

# **ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD MACROBENTÓNICA EN CUATRO PLAYAS ARENOSAS DEL PARQUE NACIONAL NATURAL CORALES DEL ROSARIO Y SAN BERNARDO (CARIBE COLOMBIANO) SOMETIDAS A DIFERENTES NIVELES DE USO**

## **MACROBENTHIC COMMUNITY STRUCTURE IN FOUR SANDY BEACHES OF THE NATIONAL NATURAL PARK CORALES DEL ROSARIO AND SAN BERNARDO (COLOMBIAN CARIBBEAN) SUBJECTED TO DIFFERENT LEVELS OF USE**

*Camilo Cortés-Useche y Jair Mendoza Aldana*

### **RESUMEN**

Se evaluó la comunidad macrobentónica de algunas playas arenosas, estableciendo cuatro sitios de muestreo: 1 y 2. Isla Tesoro e Isla Rosario (playas intangibles); 3 y 4. Playa Blanca y playita de Cholón (playas de uso recreativo). Se tomaron muestras biológicas con nucleadores de PVC; en el laboratorio los organismos fueron identificados hasta el mayor nivel taxonómico posible. A su vez, se obtuvieron datos físicos. Los resultados evidenciaron que las playas de mayor uso (Playa Blanca y Playita de Cholón) tienen mayores abundancias en contraste con las playas intangibles (Isla Tesoro e Isla Rosario), evidenciando que el aumento del uso de las playas desde el punto de vista turístico y de recreo supone una fuerte presión física para la macrofauna bentónica. Se encontraron en total 1428 organismos pertenecientes a 14 taxones diferentes, agrupados en 5 phyla, Nemertea, Annelida, Sipuncula, Nematoda y Arthropoda. Los nemátodos fueron el grupo dominante (931 individuos), aunque los poliquetos también se encontraron bien representados (367 individuos).

**PALABRAS CLAVE:** Fauna macrobentónica, zona costera, bioindicadores, uso recreativo.

### **ABSTRACT**

We evaluated the macrobenthic community of sandy beaches. We established four sampling sites: 1 and 2. Treasure Island and Rosario Island (Protected Beaches), 3 and 4. "Playita Cholon and Playa Blanca" (Recreational Beaches). Biological samples with PVC nucleators, in the laboratory, the organisms were identified to the major taxonomic level. In turn, physical data were obtained. The results showed that greater use beaches (Playa Blanca and Playita of Cholon) have higher abundances in contrast to the protected beaches (Treasure Island and Rosario Island), showing that the increased use of the beaches from the point of view of tourism and recreation is a strong physical pressure to the benthic macrofauna. We found a total of 1428 organisms belonging to 14 different taxa, grouped into 5 phyla, Nemertea, Annelida, Sipuncula, Nematoda and Crustacea. Nematodes were the dominant class (931 individuals) while polychaetes were also well represented (367 individuals).

**KEY WORDS:** Macrobenthic fauna, coastal zone, bioindicators, recreational use.

#### **Dirección de los autores:**

Grupo de investigación en Sistemas Costeros (SisCo), Universidad del Magdalena. Carrera 32 No 22 - 08. Santa Marta, Colombia. Código Postal 470001. camilorv@hotmail.com (C.C-U). The Nature Conservancy - TNC y PNN Corales del Rosario y San Bernardo (PNNCRSB), Calle 4 No 3 - 20. Bocagrande, Cartagena, Colombia. Código Postal 470001. riajah@gmail.com (J.M.A)



## INTRODUCCIÓN

La unidad morfológica de playa se define como la franja de material no consolidado, como arenas o grava que está presente en la interfase mar-continente. Estos depósitos están compuestos por arenas de grano fino a medio, cuya composición y color varían según el origen de los sedimentos, sus límites van desde la línea de marea baja hasta donde se presenta un cambio marcado en su fisiografía (Molina et al., 1998).

