

Equinodermos del Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica

Juan José Alvarado^{1,2} & Cindy Fernández¹

1 Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, 2060-San Pedro, San José, Costa Rica; juanalva@biologia.ucr.ac.cr; juanalva76@yahoo.com; cindy@biologia.ucr.ac.cr

2 Museo de Zoología, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, 2060-San Pedro, San José, Costa Rica.

Recibido 14-VI-2004. Corregido 09-XII-2004. Aceptado 17-V-2005.

Abstract: Echinoderms from Marino Ballena National Park, Pacific, Costa Rica. A total of 25 species of echinoderms (four asteroids, six ophiuroids, five echinoids and ten holothurians) were recorded at Marino Ballena National Park, using 25 m² quadrants, parallel to the coast, at seven sites. The ophiuroids were the most abundant group with 581 individuals and the asteroids the less abundant (48 individuals). Echinoderms densities were low, with the exception of the ophiuroids. Diversity, density and the number of groups were higher where sedimentation was lower. We suggest that sedimentation is having a negative effect on the diversity of echinoderms and on the development of the coral reefs in this park. *Rev. Biol. Trop.* 53(Suppl. 3): 275-284. Epub 2006 Jan 30.

Key words: Echinodermata, Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea, density, distribution, sedimentation, Eastern Pacific, Costa Rica.

En el Pacífico Oriental Tropical se han realizado trabajos enfocados en patrones de distribución y listas de especies de equinodermos en diferentes sitios. Los trabajos más extensos fueron hechos en México, en los cuales se describe la distribución de los equinoideos de la costa Pacífica (Caso 1978, 1980, 1983), Golfo de California (Caso 1994, Holguín-Quiñónes *et al.* 2000), y Archipiélago de Revillagigedo (Reyes-Bonilla 1995).

En Costa Rica, los trabajos sobre este grupo son escasos, en general se tratan de informes de especies para toda la costa Pacífica, la Isla del Coco (Clark 1948, Deichmann 1941, 1958, Hertlein 1963 entre otros) y el Golfo de Nicoya (Maurer y Vargas 1983, Maurer *et al.* 1983, 1984) en los cuales se describen y se brinda información básica sobre su ecología y taxonomía. De estos trabajos se recalca que la costa Pacífica de Costa Rica posee una fauna rica de equinodermos, con un total de 227 especies registradas, siendo la Isla del Coco

la que posee el mayor número de ellas (120) (Alvarado en prep.).

Para el Parque Nacional Marino Ballena, ubicado en Pacífico central-sur de Costa Rica, los informes de equinodermos provienen del trabajo de Clark (1940), donde se menciona la presencia de seis especies para el Tómbolo de Punta Uvita (dos asteroideos, tres ofiuroides y un equinoideo). Siendo este trabajo, el único en la literatura que describe con mayor detalle la presencia de los equinodermos en el parque.

El objetivo del presente estudio es describir en mayor detalle la composición de la fauna de equinodermos de diferentes secciones del Parque Nacional Marino Ballena así como ampliar la lista de especies del mismo y determinar ciertos patrones en su distribución dentro del parque.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Parque Nacional Marino Ballena (PNMB) (83°45'W y 9°05'N)

(Fig. 1), ubicado en el litoral Pacífico sur de Costa Rica, entre enero y marzo del 2004. Se establecieron siete sitios de estudio (Fig. 1): El arrecife coralino de Rocas las Tres Hermanas (I), el cual está construido en gran parte por el coral *Porites lobata*, y posee una profundidad máxima de 8 m. Las secciones norte y sur de la Isla Ballena (II y III), que están compuestas por un sustrato arenoso para el primero, y para el segundo una mezcla de pequeñas rocas y algas calcáreas. La sección norte posee una profundidad máxima de 8 m, mientras que la sección sur posee una profundidad máxima de 14 m. El Bajo Ballena (IV) es una zona de una profundidad máxima de 6 m, siendo una zona rocosa, en la cual predomina el coral *Pavona clavus*. En los sectores noreste (V) y sur (VI) del Tómbolo de Punta Uvita, se encuentran comunidades coralinas de *Porites lobata*, y ambos poseen una profundidad máxima de 6 m. Finalmente, Roca La Viuda (VII), con una profundidad máxima de 12 m, posee un sustrato rocoso con una fuerte pendiente donde predominan los octocorales (Alvarado 2004a).

La evaluación de la distribución y densidad de los equinodermos se realizó mediante cuadrículas de 5 x 5 m, las cuales se colocan paralelas a la costa de manera aleatoria y siguiendo la inclinación del fondo, separándolas unas de otras por una distancia de 2 m. El número de cuadrículas por sitio dependió de la cantidad de especies en cada lugar y de la duración del buceo. Se contaron todos los individuos ubicados sobre, entre y bajo las rocas ubicadas en los 25 m² de la cuadrícula.

