

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

EQUINODERMOS EN FONDOS SOMEROS DEL SECTOR LA AHUMADERA, BAHÍA DE CISPATÁ, CÓRDOBA, CARIBE COLOMBIANO

Echinoderms in Shallow-Bottom from Ahumadera Sector, Cispatá Bay, Cordoba, Colombian Caribbean

Jorge Alexander QUIRÓS-RODRÍGUEZ¹

¹Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

For correspondence. alexander_quiroz@hotmail.com

Received 11th March 2014, Returned for revisión 15th July 2014, Accepted 20th August 2014.

Citation / Citar este artículo como: Quirós-Rodríguez JA. Equinodermos en fondos someros del sector La Ahumadera, Bahía de Cispatá, Córdoba, Caribe colombiano. Acta biol. Colomb. 2015;20(1):101-108. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v20n1.42529>

RESUMEN

Este estudio representa un reporte de la fauna de equinodermos que se encuentran en fondos someros del sector La Ahumadera, bahía de Cispatá, Caribe colombiano. El área está formada por un sustrato de tipo fango-arenoso colonizado por esponjas en punta Terraplén, y arenoso con pasto marino (*Thalassia testudinum*), macroalgas y esponjas en punta Robalo. Se identificaron diez especies de equinodermos que pertenecen a cuatro clases (Asterozoa, Ophiurozoa, Echinozoa y Holothurozoa), distribuidas en ocho familias y nueve géneros. El número de taxones identificados corresponde al 4,1% de las especies registradas para el Caribe colombiano, y muestra la representatividad de especies de equinodermos en este sector. Las especies más abundantes en punta Robalo fueron *Encope michelini* (24,3%) y *Ophiothrix angulata*, mientras que en punta Terraplén fueron los ofiuros *O. angulata* (36,7%) y *Ophiactis savignyi* (16,5%). Se determinó mayor riqueza ($S=9$), diversidad ($H'=2,64$) y uniformidad ($U=0,92$) de especies en punta Robalo al ser comparado con los valores obtenidos en Terraplén ($S=6$, $H'=2,39$ y $U=0,83$). Ambas estaciones mostraron un índice de similitud (I_s) de 0,66. Entre las especies identificadas, las siguientes son nuevos registros para el departamento de Córdoba: *Holothuria floridana*, *Encope michelini* y *Mellita quinquesperforata*.

Palabras clave: Bahía de Cispatá, equinodermos, fondos someros, *Thalassia testudinum*.

ABSTRACT

This study represents a report of the echinoderm fauna found in shallow waters of the sector La Ahumadera, Cispatá Bay, Colombian Caribbean. The area is formed by a plain substrate type soft sand-mud colonized by sponges in punta Terraplén and sandy with seagrass (*Thalassia testudinum*), macroalgae and sponges in punta Robalo. Were identified ten species of echinoderms belonging to four classes (Asterozoa, Ophiurozoa, Echinozoa and Holothurozoa), distributed in eight families and nine genera. The number of taxa identified corresponds to 4.1% of the species recorded for the Colombian Caribbean, and shows the representation of species of echinoderms in this sector. The most abundant species in punta Robalo were *Encope michelini* (24.3%) and *Ophiothrix angulata*, while in punta Terraplén were *O. angulata* (36.7%) and *Ophiactis savignyi* (16.5%). Higher richness ($S=9$), diversity ($H'=2.64$) and evenness ($U=0.92$) were found in punta Robalo compared to values from Terraplén ($S=6$, $H'=2.39$ and $U=0.83$). Both stations showed a similarity index (I_s) of 0.66. Among the species identified, the following are new records for the department of Córdoba: *Holothuria floridana*, *Encope michelini* and *Mellita quinquesperforata*.

Keywords: Cispatá Bay, echinoderms, shallow-bottom, *Thalassia testudinum*.

INTRODUCCIÓN

El *Phylum* Echinodermata, del griego *echinus* que significa espinas y *dermus* piel, alberga organismos cuya característica más llamativa es la presencia de osículos calcáreos y espinas, que le confieren al individuo un aspecto rugoso o espinoso. Los equinodermos poseen además un tejido conectivo flexible que permite cambiar de forma voluntaria y rápida la rigidez del animal, y un sistema vascular acuífero único que regula la alimentación, locomoción y otras funciones (Ruppert y Barnes, 1996; Pawson, 2007). Constituye el grupo más grande dentro de los invertebrados deuterostomados con alrededor de 7000 especies cuyos representantes se distribuyen en cinco clases: Crinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea y Holothuroidea (Hendler *et al.*, 1995; Samyn *et al.*, 2006; Pawson, 2007).