Las playas arenosas cubren las tres cuartas partes del sistema intermareal en el mundo (Short, 1999) y han estado sujetas a un gran desarrollo y diferentes actividades. Existe a nivel mundial, un aumento en las actividades que se realizan en la costa, debido al crecimiento de las ciudades en la zona costera y el auge del turismo en estas. Los ecosistemas de playas arenosas, reciben cada vez más una variedad de impactos humanos como la contaminación, deforestación, extracción de arena, explotación de especies costeras y turismo intensivo (Brown y Mc Lachan, 1990). Frente a las consecuencias que esto implica, ha surgido la necesidad de planificar el desarrollo bajo el esquema de Gestión Integrada de Playas (GIP), que hace parte del Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) (Castro et al., 2010).

Como cualquier otro recurso, la playa es un bien que satisface diversas necesidades humanas y sostiene una diversidad de relaciones ecosistémicas esenciales. Es, por tanto, apropiado establecer los atributos que determinan su calidad; es decir, las características tanto en términos cuantitativos como cualitativos que permiten que la playa satisfaga las múltiples necesidades socioculturales y ambientales planteadas (Yepes, 2002). De acuerdo con lo anterior los ecosistemas marino-costeros se han convertido en objeto de estudio, con el propósito de sentar las bases para el análisis de las posibles presiones e impactos y, a su vez, generar información base para el desarrollo de instrumentos y herramientas de gestión que permitan el ordenamiento y manejo adecuado de estos.

La comunidad bentónica es muy importante en los ecosistemas marinos, ya que ayuda en el proceso de reciclaje de nutrientes y carbono, está íntimamente relacionada con la red alimentaria pelágica, influencia

la estabilidad del sedimento y la turbidez de la columna de agua; además, los organismos macrobentónicos ( $\geq 1$  mm; Lalli y Parsons, 1997) son indicadores de perturbaciones humanas y naturales (Trush y Dayton, 2002). El macrobentos de playas de sustrato blando está constituido principalmente por bivalvos, crustáceos y poliquetos, así como algunos equinodermos situados cerca al límite de la zona submareal (Lercari et al., 2002).

En las playas arenosas, el tamaño de grano afecta la porosidad y la compactación del sedimento, convirtiéndolo en un factor determinante de las poblaciones bentónicas. Por lo tanto es probable que los organismos que habitan la zona litoral se vean afectados por el pisoteo, ya que la presión humana ejerce compactación y resuspensión de sedimento. El efecto dependerá de la naturaleza del sitio, del tipo de suelo y la capacidad física y natural de la playa para soportar un número determinado de visitantes con su diversidad de actividades recreativas (restaurantes, estacionamientos, buceo de aguas superficiales, alquiler de lanchas, pisoteo y circulación de vehículos) que afectan la dinámica natural de los ecosistemas (Saunders et al., 2000).

El Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo (PNNCRSB) posee un potencial turístico y ofrece un excelente panorama para el estudio de los impactos producidos por las actividades recreativas en sus playas. El Plan de Manejo del PNNCRSB establece diferentes grados de acceso y/o restricciones sobre las diferentes playas de las islas, generando distintos tipos de uso para ellas. Esto permite establecer comparaciones en playas cercanas entre sí pero con diferentes niveles de uso, donde los procesos físicos seguramente no juegan un papel tan importante como en playas muy expuestas (Angeloni, 2003).

## ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio se llevó a cabo en cuatro playas arenosas [Playa Blanca (Barú), Playita Cholón (Ciénaga de Cholón), Playa Isla Rosario e Isla Tesoro (Archipiélago del Rosario)] del PNNCRSB. Su alta variedad biológica y sus cualidades escénicas, lo han constituido como uno de los principales atractivos turísticos del Caribe colombiano y en especial de la ciudad de Cartagena de Indias (Castro et al., 2010) (Figura 1).

