

DIVERSIDAD Y COMERCIALIZACIÓN DE LA CLASE: SUBCLASE ECHINOIDEA EN TRES ECOSISTEMAS DE LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO DE KUSAPÍN, EN LA COMARCA NGÄBE BUGLÉ



Diversity and commercialization of the Class: Subclass Echinoidea in three ecosystems of the coastal zone of the Municipality of Kusapín, in the Ngäbe Buglé Comarca

Gómez, Irving N.

 Irving N. Gómez

irving.gomez-t@up.ac.pa

Universidad de Panamá, Panamá

Centros: Revista Científica Universitaria

Universidad de Panamá, Panamá

ISSN-e: 2304-604X

Periodicidad: Semestral

vol. 12, núm. 1, 2023

revista.centros@up.ac.pa

Recepción: 06 Septiembre 2022

Aprobación: 30 Noviembre 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/228/2283848002/>

Resumen: Este estudio de diversidad de erizos de la Clase: Sub-Clase Echinodermata, se realizó en tres ecosistemas de la costa del Distrito de Kusapín en la Comarca Ngäbe Buglé, Bocas del Toro de febrero a mayo de 2022, registrándose un total de 223 individuos, pertenecientes a 5 órdenes, 5 familias, 6 géneros y 9 especies. Las familias con mayor riqueza fueron Toxopneustidae con 3 especies para un 33.3% del total, donde su especie más abundante fue *Tripneustes ventricosus*, con 26 individuos para un 11.66% y la familia Echinometridae con 2 especies para un 22.2% de la población total, donde *Echinometra lucunter* reportó 38 individuos para un 17.04% del total y *Echinometra viridis* reportó 30 individuos para el 13.45% del total. La diversidad alfa de los erizos de mar según el índice de Shannon Wiener fue de $(H') = 0.339$ en el litoral rocoso; $(H') = 1.889$ para los pastos marinos y $(H') = 1.507$ en los Arrecifes de coral. El índice de dominancia demostró que en el Litoral rocoso $d = 0.756$; en pastos marinos $d = 0.166$ y en arrecifes de coral $d = 0.238$ debido a la abundancia de *Diadema antillarum*. *Euclidaris tribuloides*. El índice de equitatividad registró semejanza entre los ecosistemas de pastos marinos y arrecifes de coral y *D. antillarum* es la especie más extraída en el Municipio como alimento.

Palabras clave: Diversidad, equitatividad, dominancia, erizos de mar.

Abstract: This study of the diversity of sea urchins of the Class: Sub-Class Echinodermata, was carried out in three ecosystems on the coast of the Kusapín District in the Ngäbe Buglé Comarca, Bocas del Toro from February to May 2022, registering a total of 223 individuals, belonging to 5 orders, 5 families, 6 genera and 9 species. The richest families were Toxopneustidae with 3 species for 33.3% of the total, where its most abundant species was *Tripneustes ventricosus*, with 26 individuals for 11.66%, and the Echinometridae family with 2 species for 22.2% of the total population, where *Echinometra lucunter* reported 38 individuals for 17.04% of the total and *Echinometra viridis* reported 30 individuals for 13.45% of the total. The alpha diversity of the sea urchins according to the Shannon Wiener index was $(H') = 0.339$ in the rocky littoral; $(H') = 1.889$ for seagrasses and $(H') = 1.507$ for coral reefs.

The dominance index showed that in the rocky coast $d= 0.756$; in seagrasses $d= 0.166$ and in coral reefs $d= 0.238$ due to the abundance of *Diadema antillarum* and *Eucidaris tribuloides*. The equity index registered similarity between the ecosystems of seagrasses and coral reefs and *D. antillarum* is the most extracted species in the Municipality as food.

Keywords: Diversity, equity, dominance, sea urchins.