El Caribe cubre más de 2.754.000 km² y es considerada una región biogeográfica única, estando entre los primeros cinco lugares de mayor biodiversidad marina (Alvarado *et al.*, 2011). Se puede encontrar bibliografía específica para el Caribe destacándose Hendler *et al.*, (1995), quienes realizaron una guía de identificación de 150 especies de equinodermos de aguas someras de los cayos de la Florida, las islas Bahamas y el Caribe entre 0 y 33 metros de profundidad, anexando claves de identificación. También existen estudios detallados sobre la fauna de equinodermos en Cuba (Abreu-Pérez *et al.*, 2005; Del Valle-García *et al.*, 2008), isla La Española (Herrera-Moreno y Betancourt,

2004), México (Laguarda-Figueras *et al.*, 2005) y Puerto Rico (Benavides-Serrato, 2006).

El estudio de equinodermos en el Caribe colombiano presenta un considerable incremento en los últimos años, tanto en aguas someras como profundas, destacándose los trabajos de Meyer y Macurda (1976), Caycedo (1978), Caycedo (1979), Álvarez (1981), Gallo (1988a), Gallo (1988b), Borrero-Pérez *et al.*, (2002), González *et al.*, (2002), Bejarano *et al.*, (2004), Benavides-Serrato *et al.*, (2005), Gaitán-Espitia (2008) y Benavides-Serrato *et al.*, (2011). Esto hace evidente la necesidad de elaborar mayores investigaciones al respecto, con el fin de tener una mejor apreciación de la diversidad y ecología de este grupo en Colombia.

El objetivo del presente estudio fue comparar la diversidad y abundancia de equinodermos en dos estaciones de muestreo con sustrato y microhábitat contrastantes; uno fango-arenoso con esponjas y otro de arena con pasto marino y macroalgas, con el fin de caracterizar la fauna de equinodermos del sector La Ahumadera, bahía de Cispatá, Caribe colombiano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se llevó a cabo en el sector La Ahumadera, ubicada en la zona de uso sostenible de la bahía de Cispatá, y una extensión de 1,08 km², se encuentra entre los 9°24'51.7" N y 75°48'82.1" W (Fig. 1). La temperatura superficial del agua varía entre 22-28°C y

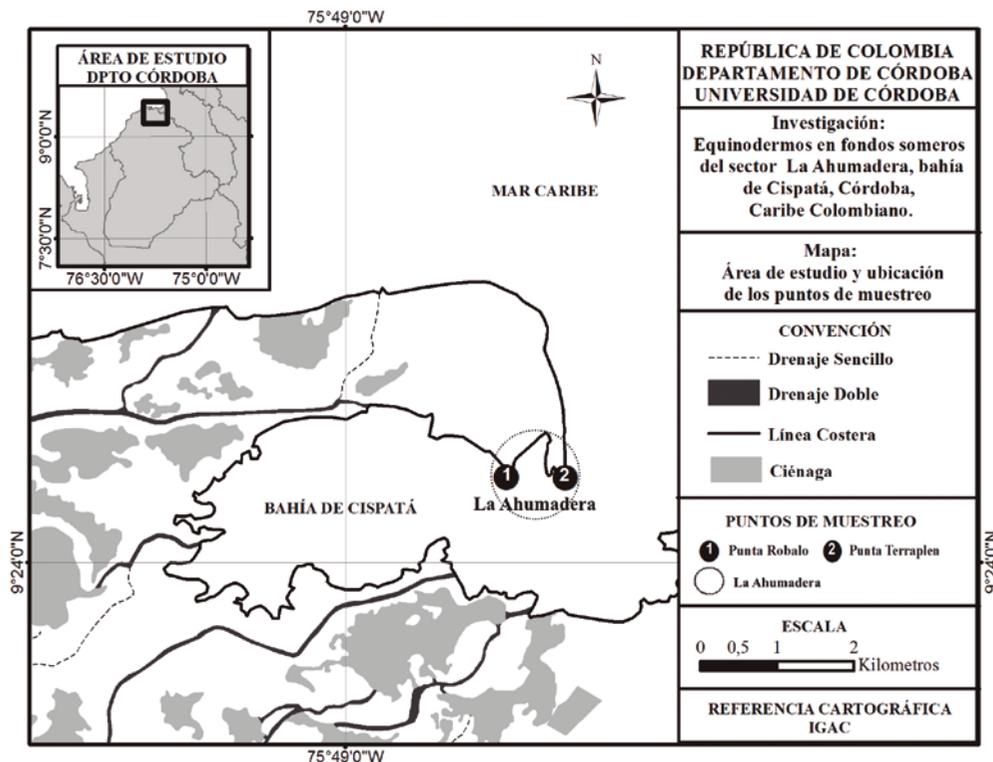


Figura 1. Área de estudio y ubicación de las estaciones de muestreo en el sector La Ahumadera, bahía de Cispatá, Caribe colombiano.

exhibe una elevada productividad (Gómez y Rodríguez, 2009). El área está formada por un sustrato fango-arenoso que es colonizado principalmente por esponjas en punta Terraplén, y un sustrato arenoso con pequeños parches de *Thalassia testudinum* Banks ex König, 1805, macroalgas y algunas esponjas en punta Robalo (Quirós y Arias, 2013). Así mismo, se presentan dos épocas climáticas al año; una seca que abarca los meses de diciembre hasta inicios de abril, y otra lluviosa, la cual cubre finales de abril hasta noviembre (Sánchez *et al.*, 2005; Cortés y Rangel, 2011).