La identificación de las especies recolectadas se realizó utilizando las guías de identificación de Brusca (1980), Hickman (1998), y Miskelly (2002) para el caso de los asteroideos, ofiuroides, equinoideos y algunos holoturoideos. Para la mayoría de los holoturoideos recolectados, se contó con la ayuda del Dr. Francisco Alonso Solís Marín del Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Los especímenes colectados, se depositaron en la colección de Equinodermos

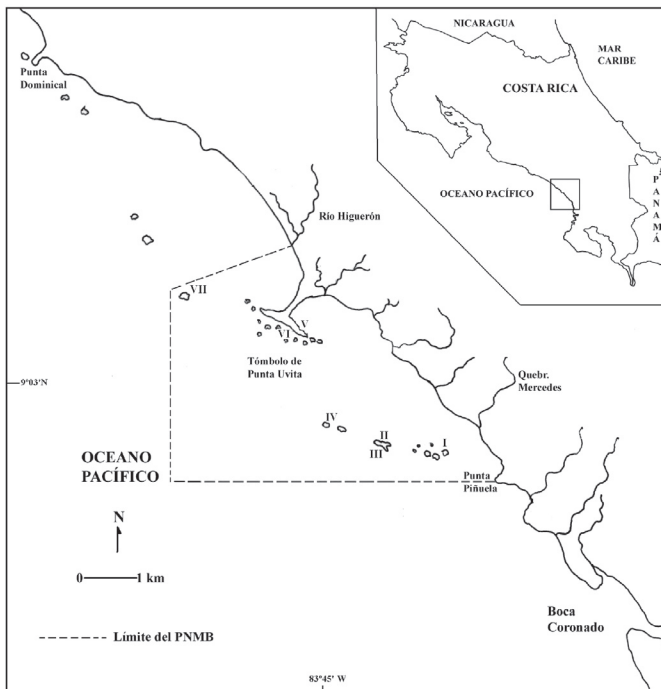


Fig. 1. Ubicación del Parque Nacional Marino Ballena y localización de los sitios de muestreo: (I) Rocas las Tres Hermanas; (II) Sector norte Isla Ballena; (III) Sector sur Isla Ballena; (IV) Bajo Ballena; (V) Sector noreste del Tómbolo de Punta Uvita; (VI) Sector sur del Tómbolo de Punta Uvita; (VII) Roca La Viuda.

Fig. 1. Marino Ballena National Park location and places of sampling: (I) Rocas las Tres Hermanas; (II) Ballena Island northern section; (III) Ballena Island southern section; (IV) Bajo Ballena; (V) Tómbolo de Punta northeastern section; (VI) Tómbolo de Punta southern section; (VII) Roca La Viuda.

del Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica (UCR) y en la Colección Nacional de Equinodermos “Dr. Ma. E. Caso M.” de la UNAM (ICML-UNAM).

La densidad de los equinodermos se determina al dividir el total de individuos de cada taxón por el total de metros cuadrados estudiados en cada sitio. Así mismo, se utiliza el índice de diversidad de Shannon-Wiener, y se compara la composición de especies entre cada sitio utilizando un dendrograma de unión simple basado en los datos de los transectos en los sitios de estudios y un análisis escalado multidimensional (MDS) basado en el índice de similitud de Pearson de los equinodermos encontrados en los sitios, con el fin de corroborar las similitudes (Field *et al.* 1982). Los datos se analizan mediante los paquetes informáticos: Excel 2000 y SYSTAT 8.0.

RESULTADOS

Durante el estudio se encontraron 25 especies de equinodermos (Cuadro 1). El grupo con la mayor diversidad fue la Clase Holothuroidea (diez especies), seguida por Ophiuroidea (seis especies), Echinoidea (cinco especies), y finalmente Asteroidea (cuatro especies). La

clase Ophiuroidea fue el grupo más abundante con 581 individuos, mientras que las clases Holothuroidea y Echinoidea presentaron 123 y 106 individuos respectivamente. La clase Asteroidea presentó 48 individuos siendo la menos abundante de todo el Parque (Fig. 2). Así mismo, el Bajo Ballena (IV) fue el sitio que presentó la mayor cantidad de individuos (281 individuos), seguido por el sector noreste del Tómbolo de Punta Uvita (V) con 224 individuos. Estos dos sitios fueron donde se presentó la mayor riqueza específica con 14 especies para ambos sitios (Fig. 3). Mientras que los sitios que presentan las menores cantidades de individuos y de especies fueron ambos sectores de la Isla Ballena (II y III) (Fig. 2 y 3).