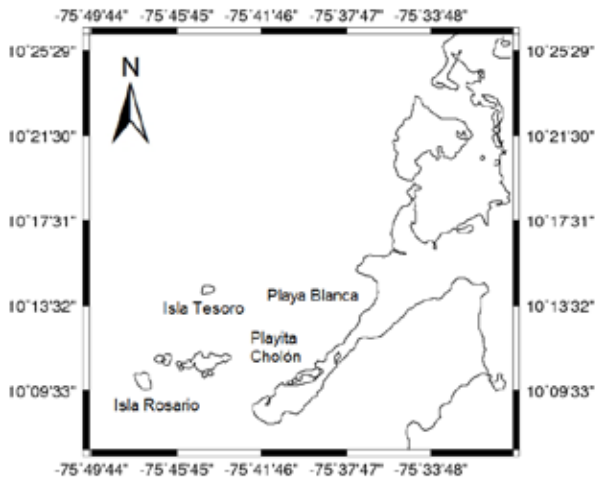


Figura 1. Ubicación del área de estudio, Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos durante la última semana de mayo, junio, julio y septiembre de 2012 (temporada de baja y alta afluencia turística para 2012). Para realizar una descripción física de las playas se tomaron los siguientes datos en cada estación: Análisis Granulométrico, Penetrabilidad del Sedimento, Análisis de Compactación, Variables Físicas y Químicas. Para los datos biológicos se tomaron 12 muestras con nucleadores de PVC de 15 cm de diámetro. Posteriormente fueron lavadas y tamizadas (malla de 1 mm), fijadas en formol al 10 % y teñidas con el colorante rosa de Bengala. Luego, en el laboratorio, los organismos se separaron del sedimento y se preservaron en etanol al 70 %, hasta identificarlos al mayor nivel taxonómico posible. La información se registró en campo y posteriormente se organizó en matrices de datos. Se estimaron índices de diversidad para la lista de especies y la densidad de los especímenes encontrados. Para el análisis de composición de las comunidades utilizó el modelo ANOSIM (*Analysis of Similarities*) con distancia de Bray-Curtis y datos transformados a  $(\log X+1)$ . Además, se realizó un análisis de escalamiento no métrico (*non metric multidimensional scaling*- NMDS) que permite discriminar entre sitios de acuerdo con la composición cuantitativa de especies en las comunidades (Clarke, 1993; Wu, 1998). El análisis de los datos fue realizado con el programa PRIMER (Clarke y Warwick, 1994).

## RESULTADOS

### Datos Físicos

La distribución de frecuencias de los sedimentos mostró una moda entre 1 y 2 phi, correspondiendo a la categoría de arena media. La playa de Isla Rosario en mayo se salió de esta generalidad (moda en 0 phi) hacia los sedimentos más gruesos, presentando restos de concha y cascajo coralino. Los registros realizados para determinar la presencia de personas y vehículos, evidencian que en las áreas protegidas (Isla Tesoro e Isla Rosario) no hay presencia de ninguno de ellos, debido a su categoría de islas intangibles. Por su parte en Playa Blanca se presentan los registros más altos de presencia de visitantes, con un promedio de 63 personas, seguido de playita de Cholón con 22 personas. Vale la pena destacar como en mayo y septiembre se hallan niveles inferiores de gente con relación a junio y julio. También se puede observar como Playa Blanca posee los valores más altos de promedio del peso total con 4599000 g, un área de contacto con el suelo de 16506 cm<sup>2</sup> y una presión ejercida de 17577 g/cm<sup>2</sup>, por encima de Playita de Cholón con 1606000 g, 5764 cm<sup>2</sup> y 6138 g/cm<sup>2</sup> para los impactos causados por personas.

### Datos Biológicos

Se encontraron en total 1428 organismos pertenecientes a 14 taxones diferentes, agrupados en 5 phyla, Nemertea, Annelida, Sipuncula, Nematoda y Arthropoda. Los nematodos fueron la clase dominante (931 individuos), aunque los poliquetos también se encontraron bien representados (367 individuos) (Tabla 1). El mayor valor de riqueza específica se encontró en Isla Rosario, superando por dos taxones a playita de Cholón e Isla Tesoro y por cuatro a Playa Blanca.

Tabla 1. Abundancia (ind/m<sup>2</sup>) de organismos principales durante la temporada de muestreo.