Toma de muestras. Los muestreos fueron realizados en diciembre de 2011 y febrero de 2012 en dos estaciones que corresponden a las puntas de Terraplén y Robalo (tabla 1). Para la búsqueda y recolección de los especímenes, se estableció por estación de muestreo dos parcelas de 100 m², demarcadas por cuerdas sujetas a listones de madera. En cada parcela fueron lanzados al azar cinco cuadrantes de 1 m², adicionalmente fueron realizados muestreos cualitativos de buceo libre en cada uno de los sitios. Una vez obtenidos los ejemplares, fueron narcotizados dependiendo de la talla del individuo y fijados en alcohol etílico al 70% (Solís-Marín y Mata, 1999).

Laboratorio. Para la identificación de los ejemplares se utilizaron claves taxonómicas de Deichmann (1930), Tommasi (1970), Tommasi (1971) y Tommasi y Oliveira (1976), así como descripciones de Thomas (1973), Clark y Downey (1992) y Hendler *et al.*, (1995). El material identificado hace parte de la sala de Colecciones Zoológicas de la Universidad de Córdoba (CZUC), y cada especie se incluyó en la base de datos sobre fauna de invertebrados marinos cordobeses con toda la información curatorial.

Análisis de los datos. El esfuerzo de muestreo y los valores de riqueza de especies fueron evaluados con las curvas de acumulación basadas en el número de especies por parcelas de muestreo. La riqueza esperada fue estimada con los estimadores no paramétricos Bootstrap, Jackknife 1 y Jackknife 2, utilizando EstimateS 9.1 (Colwell, 2013). Con el fin de evaluar la diversidad alfa en las comunidades de equinodermos de cada estación, se calcularon los índices de uniformidad de Pielou (U), dominancia de Simpson (λ) y diversidad de Shannon-Wiener (H'). Así mismo, para comparar las comunidades de equinodermos en los dos sitios muestreados, se calcularon los coeficientes de similitud de Jaccard (J) y Sørensen (Is). Estos análisis se realizaron a través del programa PRIMER-E v6 (Clarke y Gorley, 2005).

RESULTADOS

Se registró un total de 293 individuos incluidos en cuatro clases, ocho familias y diez especies del filo Echinodermata en el sector de estudio. La clase con el mayor número de especies fue Ophiuroidea con cuatro especies, seguida por Equinoidea (3 spp.), Holothuroidea (2 spp.) y Asteroidea (1 spp.). Del total de especies identificadas, las siguientes son nuevos registros para el departamento de Córdoba: *Holothuria floridana* Pourtalès, 1851, *Encope michelini* Agassiz, 1841 y *Mellita quinquesperforata* Leske, 1778.

En punta Robalo se recolectó un total de 214 individuos pertenecientes a nueve especies de equinodermos. Se registraron siete familias, de las cuales Ophiothrichidae y Mellitidae presentaron dos especies, mientras que las familias restantes estuvieron presentes solamente con una especie (tabla 2). *Encope michelini* fue la especie más abundante durante el estudio (24,3%), seguida de *Ophiothrix angulata* Say, 1825 (22,9%), *H. floridana* (17,6%), *Ophiactis savignyi* Müller y Troschel, 1842 (16,3%), *M. quinquesperforata* (8,9%) y *Ophiothrix orstedii* Lütken, 1856 (6,1%) (Fig. 2A). El resto de las especies para la estación aportaron una abundancia menor de 2%.

En punta Terraplén se recolectó un total de 79 individuos pertenecientes a seis especies de equinodermos. Esta estación registró cuatro familias, en donde Ophiothrichidae y Mellitidae presentaron dos especies y, Luidiidae y Ophiactidae una especie (Tabla 2). *Ophiothrix angulata* fue la especie más abundante (36,7%), seguida de *O. savignyi* (16,5%), *E. michelini* (15,2%), *Luidia senegalensis* (12,7%), *M. quinquesperforata* (11,4%) y *O. orstedii* (7,6%) (Fig. 2B).

El esfuerzo de muestreo realizado en La Ahumadera permitió registrar cerca del 90% de las especies de equinodermos en el sector. Las curvas de acumulación de especies presentaron una tendencia asintótica, alcanzando un valor máximo de 11 especies de acuerdo con los estimadores no paramétricos Jackknife 1 y 2, respectivamente (Fig. 3). De esta manera, con base en estos estimadores, el valor de la riqueza observada (diez especies) se encuentra muy cercano al valor esperado, lo que indica una buena representatividad del muestreo de equinodermos en el sector de estudio.