Con respecto a la distribución y densidad de la Clase Asteroidea, la especie *Phataria unifascialis* fue la única presente en la mayoría de los sitios, mientras que la que presentó el mayor número de individuos en el Parque fue *Pentaceraster cumingi* (Cuadro 1). La mayoría de Asteroideos se encuentran en densidades muy bajas en comparación a otros grupos ya que no superan los 0.10 ind/m². Dentro de la Clase Ophiuroidea, las especies *Ophiocoma aethiops* y *O. alexandri* se hallan en la mayoría de los sitios y se presentan con la mayor cantidad de individuos para esta clase. Asimismo,

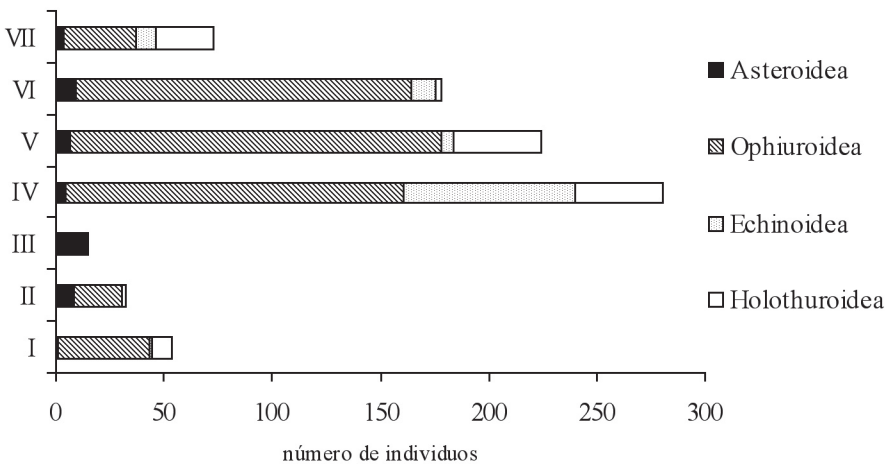


Fig. 2. Total de equinodermos por sitio en el Parque Nacional Marino Ballena.

Fig. 2. Total echinoderms per site in Marino Ballena National Park.

CUADRO 1

Densidad (D) (ind/m²) y número de individuos (# ind) de las especies de equinodermos observadas en los sitios de estudio en el PNMB (n = número de cuadrículas/sitio)

TABLE 1
Density (D) (ind/m²) and number of individuals (# ind) of the species of echinoderms observed in the study sites in MBNP (n = number of frames/site)

Taxon / Sitio	I (n=3)		II (n=5)		III (n=6)		IV (n=3)		V (n=3)		VI (n=3)		VII (n=3)	
	D	# ind	D	# ind	D	# ind	D	# ind	D	# ind	D	# ind	D	# ind
Clase Asteroidea														
<i>Nidorellia armata</i> (Gray, 1840)	-	-	-	-	0.01	1	-	-	0.08	6	-	-	0.01	1
<i>Pentacaster cumingi</i> (Gray, 1840)	-	-	0.04	5	0.09	13	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pharia pyramidatus</i> (Gray, 1840)	-	-	-	-	-	-	0.03	2	-	-	0.07	5	0.01	1
<i>Phataria unifascialis</i> (Gray, 1840)	0.01	1	0.02	3	-	-	0.04	3	-	-	0.05	4	0.03	2
Clase Ophiuroidea														
<i>Ophiactis savignyi</i> (Müller & Troschel, 1842)	-	-	-	-	-	-	0.69	52	-	-	-	-	-	-
<i>Ophiocoma aethiops</i> Lütken, 1859	0.52	39	0.15	19	-	-	0.97	73	1.92	144	0.99	74	0.32	24
<i>Ophiocoma alexandri</i> Lyman, 1860	0.03	2	0.02	2	-	-	0.01	1	0.01	1	1.07	80	0.11	8
<i>Ophioderma panamense</i> Lütken, 1859	0.01	1	0.01	1	0.01	1	-	-	0.03	2	-	-	0.01	1
<i>Ophioderma teres</i> (Lyman, 1860)	-	-	-	-	-	-	0.04	3	0.04	3	0.01	1	-	-
<i>Ophiothela mirabilis</i> (Verrill, 1867)	-	-	-	-	-	-	0.36	27	0.29	22	-	-	-	-
Clase Echinoidea														
<i>Briassus latecarinatus</i> (Leske, 1778)	-	-	-	-	-	-	0.01	1	-	-	-	-	-	-
<i>Centrostephanus coronatus</i> (Verrill, 1867)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	4	0.05	4
<i>Diadema mexicanum</i> A. Agassiz, 1863	-	-	-	-	-	-	1.03	77	0.04	4	0.07	5	0.05	4
<i>Echinometra vanbrunti</i> (Agassiz & Désor, 1846)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	2	-	-	-	-
<i>Eucidaris thoursii</i> (Valenciennes, 1846)	0.01	1	-	-	-	-	0.01	1	0.01	1	0.03	2	0.01	1
Clase Holothuroidea														
<i>Holothuria arenicola</i> (Semper, 1868)	-	-	0.02	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Holothuria difficilis</i> Semper, 1868	0.03	2	-	-	-	-	0.05	4	-	-	-	-	-	-
<i>Holothuria hilla</i> Lesson, 1830	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	2	-	-	0.01	1
<i>Holothuria imitans</i> (Ludwig, 1875)	-	-	-	-	-	-	0.05	4	0.07	5	0.01	1	-	-
<i>Holothuria impatiens</i> (Forskål, 1775)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.24	18	0.03	2	-	-