INTRODUCCIÓN

Los erizos son componentes importantes de los arrecifes de coral y la comprensión de su ecología permite la caracterización de la estructura y función de las comunidades coralinas (Birkeland 1989, Hughes 1994, Bellwood et al., 2004). Se ha documentado que, en los arrecifes de coral, los equinodermos alcanzan una gran diversidad y biomasa (Birkeland 1989), aunque los equinodermos han estado más estudiados en el pacífico de Panamá, que, en el caribe, con 253 especies (Maluf 1988, Alvarado et al. 2010).

Se ha documentado que los erizos poseen una acción positiva en esos ecosistemas costeros, por ser herbívoros, facilitan el reclutamiento coralino, reducen la presencia de macroalgas competidoras y promueven la complejidad estructural del arrecife, porque son eficientes organismos bioerosionadores (Glynn et al., 1979; Sammarco, 1980).

Además, son nuevas opciones de pesquería, pues su consumo ofrece un enorme potencial comercial, siendo opciones alimenticias de calidad y nutritivas fuentes de moléculas bioactivas (García, et al., 2013).

Esta investigación tiene como objetivo brindar un antecedente preliminar sobre la abundancia, diversidad y comercialización de los erizos de mar encontrados en las costas del Municipio de Kusapín (*Saborikäte*), para usarlas como un indicador de la estabilidad o perturbación del equilibrio estructural de los ecosistemas costeros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El estudio se realizó en la costa del Municipio de Kusapín (*Saborikäte*). Es un municipio costero situado en el noreste de Panamá, en la comarca Ngäbe-Buglé. La localización de los puntos estudiados se encuentra entre las siguientes coordenadas:

TABLA 1
Coordenadas de los ecosistemas estudiados en la costa de Kusapín (*Saborikäte*), *Ngäbe-Buglé*, Bocas del Toro.

Ecosistema	Este	Norte
Pastos marinos	402422.89	1015309.9
Litoral rocoso	402258.1	1015877
Arrecifes de coral	402909	1015697

Fuente: El autor.

El sitio presenta un clima tropical, del tipo Afi según el sistema de clasificación Köppen-Geiger, los vientos que predominan son alisios con precipitaciones de ± 3300 mm al año.

El área que contempla este estudio incluye Península Valiente, donde encontramos zonas de pastos marinos, arrecifes de coral y litorales rocosos. En esta región habitan numerosas comunidades indígenas, destacándose los poblados de Tobobe, Kusapín y Bahía Bluefields como las de mayor población e infraestructura, además, de ser las áreas con costas muy impactadas por la pesca.

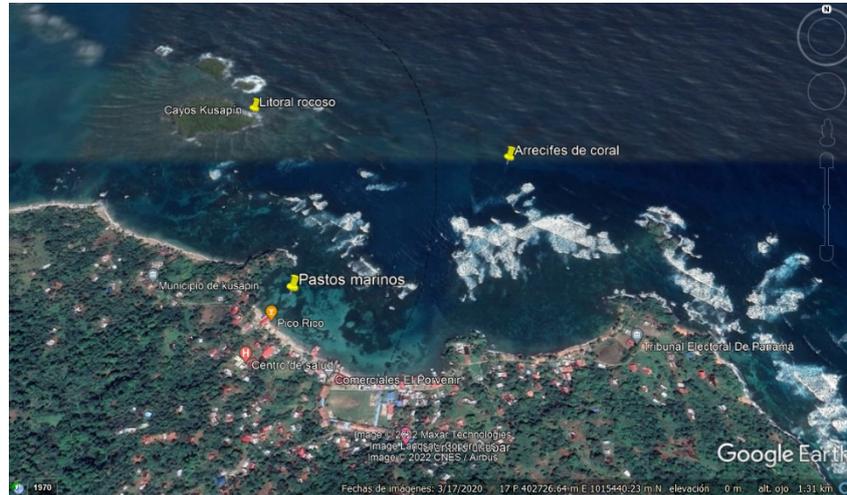


FIGURA 1

Localización de los ecosistemas de estudio, Kusapín (Saborikäte), Ngäbe-Buglé, Bocas del Toro.