El valor de uniformidad fue ligeramente mayor en punta Robalo (U= 0,92), lo cual fue consistente con el valor del índice de Shannon-Wiener ($H' = 2,64$), por lo que se considera que la

Tabla 1. Ubicación geográfica, tipo de sustrato y microhábitat en las estaciones de muestreo, bahía de Cispatá, Caribe colombiano.

| Est. de muestreo | Latitud norte (N) | Longitud oeste (W) | Tipo de sustrato y microhábitat |
|------------------|-------------------|--------------------|--|
| Punta Robalo | 9° 25.016 | 75° 42.235 | Sustrato arenoso con pasto marino, macroalgas y esponjas |
| Punta Terraplén | 9° 25.135 | 75° 42.857 | Sustrato fango-arenoso con esponjas |

Tabla 2. Número total de equinodermos en las estaciones de muestreo, bahía de Cispatá, Caribe colombiano.

| Familias | Especie | Estaciones de muestreo | | Total |
|----------------------|---|------------------------|--------------|------------|
| | | P. Robalo | P. Terraplén | |
| LUIDIIDAE | <i>Luidia senegalensis</i> Lamarck, 1816 | 0 | 10 | 10 |
| AMPHIURIDAE | <i>Amphipholis squamata</i> Delle Chiaje, 1828 | 3 | 0 | 3 |
| OPHIOTHRICHIDAE | <i>Ophiothrix angulata</i> Say, 1825 | 49 | 29 | 78 |
| | <i>Ophiothrix orstedii</i> Lütken, 1856 | 13 | 6 | 19 |
| OPHIACTIDAE | <i>Ophiactis savignyi</i> Müller y Troschel, 1842 | 35 | 13 | 48 |
| TOXOPNEUSTIDAE | <i>Lytechinus variegatus</i> Lamarck, 1816 | 3 | 0 | 3 |
| MELLITIDAE | <i>Encope michelini</i> Agassiz, 1841 | 52 | 12 | 64 |
| | <i>Mellita quinquiesperforata</i> Leske, 1778 | 19 | 9 | 28 |
| STICHOPODIDAE | <i>Isostichopus badionotus</i> Selenka, 1867 | 2 | 0 | 2 |
| HOLOTHURIIDAE | <i>Holothuria floridana</i> Pourtalès, 1851 | 38 | 0 | 38 |
| Total general | | 214 | 79 | 293 |

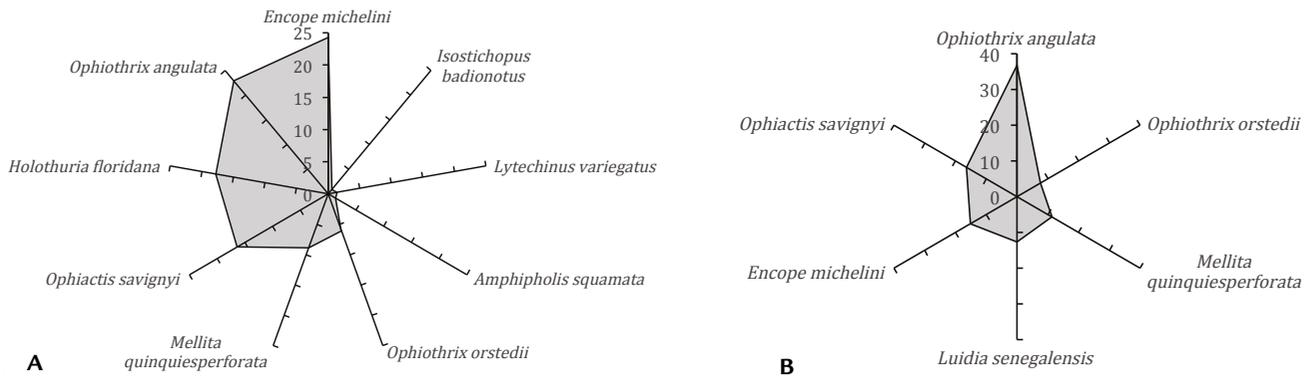


Figura 2. Abundancia total relativa de individuos por especie de equinodermos, presentes en las estaciones de muestreo. A) Punta Robalo, B) Punta Terraplén.

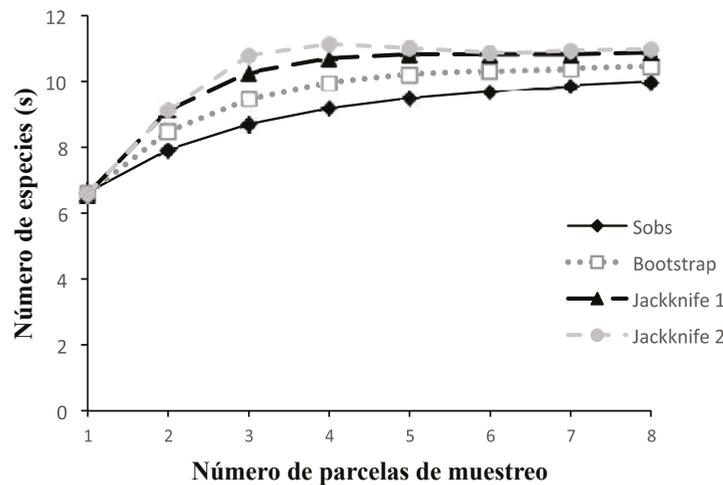


Figura 3. Curvas de acumulación de especies. Sobs: Riqueza observada. Estimadores no paramétricos: Bootstrap, Jackknife 1 y Jackknife 2.