CUADRO 1 (Continúa...)

Densidad (D) (ind/m²) y número de individuos (# ind) de las especies de equinodermos observadas en los sitios de estudio en el PNMB (n = número de cuadrículas/sitio)

TABLE 1 (Continued...)
Density (D) (ind/m²) and number of individuals (# ind) of the species of echinoderms observed in the study sites in MBNP (n = number of frames/site)

Taxon / Sitio	I (n=3)		II (n=5)		III (n=6)		IV (n=3)		V (n=3)		VI (n=3)		VII (n=3)		
	D	# ind	D	# ind	D	# ind	D	# ind	D	# ind	D	# ind	D	# ind	
<i>Holothuria keffersteini</i> (Selenka, 1867)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.19	14	-	-	-	0.08	6
<i>Holothuria maccullochi</i> Deichmann, 1958	0.01	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neothyne gibber</i> (Selenka, 1867)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	1	-	-	-	-	-
<i>Pseudocnus californicus</i> (Semper, 1868)	0.09	7	-	-	-	-	0.43	32	-	-	-	-	0.21	16	
<i>Stichopus fuscus</i> (Ludwig, 1875)	-	-	-	-	-	-	0.01	1	-	-	-	-	0.05	4	

(I) Rocas las Tres Hermanas; (II) Sector norte Isla Ballena; (III) Sector sur Isla Ballena; (IV) Bajo Ballena; (V) Sector noreste del Tómbolo de Punta Uvita; (VI) Sector sur del Tómbolo de Punta Uvita; (VII) Roca la Viuda.

esta clase fue la que presentó las densidades más altas de ind/m² para el parque (1.92 y 1.07 respectivamente), hecho muy similar al que ocurre en le Pacífico Mexicano (Anzo-Martínez 1994).

Dentro de la Clase Echinoidea, *Eucidaris thouarsii* fue la especie que se observa en la mayoría de los sitios, sin embargo, la especie más abundante fue *Diadema mexicanum* y presenta los valores más altos de densidad de esta clase, especialmente en el Bajo Ballena (sitio IV). Finalmente, en la clase Holothuroidea no hubo una especie predominante en la mayoría de los sitios, sin embargo la que obtuvo los valores más altos de individuos para el parque fue *Pseudocnus californicus*. En general, las densidades de los miembros de esta clase son bajas, a excepción del anterior (Cuadro 1).

Los sitios que presentan los valores más altos de diversidad de especies (Fig. 4) fueron Roca La Viuda (VII), seguido por el Bajo Ballena (IV) y el sector noreste del Tómbolo de Punta Uvita (V). Valores intermedios de diversidad fueron observados en el sector norte de Isla Ballena (II), Rocas Tres Hermanas (I) y el sector sur del Tómbolo de Punta Uvita (VI), mientras que los valores más bajos los presenta el sector sur de Isla Ballena (sitio III).

Los sitios que más se asemejan en cuanto a la diversidad y abundancia de equinodermos (Fig. 4) son Rocas de las Tres Hermanas (I), ambos sectores de Isla Ballena (II y III) y Roca La Viuda (VII). Estos sitios fueron los que presentan los valores más bajos de individuos por sitio en el parque (Fig. 2), y se encuentran en números de especies por sitio (Fig. 3) y diversidades entre bajas e intermedias (Fig. 4), a excepción de Roca La Viuda, por lo que el factor que hace similares estas zonas es la cantidad de individuos. Por otro lado, el Bajo Ballena (IV) y ambos sectores del Tómbolo de Punta Uvita (V y VI), son bastantes similares, ya que presentan valores más altos de: individuos por sitio (Fig. 2), especies por sitio (Fig. 3) y diversidad (Fig. 4).