Phylum	Mayo	Junio	Julio	Septiembre
Nemertea	20	4	20	13
Annelida (Poliquetos)	167	79	18	103
Sipuncula	1	0	0	0
Nematoda	304	167	233	227
Arthropoda	30	11	15	16

En cuanto a la abundancia, Playa Blanca encabeza la tabla con 512 organismos seguida de Playita de Cholón con 434 y los valores más bajos se presentan en Isla Tesoro e Isla Rosario con 231 y 251 organismos respectivamente (Tabla 2). En tanto que los menores valores de diversidad de Shannon-Wiener (0,9713 bits/individuo) se presentaron para Isla Rosario, mientras que el máximo valor (1,554 bits/individuo) se registró en Isla Tesoro. Este esquema se repite para los valores de equidad, es decir, se presenta una tendencia general. La riqueza específica tiene los valores promedio más altos para las temporadas de mayo y junio  $6,75 \pm DS$ , mientras que septiembre y julio siguen con  $5,5$  y  $4,5 \pm DS$ ; vale la pena destacar que en mayo Isla Rosario supera a las demás estaciones, mientras que Isla Tesoro encabeza la tabla en junio y julio, para finalmente en septiembre liderarla playita de Cholón, en tanto que Playa Blanca posee los valores más bajos de riqueza en mayo y junio y playita de Cholón e Isla Rosario para julio y septiembre. Por su parte, los valores más altos de abundancia se presentaron en mayo con un total de 522 organismos, seguidos de la temporada de septiembre con 359, julio y junio poseen los valores más bajos con 286 y 261 organismos, respectivamente. Playa Blanca para todas las temporadas presenta los valores más altos de abundancia, mientras que Isla Tesoro los menores.

Tabla 2. Riqueza (S), Abundancia (N), Diversidad – Shannon Wiener (H'), Equidad de Pielou (J'), para el estudio realizado.

Estación	S	N	H' (Log)	J'
Isla Tesoro	9	231	1,554	0,7073
Isla Rosario	11	251	0,9713	0,4051
Playa Blanca	7	512	0,9875	0,5075
Playita de Cholón	9	434	1,138	0,518

En cuanto al índice de diversidad de Shannon- Wiener (H'), el valor promedio más alto se registró en mayo (1,2155 bits/individuo), seguido de junio, septiembre y julio con valores de 1,19545, 1,03215 y 0,68005 bits/individuo, respectivamente. Los máximos estuvieron en Isla Tesoro y los menores en Playa Blanca e Isla Rosario. Este esquema se repite para la equidad, salvo para Isla Rosario en la temporada de mayo que muestra una menor equidad que Playa Blanca.

El análisis ANOSIM de una vía no mostró diferencias significativas entre sitios, con un R global  $\leq 0,05$ ,

donde R significa una medida absoluta de distancia entre los grupos. Valores positivos y grandes (hasta 1) de R indican baja similitud entre los grupos; mientras que valores bajos (hasta 0) indican alta similitud entre grupos, evidenciando similitud entre las playas de estudio del PNNCRSB. En el análisis de agrupamiento para los meses muestreados se destaca la formación del grupo de playas con mayor uso, Playa Blanca y playita de Cholón (88,45 del coeficiente de Bray Curtis) que se unen con Isla Tesoro a un nivel de similitud menor (69,27). Siendo Isla Rosario la que presenta la menor similitud con las demás playas (59,93) (Figura 2). Aunque los valores del coeficiente de Bray Curtis cambian mes a mes, se observa que, en general, describen el mismo patrón, un agrupamiento definido entre Playa Blanca y Playita de Cholón que luego se relaciona con valores más bajos con Isla Tesoro e Isla Rosario. Al observar la similitud entre playas para cada mes por separado, se observó que las playas de mayor uso (Playa Blanca y playita de Cholón) siempre forman un grupo con valores altos de similitud (88,40 mayo, 78,16 junio, 84,13 julio y 86,09 septiembre). Las playas intangibles (Isla Tesoro e Isla Rosario), por su parte, se presentan separadas para mayo, junio y septiembre, pero en julio se agrupan (76,06 del coeficiente de Bray Curtis), haciendo que para este mes se formen dos grupos, por un lado las playas intangibles y por otro la de mayor uso a un nivel de 66,02.