vegetación marina en este sitio de muestreo, permite albergar mayor diversidad de equinodermos cuando se compara con punta Terraplén. A pesar que se registró mayor diversidad en punta Robalo, se encontró mayor dominancia en punta Terraplén, tomando como base el índice de Simpson ($\lambda=0,21$). Esto se explica porque del total colectado en punta Terraplén, el mayor porcentaje (70,9%) de los especímenes pertenece a las familias Ophiothrichidae y Mellitidae, mientras que en punta Robalo estas mismas familias estuvieron representadas sólo en un 62,1% (Tabla 3.). Finalmente, se encontró que de las diez especies de equinodermos encontradas, cinco de ellas estuvieron representadas en ambos sitios de muestreo, lo cual permitió establecer un grado de similitud moderado,

basándose en los índices de similitud de Jaccard ($J'=0,51$) y Sørensen ($I_s=0,66$) (Tabla 3).

De la clase Ophiuroidea se recolectaron representantes de las familias Ophiothrichidae, Ophiactidae y Amphiuroidae, siendo *O. orstedii*, *O. angulata* y *O. savignyi* las especies que se encontraron ocupando los espacios ofrecidos por las esponjas; *Amorphinopsis atlantica* Carvalho, Hajdu, Mothes, Van Soest, 2004, *Halicondria melanodocia* de Laubenfels, 1936 y *Niphates erecta* Duchassaing y Michelotti, 1864 en ambas estaciones de muestreo. Mientras que la especie *Amphipholis squamata* Delle Chiaje, 1828, se recolectó sobre los frondes de las macroalgas; *Gracilariopsis lamaneiformis* (Bory) Dawson, Acleto y Foldvik, 1964 y *Bryothamnion triquetrum* (S.G. Gmelin) M.A. Howe, 1915 en punta Robalo.

Tabla 3. Índices de diversidad, abundancia y similitud de equinodermos en las estaciones de muestreo, bahía de Cispatá, Caribe colombiano.

| Índices ecológicos | Estaciones de muestreo | |
|--------------------------------------|------------------------|--------------|
| | P. Robalo | P. Terraplén |
| Número de individuos | 214 | 79 |
| Riqueza (S) | 9 | 6 |
| Uniformidad (U) | 0,92 | 0,83 |
| Índice de Shannon (H') | 2,64 | 2,39 |
| Índice de Simpson (λ) | 0,18 | 0,21 |
| Número de especies comunes | 5 | |
| Número de familias comunes | 3 | |
| Índice de Jaccard (J') | 0,51 | |
| Índice de Sørensen (I _s) | 0,66 | |



Figura 4. Algunas especies de equinodermos registrados en el sector La Ahumadera, bahía de Cispatá, Caribe colombiano: A) *Holothuria floridana*, B) *Isostichopus badionotus*, C) *Encope michelini*, D) *Luidia senegalensis*.

Los holotúridos, *H. floridana* (Fig. 4A) y *Isostichopus badionotus* (Fig. 4B), se observaron con frecuencia en sedimentos arenosos, parches de *T. testudinum* y macroalgas en punta Robalo. Mientras, el asteroideo, *L. senegalensis* (Fig. 4D), se registró exclusivamente en sedimentos de fango y arena en punta Terraplén.

En la clase Echinoidea, *Lytechinus variegatus*, se encontró en la arena y por lo general cubierto por ensamblajes macroalgales y *T. testudinum* en punta Robalo. Los erizos irregulares, *E. michelini* (Fig. 4C) y *M. quinquesperforata*, se registraron enterrados en el sedimento en donde se observaron con una fina capa de arena sobre ellos en ambos sitios de muestreo.

DISCUSIÓN

La bahía Cispatá es reconocida por su alta biodiversidad en fauna (Sánchez *et al.*, 2005), debido principalmente a la influencia del río Sinú, la dinámica de las corrientes superficiales locales y la heterogeneidad del fondo marino. En la bahía se presentan manglares, pastos marinos, macroalgas y esponjas que incrementan la disponibilidad de hábitat marinos y por lo tanto, la variedad de microambientes bénticos (Quirós y Arias, 2013). Además, existe una variación estacional a lo largo del ciclo anual en el que se reconocen temporadas secas y lluviosas con cambios notables en la productividad primaria y secundaria (Cortés y Rangel, 2011).