El análisis multivariado, MDS (Fig. 5), presenta dos grupos: el primero conformado únicamente por el sector sur de Isla Ballena

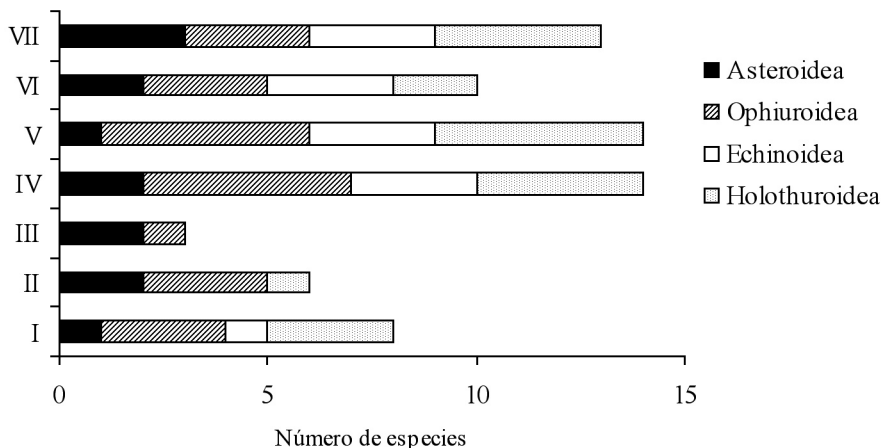


Fig. 3. Riqueza específica de equinodermos por sitio en el Parque Nacional Marino Ballena.

Fig. 3. Specific richness of echinoderms per site in Marino Ballena National Park.

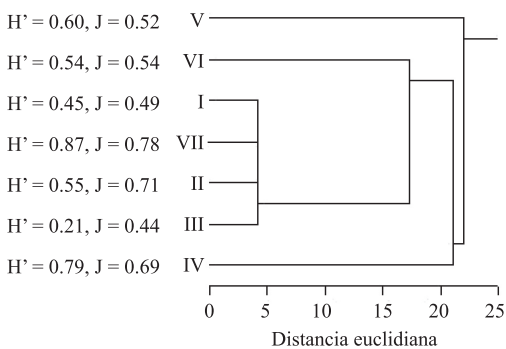


Fig. 4. Dendrograma de unión simple basado en los datos de los transectos para cada sitio examinado en el Parque Nacional Ballena. Se indica la diversidad y la equitatividad de cada sitio.

Fig. 4. Cluster tree base on the data of the transects per site in Marino Ballena National Park. It is indicated the diversity and evenness of each site.

(III), que presenta los valores más bajos diversidad (únicamente tres especies), abundancia y densidad, y el segundo una aglomeración con los demás sitios, que a pesar de poseer valores diferentes en las tres categorías antes mencionadas, presentan las mismas especies.

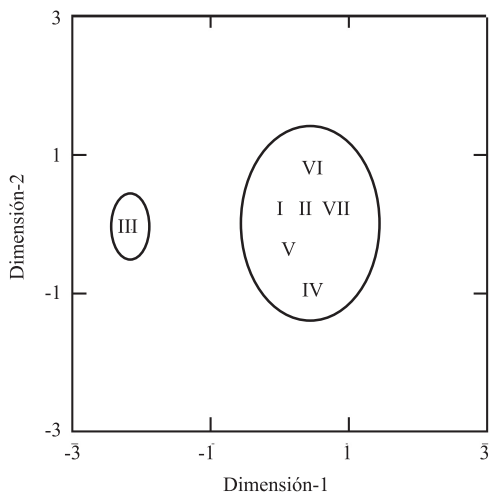


Fig. 5. Análisis escalado multidimensional (MDS) basado en el índice de similitud de Pearson de los equinodermos encontrados en los sitios examinados en el Parque Nacional Marino Ballena (nivel de stress = 0.01).

Fig. 5. Multidimensional Scaling (MDS) base on the Pearson similarity index of the echinoderms found in the study sites in Marino Ballena National Park (Stress level = 0.01).