Fuente: Google Earth



FIGURA 2

Zona de pastos marinos (a), zona de litoral rocoso (b) y zona de arrecifes de coral (c).

Fuente: El autor

Recolección de datos

El muestreo se llevó a cabo durante los meses de abril a julio de 2022, completando ocho visitas e invirtiendo tres horas por visita, observando y fotografiando las especies encontradas. La búsqueda y la recolección de especímenes se realizaron a lo largo de transectos en banda de 20 m de longitud x 5 m de ancho en los ambientes intermareal y submareal (5m de profundidad), las identificaciones se hacían in situ, y mediante la

extracción directa de los erizos de mar. El muestreo se llevó a cabo por encuentro casual y las observaciones en cada parcela se efectuaron entre las 12:00 a 15:00 h y se utilizaron seis personas.

Análisis de la Información

Durante los muestreos se contaban y fotografiaban las especies de erizos. Se midieron los índices de Riqueza de Especies (S), Diversidad de Shannon-Wiener (H'), Abundancia Relativa, Dominancia y Equitatividad, empleando el programa estadístico Past 3.17.

Se elaboraron curvas de acumulación para estimar la completitud del muestreo y la representatividad de los erizos estudiados utilizando el estimador de riqueza Chao1. Los cálculos se realizaron con el Software EstimateS 9.0 (Colwell et al. 2012).

Con la ayuda de un instrumento de encuesta, se analizó el impacto de la pesca artesanal sobre las especies de erizos de mar más comercializadas en las costas del municipio de Kusapín (Saborikäte), Ngäbe-Buglé, Bocas del Toro.

Para la identificación de las especies se efectuó la determinación taxonómica utilizando los trabajos de Caso (1978, 1992); Hickman (1998); Solís et al. (2009) y Borrero et al. (2012).

RESULTADOS

En el distrito de Kusapín (Saborikäte), se registró una abundancia total de 223 erizos de mar, con una riqueza de nueve especies. Del total de erizos registrados (6.29%) se encontraron en Litoral rocoso, (40.81%) se registraron en los Pastos marinos y un (52.90%) relacionado al Arrecife de coral (Figura 3). Los órdenes de erizos con mayor riqueza: Camarodonta con dos familias y cinco especies. Las especies más abundantes o comunes fueron *Diadema antillarum* y *Echinometra lucunter* (Tabla 2).

Las familias de mayor abundancia fueron Toxopneustidae con tres especies; Echinometridae con dos especies y Diadematoidea con una sola especie, *D. antillarum*, la más abundante en el sitio (Figura 4).

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') presentó para los erizos del Litoral rocoso ($H' = 0.339$), para los erizos de Pastos marinos ($H' = 1.889$) y para los Arrecifes de coral ($H' = 1.507$), durante los meses de abril a julio de 2022 (Tabla 3).

La abundancia de los erizos fue mayor en el ecosistema de Arrecifes de coral y en los Pastos marinos (Arrecife de coral $n = 118$ y Pastos marinos con $n = 91$). (Tabla 2).

La especie *D. antillarum*, única con la mayor abundancia y dispersión en todos los ecosistemas censados (Arrecifes de coral con $n = 36$, Pastos marinos con $n = 14$ y en el litoral rocoso con $n = 8$). La especie *Echinometra lucunter* obtuvo buenos valores de abundancia, (pastos marinos con $n = 11$ y Arrecifes de coral con $n = 27$) (Tabla 1).

La completitud del muestreo para los erizos de mar fue alta, al comparar los valores observados con los esperados por el estimador (Chao 1), lo que garantizó que las curvas de acumulación de especies presentaran una gran tendencia a la estabilización dentro de los ecosistemas (Figura 5).