Las diferencias observadas entre ambas estaciones pueden ser explicadas principalmente por las características del sustrato, incluyendo el efecto de la cobertura vegetal, lo cual tiene incidencia directa sobre las especies de equinodermos (Del Valle-García *et al.*, 2008). El mayor valor de diversidad registrado en punta Robalo, puede estar relacionado con la presencia y desarrollo de pasto marino y macroalgas sobre el sustrato arenoso, que repercutió positivamente en el número de especies, lo que ha sido demostrado por varios autores (Alcolado *et al.*, 1998; Del Valle-García *et al.*, 2008); además una mayor cobertura vegetal induce una mayor diversidad de especies, al generar espacio y alimento, servir de sustrato de fijación y refugio a otros organismos, y estabilizar los sedimentos (Fitzhardinge, 1983). Con respecto a los índices de similitud aplicados, se pudo observar que ambas estaciones comparten un moderado porcentaje de especies de equinodermos. Los índices mostraron que las estaciones se asemejan en 51 y 66%, según Jaccard y Sørensen, lo cual indica que si bien algunas especies se pueden presentar en ambos sitios lo hacen con abundancias disímiles, esto podría indicar posibles preferencias del hábitat.

La revisión de trabajos previos en el departamento de Córdoba indica que se han registrado alrededor de 35 especies de equinodermos en la ensenada la Rada, Puerto Escondido y Punta Arboletes (Álvarez, 1981; Benavides *et al.*, 2005; Borrero *et al.*, 2008; Benavides-Serrato *et al.*, 2011). Aun cuando el presente estudio incrementa el inventario de

equinodermos en el departamento, incluyendo tres nuevos registros, es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo en sur del golfo de Morrosquillo e implementar nuevas metodologías, debido a que muchas especies suelen tener hábitos nocturnos; por lo que se recomiendan las técnicas de búsqueda directa y los muestreos nocturnos.

Con respecto a la clase Ophiuroidea, la presencia de *O. angulata*, *O. orstedii* y *O. savignyi*, significa que el hábitat donde se desarrollan poseen una alta concentración de materia orgánica. Boffi (1972) señala que estas especies son filtradoras, y se alimentan de detritos y sedimentos acumulados en el interior de las esponjas. Espinoza *et al.*, (2008) mencionan que las esponjas pueden generar un microhábitat adecuado para la protección y desarrollo de estos ofiuros. *A. squamata* se caracteriza por ser vivípara (Gondim *et al.*, 2008), y utilizaría los ensamblajes macroalgales como áreas de crecimiento y reproducción.

La información que se presenta para *L. variegatus* carece de un verdadero análisis por la escasez de registros. Sin embargo esta especie se encontró asociada a pequeños parches de *T. testudinum*, los cuales según Vadas *et al.*, (1982) se constituyen zonas de alimentación y refugio; *Encope michelini* y *Mellita quinquesperforata* son especies características de las estaciones de muestreo, habitan esencialmente en el sustrato arenoso. La abundancia de estas especies sugiere que en el ambiente donde se desarrollan no se presentan depredadores o parásitos que pueden controlar la población de estos erizos. Hendler *et al.*, (1995) las considera especies extremadamente resistentes a los cambios en la temperatura y la salinidad, lo que podría explicar su presencia en el sector.

La presencia de *H. floridana* y *I. badionotus* en biotopos mixtos con vegetación, puede deberse a que las dos especies son menos exigentes en cuanto a la selección del material de ingestión, en comparación con las restantes especies de holoturoideos (Del Valle-García *et al.*, 2008). *Holothuria floridana* es una de las especies más comunes en punta Robalo, posiblemente por la acumulación de biodetritos en la estación; se encontró a menudo en grupos de 10-15 individuos, lo que concuerda con las observaciones de Martins y Martins de Queiroz (2006) en Brasil. *Isostichopus badionotus* se registró en pasto marino y macroalgas, aunque, fue también observada en sedimentos de arena, pero en menores abundancias. Según Hendler *et al.*, (1995) la presencia de vegetación marina es importante en la disponibilidad de alimento y refugio para estas dos especies de pepinos.

La presencia de *L. senegalensis*, obedece principalmente a la preferencia que tiene la especie por el sustrato blando (Hendler *et al.*, 1995). En el estudio la especie se observó cubierta por arena; aparece en zonas con poca iluminación y con abundantes sedimentos importantes para su alimentación. Hyman (1955) señala que la especie es depredadora de moluscos infaunales, lo que justifica el desarrollo de la especie en este tipo de sustrato. Abreu *et al.*, (2005) mencionan que la especie generalmente viven en

aguas tranquilas, condición que generalmente se presenta en el sector de estudio.

CONCLUSIÓN

La diversidad y abundancia de equinodermos en fondos someros del sector La Ahumadera, responde a las condiciones ecológicas de cada estación de muestreo, en el que las especies suelen ser afectadas por el tipo de sustrato y la complejidad del microhábitat; registrándose especies características del sustrato arenoso colonizado por la vegetación marina y, especies que se ajustan a un tipo de sustrato fangoso con esponjas. Por lo tanto, es necesario centrarse en estrategias de conservación y vigilancia en sectores como el de La Ahumadera, en donde hay una sinergia entre el tipo de sustrato, el microhábitat y la riqueza de equinodermos.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a las investigadoras Milena Benavides Serrato, Paola Gómez Molina y Escilda Rodríguez Calonge, por haber sentado las bases en el conocimiento de los equinodermos en el estuario a través del estudio; Distribución y ecología de las poblaciones de ofiuroides (Echinodermata: Ophiuroidea) asociados a esponjas en la bahía de Cispatá, departamento de Córdoba. Así mismo, a la Oficina de Investigación y Extensión de la Universidad de Córdoba, por haber aportado los recursos económicos necesarios para la realización del presente trabajo, a través del proyecto; Bioprospección de invertebrados marinos (moluscos, anélidos y equinodermos) del Caribe colombiano.