DISCUSIÓN

El PNMB posee una fauna abundante de equinodermos (Cortés y Alvarado en prep.). En el presente estudio se destaca la presencia y distribución dentro del parque de 25 especies. Así mismo, durante este estudio se observan otras especies que no aparecen en las cuadrículas como el erizo irregular *Mellita longifissa*, el cual es abundante en sectores de la playa cercana al Tómbolo de Punta Uvita en marea baja. Además, se observan tres especies de pepinos de mar en diferentes secciones del parque (*Holothuria pardalis*, *Holothuria portovallartensis* y *Labidodemas americanum*). Es importante destacar la presencia del erizo irregular *Brissus latecarinatus* (UCR-438) y del pepino de mar *Holothuria hilla* (UCR-458) (ICML-UNAM 5.26.11), los cuales son nuevos registros para la fauna de equinodermos de la costa Pacífica de Costa Rica. Estos especímenes se depositan en la colección del Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica y en la Colección Nacional de Equinodermos "Dr. Ma. E. Caso M." de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al sumar las especies informadas en este trabajo más previos reportes se obtiene un total de 33 especies de equinodermos para el PNMB. Clark (1940) informa la presencia de seis especies de equinodermos en la sección de Punta Uvita, de los cuales dos son Asteroideos (*Pharia pyramidatus*, *Phataria unifascialis*), tres Ofiuroideos (*Ophiothela gracilis*, *Ophionereis annulata*, *Ophioderma panamense*) y un equinoideo (*Echinometra vanbrunti*). Finalmente, existe un espécimen depositado por Roberto Vargas en 1996 de *Astropecten armatus* en el Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica (UCR-290) para este parque y se observa la asociación del ofiurido *Ophiothrix spiculata* con el coral *Pocillopora*.

Los equinodermos del PNMB en su mayoría son comunes para otras zonas del país y del Pacífico Oriental Tropical. De importancia para el parque son los nuevos registros de especies como el erizo de mar *Centrostephanus coronatus* (Alvarado 2004b) y los antes ya

mencionados que hacen de este parque un punto interesante en cuanto a riqueza de especies de este grupo de organismos. La mayoría de las especies presentes son afines a la región Panámica, encontrándose desde Baja California hasta las Galápagos (Brusca 1980, Hickman 1998) y el Archipiélago de Revillagigedo (Caso 1962, Reyes-Bonilla 1995).

El ofiurido *Ophiactis savignyi*, y el pepino de mar *Holothuria arenicola* son especies circuntropicales (Hickman 1998), mientras que el erizo de mar *Brissus latecarinatus*, y los pepinos *H. difficilis*, *H. kefferstein* y *H. pardalis* son de afinidad Indo-Pacífica (Hickman 1998, Miskelly 2002). Solamente, los asteroideos son de afinidad exclusiva de la región Panámica (Brusca 1980, Hickman 1998).

El alto número de individuos de ofiuroideos, se debe particularmente a dos especies: *Ophiocoma aethiops* y *O. alexandri*. Estas especies son las más comunes de la costa Pacífica americana, siendo las estrellas quebradizas más llamativas de la costa, y comunes en costas rocosas de la zona media intermareal (Brusca 1980).

En este estudio se contabilizan los ofiuridos que estuvieran asociados al gorgonáceo *Leptogorgia alba*, y que se encontraran en las cuadrículas. *Ophiothela mirabilis* y *Ophiactis savignyi* presentan densidades intermedias con respecto a otros taxones, sin embargo se observa en algunos casos cubriendo prácticamente todo el octocoral. Estas especies se observan asociadas a este mismo octocoral en otras áreas del Pacífico Oriental, como es el caso de la Isla Gorgona en Colombia donde es común observar varios individuos de una misma especie en una misma colonia (Cantera *et al.* 1987). Para el PNMB, Jiménez (1995) reporta la presencia de ofiuridos en las ramificaciones de los octocorales en un Bajo del Parque, hallando en varias ramificaciones de 15 cm de longitud hasta 17 estrellas por ramificación, e indica que en un área de 2 m² el 75% de los octocorales poseen estrellas en sus ramificaciones.

La alta diversidad de pepinos de mar observada en el PNMB, es probable que se deba a la sedimentación que sufre el parque.

Las especies halladas de pepinos de mar pertenecen al Orden Aspidochirota, estas se alimentan del sedimento del fondo, seleccionando el contenido orgánico de las partículas, y ubicándose en ambientes de baja energía en donde los sedimentos se puedan acumular (Hendler *et al.* 1995). La sedimentación juega un rol bastante importante en la distribución, riqueza y densidad de equinodermos en el PNMB. Al comparar los resultados obtenidos en este trabajo con los resultados de un análisis de sedimentos no carbonatados en el fondo en las zonas de estudio (Alvarado 2004a), se observa que existe una concordancia entre los sitios con una alta diversidad, un alto número de especies y de individuos y las zonas con los valores más bajos de sedimentos no carbonatados.