Algunas especies de erizos mostraron preferencia por un ecosistema, registrándose así cuatro especies, *Lytechinus variegatus*, *Lytechinus williamsi*, *Clypeaster subdepressus* y *Clypeaster rosaceus*, solo en los pastos marinos (Tabla 2). Dos especies que no aparecieron en el estudio son las pertenecientes a la familia Brissidae, entre ellas, *Meoma ventricosa* y *Plagiobrissus grandes*, las cuales eran observadas en años anteriores, no obstante, no se registraron para este estudio.

El análisis de las encuestas demostró que los ecosistemas más impactados por la actividad pesquera de erizos de mar fue el de Arrecifes de coral y las especies más extraídas para fines comerciales son *Diadema antillarum*

y *Echinometra viridis*, las cuales son comercializadas a un valor de 1.00 dólares por cada individuo. La Clase Holothuroidea, no contemplada en este estudio, también demostró ser comercializada (Figura 6).

TABLA 2

Especies de erizos de mar de Kusapín (Saborikäte), Ngäbe-Buglé, Bocas del Toro.
Definición de términos: Lr: litoral rocoso. Pm: pastos marinos, Ac: arrecifes de coral.

Grupo Taxonómico	Nombre común	Abundancia			Totales	Abundancia relativa
		Lr	Pm	Ac		
CLASE ECHINOIDEA						
Orden Camarodonta						
Familia Echinometridae						
<i>Echinometra lucunter</i>	Erizo perforador de rocas	0	11	27	38	0.1704
<i>Echinometra viridis</i>	Erizo de arrecife	0	10	20	30	0.1345
Familia Toxopneustidae						
<i>Lytechinus variegatus</i>	Erizo de mar verde	0	18	0	18	0.0807
<i>Lytechinus williamsi</i>	Erizo joya	0	16	0	16	0.0717
<i>Tripanastus ventricosus</i>	Huevo de mar	0	7	19	26	0.1188
Orden Cidaroida						
Familia Cidaridae						
<i>Euclidans tribuloides</i>	Erizo lápiz	6	0	16	22	0.0988
Orden Clypeasteroidea						
Familia Clypeasteridae						
<i>Clypeaster rosaceus</i>	Galleta de mar gorda	0	7	0	7	0.0314
<i>Clypeaster subdepressus</i>	Dólar de arena	0	8	0	8	0.0360
Orden Diadematoidea						
Familia Diademataidae						
<i>Diadema antillarum</i>	Erizo de mar negro	8	14	36	58	0.2801
Abundancia total		14	91	118	223	1.0000
Porcentajes (%)		6.28	40.8	52.9		

Fuente: El autor

TABLA 3

Diversidad de los erizos de mar de Kusapín (Saborikäte), Ngäbe-Buglé, Bocas del Toro

Ecosistema	Índices	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Litoral rocoso	Riqueza (S)	1	1	1	2	2	2	1	2
	Abundancia	1	1	1	2	3	2	2	2
	Diversidad_H'	0	0	0	0.6931	0.637	0.693	0	0.693
	Equitatividad_J'	0	0	0	1	0.918	1	0	1
	Dominancia_D	1	1	1	0.5	0.556	0.5	1	0.5
Pastos marinos	Riqueza (S)	1	1	1	2	2	2	1	2
	Abundancia	12	7	12	12	15	12	12	9
	Diversidad_H'	1.907	1.475	2.023	1.979	1.991	2.023	1.979	1.735
	Equitatividad_J'	0.9802	0.9165	0.973	0.9518	0.958	0.973	0.9518	0.968
	Dominancia_D	0.1528	0.2653	0.139	0.1528	0.147	0.139	0.1528	0.185
Arrecife de coral	Riqueza (S)	5	5	5	5	5	5	4	5
	Abundancia	10	14	15	19	18	13	14	15
	Diversidad_H'	1.505	1.598	1.564	1.516	1.6	1.479	1.301	1.494
	Equitatividad_J'	0.935	0.9931	0.972	0.9418	0.994	0.919	0.9387	0.929
	Dominancia_D	0.24	0.2041	0.218	0.241	0.204	0.254	0.2959	0.253