REFERENCIAS

- Abreu-Pérez M, Solís-Marín F, Laguarda-Figueras A. Catálogo de los equinodermos (Echinodermata: Asteroidea y Ophiuroidea) nerítico-bentónicos del Archipiélago Cubano. *Rev Biol Trop*. 2005;53(Suppl. 3):29-52.
- Alcolado P, Espinosa J, Martínez-Estalella N, Ibarzabal D, del Valle R, Martínez-Iglesias J. *et al.* Prospección del megazoobentos de los fondos blandos del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. *Avicennia*. 1998;8/9:87-104.
- Alvarado J. Echinoderm diversity in the Caribbean Sea. *Mar Biodiv*. 2011;41:261-285. Doi: 10.1007/s12526-010-0053-0
- Álvarez L. Listado preliminar de los equinodermos de la costa Atlántica colombiana. *Bol Mus Mar*. 1981;10:24-39.
- Bejarano S, Zea S, Díaz J. Esponjas y otros microhábitat de ofiuroides (Ophiuroidea: Echinodermata) en ambientes arrecifales del Archipiélago de San Bernardo (Caribe colombiano). *Bol Inv Mar Cost*. 2004;33:29-47.
- Benavides-Serrato M. Taxonomic list of the shallow water echinoderms of Puerto Rico with New information for La Parguera. (Tesis de maestría). Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico; 2006.
- Benavides-Serrato M, Borrero-Pérez G, Navas G, Solano O. Listado taxonómico de los asteroideos (Echinodermata: Asteroidea) de la plataforma y el talud superior del Caribe colombiano. *Rev Biol Trop*. 2005;53(Suppl.3):171-194.
- Benavides-Serrato M, Borrero-Pérez G, Díaz C. Equinodermos del Caribe colombiano I: Crinoidea, Asteroidea y Ophiuroidea. Santa Marta: Serie de publicaciones especiales de Invemar. 2011. p. 384.
- Boffi E. Ecological aspects of ophiuroids from the phytal of S. W. Atlantic Ocean warm waters. *Mar Biol*. 1972;15:316-328. Doi:10.1007/BF00401391
- Borrero-Pérez G, Benavides-Serrato M, Solano O, Navas G. Equinoideos (Echinodermata: Echinoidea) colectados en la franja superior del talud continental del Caribe colombiano. *Bol Inv Mar Cost*. 2002;31:133-166.
- Borrero-Pérez G, Benavides-Serrato M, Solano O, Navas G. Brittlestars (Echinodermata: Ophiuroidea) from the continental shelf and upper slope of the Colombian Caribbean. *Rev Biol Trop*. 2008;56 (Suppl. 3):169-204.
- Caycedo I. Holothuroidea (Echinodermata) de aguas someras en la Costa Norte de Colombia. *An Inst Inv Mar Punta Betín*. 1978;10:149-198.
- Caycedo I. Observaciones de los Equinodermos en las Islas del Rosario. *An Inst Inv Mar Punta Betín*. 1979;11:39-47.
- Clark A, Downey M. Starfishes of the Atlantic. London: Natural History Museum Publications; 1992. p. 794.
- Clarke K, Gorley R. PRIMER v.6: User Manual / Tutorial. PRIMER-E Ltda. UK: Plymouth; 2005. p. 192.
- Cortés D, Rangel J. Los bosques de mangle en un gradiente de salinidad en la bahía de Cispatá, Boca Tinajones, departamento de Córdoba, Colombia. *Caldasia*. 2011;33(1):155-176.
- Colwell R. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples Version 9.1. User's Guide and application [on line] 2013. Available at URL: <http://www.viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Cited 19 feb 2014.
- Deichmann E. The holothurians of the western part of the Atlantic Ocean. *Bull Mus Comp Zool Harvard*. 1930;71:41-226.
- Del Valle-García R, Abreu-Pérez M, Rodríguez R, Solís-Marín FA, Laguarda-Figueras A, Durán-González A. Equinodermos (Echinodermata) del occidente del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. *Rev Biol Trop*. 2008;56(Suppl.3):19-35.
- Espinoza R, Reyes J, Himmelman J, Lodeiros C. Actividad reproductiva de los erizos *Lytechinus variegatus* y *Echinometra lucunter* (Echinodermata: Echinoidea) en relación con factores ambientales en el golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev Biol Trop*. 2008;56(Suppl.3): 341-350.
- Fitzhardinge R. Comparison of the Invertebrate faunas colonizing soft sediments in two different habitats. *Bull Mar Sci*. 1983;33(3):745-752.
- Gaitán-Espitia J. Estructura de la comunidad del Phylum Echinodermata en aguas someras de la bahía de Taganga, Caribe colombiano. *Rev UDCA Act Div Cient*. 2008;11(1): 85-93.
- Gallo N. Contribución al conocimiento de los equinodermos del Parque Nacional Natural Tayrona: II Ophiuroidea. Trianea (Act Cient Tecn Inderena). 1988a;2:383-402.
- Gallo N. Contribución al conocimiento de los equinodermos del Parque Nacional Natural Tayrona: I Echinoidea. Trianea (Act