Sitios como los sectores noreste del Tómbolo de Punta Uvita (V y VI) y Bajo Ballena (IV) presentan entre 8 y 10% (Alvarado 2004a) de sedimentos no carbonatados, lo que indica que el aporte de ríos o quebradas es muy bajo. Patrones similares a los anteriores se observan en otras partes del mundo. Vázquez-Domínguez (2003), en las islas Turks y Caicos en el Caribe, indica que los sitios que presentan las mayores diversidades de equinodermos están relacionados con aquellos sitios con las tasas más bajas de sedimentación, esto debido a los requerimientos de hábitats de estos organismos que prefieren vivir dentro de esponjas, sobre corales o entre rocas. Así mismo, en Singapur (Grignard *et al.* 1996), se ha visto como el aumento en sedimentos suspendidos en los arrecifes de esta región, ha disminuido la distribución y abundancia del erizo de mar *Diadema setosum*, ya que los diademátidos son relativamente sensibles a cambios en la calidad del agua, y especialmente a los contenidos de limo (Bauer 1980). Hecho muy similar al que ocurre en el PNMB, donde el erizo *Diadema mexicanum* posee bajas densidades en todos los sitios, excepto en el Bajo Ballena (IV), donde los aportes de sedimentos no carbonatados son muy bajos. En la Isla del Caño, esta especie posee densidades mucho mayores que van desde 0.32 hasta 2.5 ind/m², erosionando las bases de las colonias de *Porites* muertas (Guzmán 1988).

El hecho de que un factor como la sedimentación esté afectando la diversidad y distribución de los equinodermos en el Parque Nacional Marino Ballena causa preocupación sobre el deterioro y desarrollo de los ambientes en los cuales estas especies se encuentran. Factores como las bajas densidades del erizo de mar *Diadema mexicanum*, debido al incremento en la sedimentación pueden ayudar a explicar la baja cobertura coralina de la zona (Alvarado 2004a), ya que esta especie al ser un herbívoro importante, puede dejar espacios libres para el reclutamiento de corales (Sammarco *et al.* 1974). Pero debido al incremento en los últimos años de la sedimentación en la zona, el desarrollo de esta especie así como de los corales ha disminuido, lo que hace urgente la elaboración de nuevas estrategias de manejo para el desarrollo costero que está sufriendo esta zona del país.

AGRADECIMIENTOS

Se le agradece el apoyo a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, a través de los proyectos de Jorge Cortés (808-96-601 y 808-98-013). Le agradecemos la colaboración en el campo y en el laboratorio a Jaime Nivia, Davis Morera, Eva Salas, los funcionarios del MINAE (Luis Mora, Dennis Mora y Alex Mora), Rita Vargas del Museo de Zoología, y Francisco Solís Marín de la UNAM. El manuscrito se enriqueció por los comentarios de J. Cortés.

RESUMEN

Un total de 25 especies (cuatro asteroideos, seis ofiuroideos, cinco equinoideos y diez holoturoideos) fueron observadas en el Parque Nacional Marino Ballena, mediante cuadrículas de 25 m², paralelas a la costa en siete diferentes sitios. El grupo de los ofiuroideos fue el más abundante con 581 individuos y el menos abundante fue el de los asteroideos con 48 individuos. En general, la densidad de los equinodermos fue baja, a excepción de los ofiuroideos. La diversidad, densidad y número de grupos fue alta en donde la sedimentación fue baja. Se propone que la sedimentación está teniendo un efecto negativo en la

diversidad de equinodermos y en el desarrollo de los arrecifes coralinos en el Parque Nacional Marino Ballena.

Palabras claves: Echinodermata, Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea, densidad, distribución, sedimentación, Pacífico Oriental, Costa Rica.