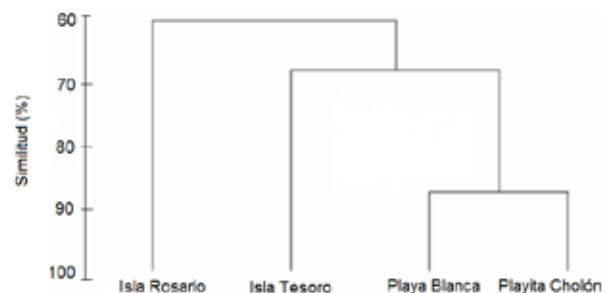


Figura 2. Análisis de agrupamientos con coeficiente de Bray-Curtis usando los datos transformados mediante  $(\log X+1)$ , para el estudio realizado.

Según el Análisis de Escalamiento no métrico (NMDS) de la macrofauna, se obtuvo un nivel de estrés de 0,11, es decir un valor bajo, que indica una buena ordenación (Ramírez, 1999). Además refleja una tendencia de agrupación de las estaciones, en la que se forman tres grupos marcados, y una estación aislada; correspondiente a Isla Tesoro en junio (T2) (Figura 3).



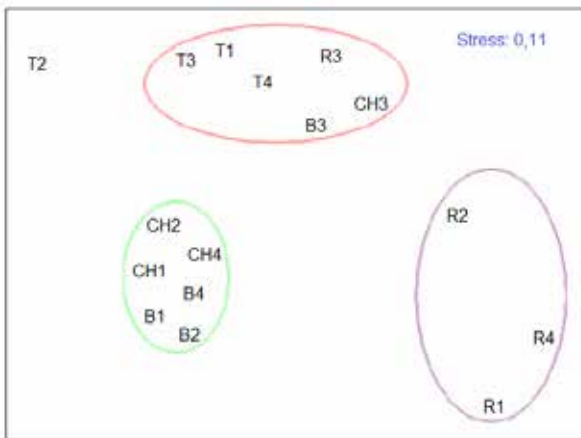


Figura 3. NMDS de la macrofauna (Log X+1). Datos de cada transecto en cada localidad para mayo (1), Junio (2) y Julio (3) de 2011. Isla Tesoro (T), Isla Rosario (R), Playa Blanca (B) y playita de Cholón (CH).

## DISCUSIÓN

La riqueza (14 taxones) y abundancia (1428 ind/m<sup>2</sup>) encontradas en el área de estudio fueron similares en comparación con trabajos en Chile (Rueda et al., 1996), donde se contabilizó un total de 1299 animales, correspondientes a 31 taxones. Así como registros de Palacios (2004), en donde se hallaron 19 taxa y 1580 organismos en la región de bahía Ancud (Chile). Trabajos en el norte del Golfo de California en México registran 1954 individuos colectados en 26 taxa (Ávila et al., 2006). En Colombia se han realizado estudios en el Pacífico donde por estación se obtuvieron 309 individuos pertenecientes a 80 taxas distribuidos principalmente en 7 grupos taxonómicos (Poliquetos, Amphipodos, Crustáceos, Gastrópodos, Bivalvos, Insectos y Sipunculac) (Rincón et al., 2008).

Los organismos encontrados en este estudio se distribuyeron generalmente a lo largo de todas las estaciones. El porcentaje de abundancia de poliquetos (26%) estuvo por debajo del ámbito característico de estos individuos en zonas tropicales, donde dominan numéricamente la comunidad bentónica de fondos blandos (Sarkar et al., 2005). El grupo que dominó en el presente estudio correspondió a los nemátodos (65%), evidenciando concentraciones de residuos orgánicos significativos. Algunos autores afirman que los alimentadores de depósito, como los gusanos poliquetos y nemátodos, prefieren ambientes ricos en nutrientes por su tipo de alimentación, y tienden a dominar en las zonas con mayores acumulaciones