- Cient Tecn Inderena). 1988b;1:99-118.
- Gómez P, Rodríguez E. Distribución y ecología de las poblaciones de ofiuroides (Echinodermata: Ophiuroidea) asociados a esponjas en la bahía de Cispatá, departamento de Córdoba. (trabajo de grado). Montería: Universidad de Córdoba; 2009.
- Gondim A, Lacouth P, Alonso C, Manso C. Echinodermata da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Biota Neotrop.* 2008;8(2):151-159. Doi:10.1590/S1676-06032008000200016
- González D, Solano O, Navas G. Equinodermos colectados por la expedición CIOH-INVEMAR-SMITHSONIAN entre Cartagena y el Golfo de Urabá (29-380m), Caribe colombiano. *Bol Inv Mar Cost.* 2002;31:85-132.
- Hendler G, Miller J, Pawson D, Kier P. Sea stars, sea urchins, and Allies Echinoderms of Florida and the Caribbean. Washington and London: Smithsonian Institution Press; 1995. p. 390.
- Herrera-Moreno A, Betancourt L. Especies de equinodermos recientes (Echinodermata: Crinoidea: Asteroidea: Ophiuroidea: Echinoidea y Holothuroidea) conocidas para la hispaniola. *Ciencia y Sociedad.* 2004;29(3):506-533.
- Hyman L. The Invertebrates: Echinodermata. The Coelomate Bilateria. London: McGraw-Hill Book Company; 1955. p. 763.
- Laguarda-Figueras A, Solís-Marín F, Durán-González A, Ahearn C, Buitrón-Sánchez B, Torres-Vega J. Equinodermos (Echinodermata) del Caribe Mexicano. *Rev Biol Trop.* 2005; 53(Suppl.3):109-122.
- Martins I, Martins de Queiroz A. Echinodermos do litoral do Estado do Ceará. En: Matthews-Cascon H, Lotufo T. editores. *Biota Marinha da Costa Oeste do Ceará.* Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2006. p. 199-220.
- Meyer D, Macurda D. Distribution of shallow water crinoids near Santa Marta, Colombia. *Mitt Inst Colombo-Alemán de Invest Cient.* 1976;8:141-156.
- Pawson DL. Phylum Echinodermata. *Zootaxa.* 2007;1668:749-764.
- Quirós J, Arias J. Taxocenosis de moluscos y crustáceos en raíces de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en la bahía de Cispatá, Córdoba, Colombia. *Acta biol. Colomb.* 2013; 18(2):329-340.
- Ruppert E, Barnes R. Zoología de los invertebrados. 6 ed. México D.F.: Editorial Interamericana; 1996. p. 1140.
- Samyn Y, Vandenspiegel D, Massin C. Taxonomie des holothuries des Comores. *Abc Taxa.* 2006;1:1-130.
- Sánchez P, Ulloa H, Tavera H, Gil W. Plan de manejo integral de los manglares de la zona de usos sostenible del sector estuarino de la bahía de Cispatá. Departamento de Córdoba, Colombia. Bogotá D.C.: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS), Corporación Nacional de Investigaciones y Fomento Forestal, OIMT; 2005. p. 202.
- Solís-Marín F, Mata E. Manual: Curso Taller Taxonomía de Equinodermos. México: Inst. Cienc. del Mar y Limnol, Universidad Autónoma de México; 1999. p. 88.
- Thomas L. Western Atlantic brittlestars of genus *Ophionereis*. *Bull Mar Sci.* 1973;23(3):585-599.
- Tommasi L. Lista dos Asteróides recentes do Brasil. *Contrib. Inst. Oceanogr. Univ. São Paulo. Sér Oceanogr Biol.* 1970;18:1-161.
- Tommasi L. Equinodermes da região entre o Amapá (Brasil) e a Florida (E.U.A.) I. Crinoidea. *Inst. Oceanogr. Univ. São Paulo. Sér Oceanogr Biol.* 1971;23:1-6.
- Tommasi L, Oliveira E. Equinodermes do Brasil. V. Sobre algumas espécies coletadas durante viagens do N/Oc. Prof. W. Besnard. *Bol Inst Oceanogr.* 1976;25(1):77-100.
- Vadas R, Fenchel T, Ogden J. Ecological studies on the sea urchin *Lytechinus variegatus* and the algal-seagrass communities of the Miskito Cays, Nicaragua. *Aquat Botany.* 1982;14:109-115. Doi: 10.1016/0304-3770(82)90091-2