REFERENCIAS

- Alvarado, J.J. 2004a. Descripción de las comunidades arrecifales del Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico Central-Sur de Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica. 80 p.
- Alvarado, J.J. 2004b. Abundancia del erizo de mar *Centrostephanus coronatus* (Echinoidea: Diadematae) en el Pacífico de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52: 911-913.
- Anzo-Martínez, A.D. 1994. Los ofiuroideos (Echinodermata: Ophiuroidea) de las playas Pedregosa y Manzanillo, Zihuatanejo, Guerrero, México. Tesis Prof. Facultad de Biología. Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. 47 p.
- Bauer, J.C. 1980. Observations on geographical variations in population density of the echinoid *Diadema antillarum* within the western north Atlantic. *Bull. Mar. Sci.* 30: 509-515.
- Brusca, R.C. 1980. Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California. 2nd ed., University of Arizona, Phoenix. 513 p.
- Cantera, J.R., H. von Prah, & R. Neira. 1987. Moluscos, crustáceos y equinodermos asociados a la gorgona *Lophogorgia alba* Duchassaing y Michelotti, 1864 en la Isla de Gorgona, Colombia. *Bol. Ecotrop.* 17: 3-23.
- Caso, M. E. 1962. Estudios sobre equinodermos de México. Contribución al conocimiento de los equinodermos de las islas Revillagigedo. *Anal. Inst. Biol. U.N.A.M.* 33: 293-330.
- Caso, M.E. 1978. Los equinoideos del Pacífico de México. Parte Primera- Ordenes Cidaroida y Aulodonta- Parte Segunda- Ordenes Stiridonta y Camarodonta. *Centro. Cienc. Mar Limnol. U.N.A.M., Publ. Esp.* 1: 1-224.
- Caso, M.E. 1980. Los equinoideos del Pacífico de México. Parte Tercera- Orden Clypeasteroida. *Centro. Cienc. Mar Limnol. U.N.A.M., Publ. Esp.* 4: 1-252.
- Caso, M.E. 1983. Los equinoideos del Pacífico de México. Parte cuarta- Ordenes Cassiduloida y Spatangoida. *Inst. Centro. Cienc. Mar Limnol. U.N.A.M., Publ. Esp.* 6: 1-200.
- Caso, M.E. 1994. Estudio morfológico, taxonómico, ecológico y distribución geográfica de los asteroideos colectados durante las campañas oceanográficas Cortés 1, 2, 3. *Inst. Cienc. Mar Limnol. U.N.A.M., Publ. Esp.* 12: 1-111.
- Clark, H.L. 1940. Eastern Pacific Expeditions of the New York Zoological Society. XXI. Notes on Echinoderms from the West Coast of Central America. *Zoologica* 25: 331-352.
- Clark, H.L. 1948. A report on the Echini of the warmer eastern Pacific, based on the collections of the Velero III. *Allan Hancock Pac. Exp.* 8: 225-352.
- Deichmann, E. 1941. The Holothuroidea collected by the Velero III during the years 1932 to 1938. Part I. *Dendrochirota. Allan Hancock Pac. Exp.* 8: 61-195.
- Deichmann, E. 1958. The Holothuroidea collected by the Velero III and IV during the years 1932 to 1954. Part II. *Aspidochirota. Allan Hancock Pac. Exp.* 11: 253-349.
- Field, J.G., K.R. Clarke & R.M. Warwick. 1982. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 8: 37-52.
- Grignard, J.C., P. Flammang, D.J.W. Lane & M. Jangoux. 1996. Distribution and abundance of the echinoid *Diadema setosum* (Echinodermata) on sediment-stressed coral reefs in Singapore. *Asian Mar. Biol.* 13: 123-132.
- Guzmán, H.M. 1988. Distribución y abundancia de organismos coralívoros en los arrecifes coralinos de la Isla del Caño, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 36: 191-207.
- Hendler, G., J.E. Miller, D.L. Pawson & P.M. Kier. 1995. Sea Stars, Sea Urchins, and Allies: Echinoderms of Florida and the Caribbean. Smithsonian Institution, Washington & London. 390 p.
- Hertlein, L.G. 1963. Contribution to the biogeography of Cocos Island, including a bibliography. *Proc. Cal. Acad. Sci.* 32: 123-235.
- Hickman, C.P. Jr. 1998. A Field Guide to Sea Stars and other Echinoderms of Galápagos. Sugar Spring, Virginia. 83 p.
- Holguín-Quiñones, O., H. Wright López & F. A. Solís Marín. 2000. Asteroidea, Echinoidea y Holothuroidea en fondos someros de la Bahía de Loreto, Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.* 48: 749-757.
- Jiménez, C.E. 1995. Capítulo 4: Ambientes marino-costeros, p. 31-39. *In* Plan general de manejo, Área de

- Conservación Osa, Anexo 1, Sondeo ecológico rápido, tomo 2. SPN, FUNDEVI, PROAMBI, ICT.
- Maurer, D. & J.A Vargas. 1983. Benthic studies in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. University of Delaware, College of Marine Studies. Lewes: 1-105.
- Maurer, D., C. Epifanio, H. Dean, S. Howe, J.A. Vargas, A. Dittel & M.M. Murillo. 1984. Benthic invertebrate of a tropical estuary: Gulf of Nicoya, Costa Rica. J. Nat. Hist. 18: 47-61.
- Miskelly, A. 2002. Sea Urchins of Australia and the Indo-Pacific. Capricornia, Sydney, Australia. 179 p.
- Reyes-Bonilla, H. 1995. Asteroidea and Echinoidea (Echinodermata) of Isla San Benedicto, Revillagigedo Archipelago, Mexico. Rev. Inv. Cient. Ser. Cien. Mar. UABCS 6: 29-38.
- Sammarco, P.W., J.S. Levinton & J.C. Ogden. 1974. Grazing and control of coral reef community structure by *Diadema antillarum* Philippi (Echinodermata: Echinoidea) a preliminary study. J. Mar. Res. 32: 47-53.
- Vázquez-Domínguez, E. 2003. Diversidad y distribución de crustáceos y equinodermos y su relación con los niveles de sedimentación en arrecifes coralinos. Rev. Biol. Trop. 51: 183-194.