de materia orgánica, ya sean naturales o humanas (Cantera et al., 1994). Por ejemplo, es el caso de los estuarios del Golfo de México donde Brown et al. (2000) encontraron que en sitios contaminados existió mayor proporción de estos grupos, por lo que esta dominancia puede ser indicativo de frecuentes disturbios en estos estuarios. En el presente estudio la mayor abundancia de nemátodos y poliquetos estuvo asociada a un aumento en el contenido de limos y arcillas, así como de materia orgánica proveniente de las aguas residuales de las letrinas de los baños presentes en Playa Blanca y las condiciones de descarga de aguas residuales de casas de recreo en la Ciénaga de Cholón, donde se encuentra playita de Cholón, esto puede ser reflejo de la mayor exposición de estas dos playas, coincidiendo con otros trabajos en los que se registra este patrón (Defeo et al., 2001). En playas donde las descargas de materia orgánica son significativas predominan estos grupos. Holland (1978) lo atribuye en parte al hecho de que en la medida en que decrece la movilidad del sedimento, los espacios intersticiales se llenan de pequeñas partículas de sedimento y otras sustancias como detritus y materia orgánica. Los organismos tipo suspensívoros no se verían favorecidos en este tipo de ambiente (más arcilloso), mientras que los depositívoros como los nemátodos y poliquetos sí. En los sedimentos arenosos los suspensívoros dominan, porque el agua que se mueve en los intersticios libremente renueva el contenido de materia orgánica con cada ciclo de marea.

Calles (1999) encontró en las playas ecuatorianas en la provincia del Guayas dominancia por parte de los nemátodos sobre otros grupos, como Copepoda y Polychaeta, influenciados directamente por la materia orgánica. En este trabajo se encontró que los organismos macroinfaunales más importantes en todas las estaciones fueron los nemátodos, que se adaptan y resisten en todo tipo de condiciones ambientales (presión hidrostática y temperatura), pareciendo ser sensibles a la cantidad de materia orgánica presente en el sedimento y su fraccionamiento, seguidos por los poliquetos, generalmente los organismos más diversificados y abundantes en los ambientes marinos bentónicos, en especial de sustrato blando (Torres, 1999). Se observa en los análisis como las asociaciones que se presentan encuentran una correlación con la distribución de los organismos bentónicos en cada una de las playas. Lindegarth y Hoskin (2001) encuentran que grupos de organismos, como los sílidos, y espiónidos, son característicos de zonas urbanas, por su parte Lercari et al. (2002) registran que los poliquetos espiónidos son depositívoros, indicadores

de alta concentración de materia orgánica y han sido definidos como tolerantes a la contaminación y, si bien se pueden encontrar en condiciones normales, su abundancia se puede ver estimulada por aportes de materia orgánica. Aunque en el presente trabajo la presencia de sílidos no es significativa, los espiónidos sí se presentan en Playa Blanca y playita de Cholón, playas de mayor uso recreativo, asociadas a los poblados de Barú, Santa Ana y Ararca; además son playas que pueden presentar grandes aportes de materia orgánica de origen humano y producto del manglar adyacente a estas playas. La significativa abundancia de poliquetos de la familia Capitellidae en Playa Blanca y playita de Cholón puede estar influenciada, entre otros factores, por una alta carga de sedimentos transportados por las aguas continentales que incrementa el contenido de materia orgánica del sistema, puesto que las especies de esta familia son a menudo colonizadoras de ambientes alterados o estresados (Blake et al., 2000).

En los meses de estudio los valores de riqueza fueron similares, sin embargo la abundancia de organismos disminuyó en junio y julio, dicha diferencia puede estar relacionada con una alta concentración de materia orgánica durante esta temporada (alta en términos de turismo). En septiembre la abundancia de organismos nuevamente aumentó, confirmando que existe una influencia directa entre la abundancia y la temporada turística alta. Gray (1981) encuentra que en playas que presentan estas condiciones se genera una mayor compactación, dificultando la penetración de los organismos, disminuyendo la tensión de oxígeno y la cantidad de meiofauna en el sedimento, por lo que la abundancia de la macrofauna se puede ver reducida, acción atribuible a la alta cantidad de turistas que se presenta en las temporadas vacacionales de mitad de año (junio y julio).

