013. The Archipelago Press. http://www.thearchipelagopress.co/index.php?option=com_content&view=article&id=1583:hubo-sobrecupo-de-turistas-en-cayos-y-embarcaciones-en-san-andres-durante-temporada&catid=10&Itemid=102
- Otley H. and R. Ingham. 2003. Marine debris surveys at Volunteer Beach, Falkland Islands, during the summer of 2001/02. *Mar. Poll. Bull.*, 46: 1534–1539.
- Portz L., R. P. Manzolli, G. Vásquez Herrera, L. L. García, D. A. Villate and J. A. Ivar do Sul. 2020. Marine litter arrived: Distribution and potential sources on an unpopulated atoll in the Seaflower Biosphere Reserve, Caribbean Sea. *Mar. Poll. Bull.*, 157: 111323.

- Possatto, F. E., M. Barletta, M. F. Costa, J. A. Ivar do Sul and D. V. Dantas. 2011. Plastic debris ingestion by marine catfish: An unexpected fisheries impact. Mar. Poll. Bull., 62: 1098–1102.
- Rangel-Buitrago, N., A. Gracia-C., A. Vélez-Mendoza, E. Mantilla-Barbosa, V.A. Arana, J. Trilleras and H. Arroyo-Olarte. 2018. Abundance and distribution of beach litter along the Atlántico Department, Caribbean coast of Colombia. Mar. Poll. Bull. 136: 435–447.
- Rangel-Buitrago, N., A. Vélez-Mendoza, A. Gracia-C. and W.J. Neal. 2020. The impact of anthropogenic litter on Colombia's central Caribbean beaches. Mar. Poll. Bull., 152: 110909.
- Raum-Suryan, K. L., L. A. Jemison and K. W. Pitcher. 2009. Entanglement of Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) in marine debris: Identifying causes and finding solutions. Mar. Poll. Bull 58: 1487–1495.
- Rech, S., Y. Borrell and E. García-Vazquez. 2016. Marine litter as a vector for non-native species: What we need to know. Mar. Poll. Bull., 113 (1-2): 40-43. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.08.032>
- Ryan, P. G. 2008. Seabirds indicate changes in the composition of plastic litter in the Atlantic and south-western Indian Oceans. Mar. Poll. Bull., 56: 1406–1409.
- Santos, I. R., A. C. Friedrich and F. P. Barretto. 2005. Overseas garbage pollution on beaches of northeast Brazil. Mar. Poll. Bull., 50: 778–786.
- Smith, S.D.A. 2012. Marine debris: a proximate threat to marine sustainability in Bootless Bay, Papua New Guinea. Mar. Poll. Bull., 64: 1880-1883.
- Tanaka, K., H. Takada, R. Yamashita, K. Mizukawa, M. Fukuwaka and T. Watanuki. 2013. Accumulation of plastic-derived chemicals in tissues of seabirds ingesting marine plastics. Mar. Poll. Bull., 69: 219–222.
- Thornton, L. and N. Jackson. 1998. Spatial and temporal variations in debris accumulation and composition on an estuarine shoreline, Cliffwood Beach New Jersey, USA. Mar. Poll. Bull., 36 (9): 705–711.
- Topçu E.A., A. M. Tonay, A. Dede, A. A. Öztürk and B. Öztürk. 2013. Origin and abundance of marine litter along sandy beaches of the Turkish Western Black Sea Coast. Mar. Environ. Res., 85: 21-28.
- Tourinho, P. S., J. A. Ivar do Sul and G. Fillmann. 2010. Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? Mar. Poll. Bull., 60: 396–401.
- Udyawer, V., M. A. Read, M. Hamann, C. A. Simpfendorfer and M. R. Heupel. 2013. First record of sea snake (*Hydrophis elegans*, Hydrophiinae) entrapped in marine debris. Mar. Poll. Bull., 73: 336–338.
- Winston, J.E. 1982. Drift plastic—An expanding niche for a marine invertebrate? Mar. Poll. Bull., 13 (10): 348–351.
- Zar, J.H. 2010. Biostatistical analysis. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

RECIBIDO/RECEIVED: 16/07/2021

ACEPTADO/ACCEPTED: 19/02/2020