El nivel de uso evidentemente mostró relación con la dominancia en las comunidades, puesto que las playas intangibles de Isla Tesoro e Isla Rosario presentaron un mayor número de taxones, lo que puede indicar que la ausencia de pisoteo, vehículos y demás permite una mayor riqueza y abundancia de organismos, en contraste con las de mayor uso (Playa Blanca y playita de Cholón) que tuvieron un menor número de taxones para el mismo caso de dominancia. El nivel de uso de las playas parece afectar la diversidad de la comunidad macrobentónica. Su valor mostró ser alto en sitios no perturbados, es decir las intangibles, y más bajo en los sitios más perturbados. Estudios como el de Sánchez et al. (2010) encontraron entre sus principales resultados

que la mayor diversidad se encontró en la playa de Levante (área protegida), con una mayor presencia de crustáceos. Mientras que en la más urbanizada la comunidad epibentónica era más pobre en abundancia de poliquetos y registró ausencia de especies típicas de playas. Resultados que se pueden ver reflejados en este estudio al presentarse valores altos de diversidad en Isla Tesoro (intangible) y bajos en Playa Blanca (uso recreativo).

Finalmente, es relevante mencionar que se observó el comportamiento de la comunidad bentónica en las playas arenosas Playa Blanca, playita de Cholón, Isla Tesoro e Isla Rosario en el PNNCRSB, y su relación con el impacto de las actividades recreativas del turismo en estas playas, en donde debido al uso recreativo de estos lugares se generan cambios en las comunidades bentónicas. Dicha relación es negativa, ya que parece explicar valores más bajos de riqueza y diversidad como altos de abundancia, producto de condiciones que favorecen la presencia de ciertos grupos de organismos como nematodos y poliquetos.

## AGRADECIMIENTOS

A The Nature Conservancy (TNC) y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales por el apoyo recibido durante el desarrollo del trabajo. Este trabajo ha sido el resultado de la colaboración del personal del PNNCRSB y la Universidad del Magdalena (Santa Marta), que con su dedicación y conocimiento generaron aportes significativos en las diferentes etapas del desarrollo del estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Angeloni, P. 2003. Impacto del uso recreativo sobre la fauna macrobentónica de las playas arenosas de la Bahía de La Paz. Tesis de Maestría en Ciencias Especialidad en Manejo de Recursos Marinos, La Paz, Baja California Sur, México. 95 p.
- Ávila, G., Flessa, W., Tellez, M. y Cintra, C. 2006. Ávila, G., W. Flessa, M. Tellez, M., C. Cintra. 2006. Distribución de la fauna intermareal del delta del Rio Colorado, norte del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas* 32 (4): 649 – 661 pp.
- Blake, J. A., B. Hilbig y P. Valentich Scott. 2000. Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and the Western Santa Barbara Channel. Volume 14. Miscellaneous taxa. Santa Barbara, California.

- Brown, A.C. y A. McLachlan. 1990. Ecology of Sandy Shores. Elsevier Science Publishers. Burlington, MA – USA, 328 p.
- Brown, S.S., G.R. Gaston, C.F. Rakocinski y W. Heard. 2000. Effects of sediment contaminants and environmental gradients on macrobenthic community trophic structure in Gulf of Mexico estuaries. *Estuaries Series*, 23:411-424 pp.
- Calles, A. 1999. Biodiversidad del meiobentos en playas arenosas del Ecuador, con énfasis en nematodos marinos de vida libre. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, Proyecto VLIR-ESPOL, Ecuador, 6 p.
- Cantera, J. R., P. Arnaud y R. Neira. 1994. La macrofauna de playas arenosas en las bahías de Buenaventura y Málaga (Pacífico colombiano). Estructura espacial y dinámica temporal. *Revista de Ciencias. Universidad del Valle* 10: 27 – 47.
- Castro, L., Mendoza, J. y Herrón, P. 2010. Desarrollo Turístico En El Parque Nacional Natural Corales Del Rosario Y San Bernardo. Documento de Diagnostico. Documento de Investigación, Cartagena de Indias, Colombia, 75 p.
- Clarke, K.R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.
- Clarke, K.R. y R.M. Warwick, 1994. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, Reino Unido, 144 p.
- Defeo, O., J. Gómez y D. Lercari. 2001. Testing the swash exclusion hypothesis in sandy beach populations: the mole crab *Emerita brasiliensis*. *Marine Ecology Progress Series* 212: 159-170.
- Gray, J., 1981. The Ecology of Marine Sediments. Cambridge University Press, Reino Unido. 177 p.
- Holland, A.F., 1978. The community biology of intertidal macrofauna inhabiting sandbars in the north inlet area of South Carolina, USA. *Ecology of Marine Benthos*. The Belle W. Baruch Library in Marine Science 6: 423-438.
- Lalli, C. y T. Parsons. 1997. Biological Oceanography. Butterworth Heinemann. UK. Reino Unido. 314 p.
- Lercari, D., O. Defeo y E. Celentano, 2002. Consequences of a freshwater discharge on the benthic community habitat on an exposed sandy beach. *Marine Pollution Bulletin* 44: 1397-1404 pp.
- Lindegart, M. y M. Hoskin, 2001. Patterns of distribution of macro-fauna in different types of estuarine, soft sediment habitats adjacent to urban and non-urban areas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 52: 237-247.
- Molina, L. M., F. Pérez, J. Martínez, J.V. Franco, L. Marín, J. González y J. Carvajal. 1998. Geomorfología y Aspectos Erosivos del Litoral Caribe. *Publicaciones Geológicas Especiales* 21: 114 p.
- Palacios, L. 2004. Línea de Base Ambiental Marina: Sedimentos y Macrofauna. Ancud, 19 p.
- Rincón, L., C. Bolívar, G. Neira, R. Peña y J. Enrique 2008. Utilización de la macrofauna bentónica como indicador de calidad ambiental en la desembocadura del río anchicaya, Pacífico colombiano. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente* 7: 94-101 pp.
- Rueda, O. 1996. Estudio de línea base marina Bahía Chilota, XIII Región. Chile, 49 p.
- Sánchez-Moyano, E., M. Reyes-Martínez, N. Barea-Quirós y F. García-García. 2010. Influencia de la presión turística sobre la macrofauna de una playa de Andalucía Occidental. XVI Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina. Alicante.
- Sarkar, S., A. Bhattacharya, S. Giri, D. Bhattacharya, D. Sarkar, D. Chandranayak y A. Kumarchattopadhaya. 2005. Spatio-temporal variation in benthic polychaetes (Annelida) and relationships with environmental variables in a tropical estuary. *Wetlands Ecology and Management* 13: 55 – 67.
- Saunders, C., J. Selwyn, S. Richardson, V. May y C. Heeps. 2000. A review of the effects of recreational interactions within UK European Marine Sites. UK CEED Marine Bournemouth University, Center for Coastal Conservation and Education, Reino Unido. 265 p.
- Short, A. D. 1999. Handbook of beach and shoreface morphodynamics. Wiley and Sons, UK.
- Torres, R. 1999. Variación temporal de la taxocenosis Polychaeta – Mollusca, durante septiembre de 1997 a febrero de 1998, en dos estaciones de fondos blandos someros en el balneario El Rodadero, Caribe colombiano. Tesis de Grado Facultad de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 103 p.
- Wu, J., 1998. The distribution of benthic infauna in the nearshore Zone of Adelaide's northern metropolitan coast. Thesis Masters of Ecology and Management, University of Adelaide, Australia, 71 p.
- Yepes, V. 2002. Ordenación y gestión del territorio turístico. Las playas, en Blanquer, D. (dir.): Ordenación y gestión del territorio turístico. Ed. Tirant lo Blanch. Valencia, pp. 549-579.

Fecha de Recepción: 23/08/2012  
 Fecha de Aceptación: 11/12/2012