Fuente: El autor

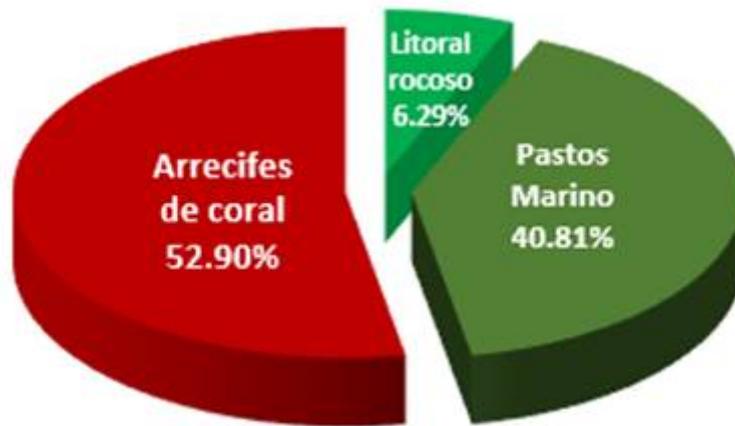


FIGURA 3
Diversidad relativa de erizos de mar, Kusapín (Saborikäte), Ngäbe-Buglé, Bocas del Toro
Fuente: El autor

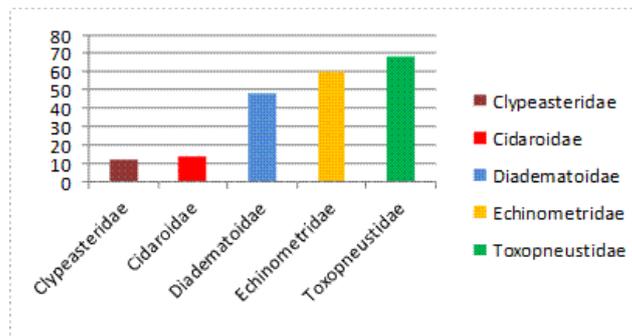


FIGURA 4
Familias más representativas de erizos observadas en la costa de Kusapín (Saborikäte), Ngäbe-Buglé, Bocas del Toro
Fuente: El autor

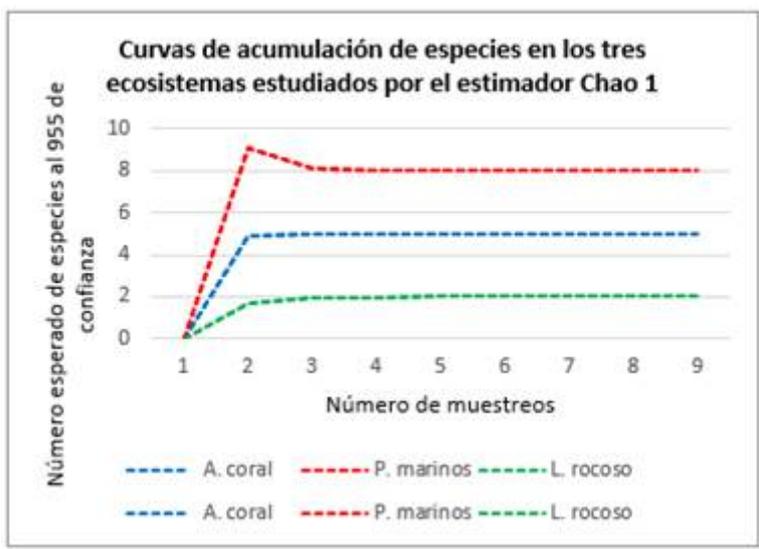


FIGURA 5
Curvas de acumulación de especies de erizos de mar (95% de confianza), Kusapín (Saborikäte), Ngäbe-Buglé, Bocas del Toro
Fuente: El autor

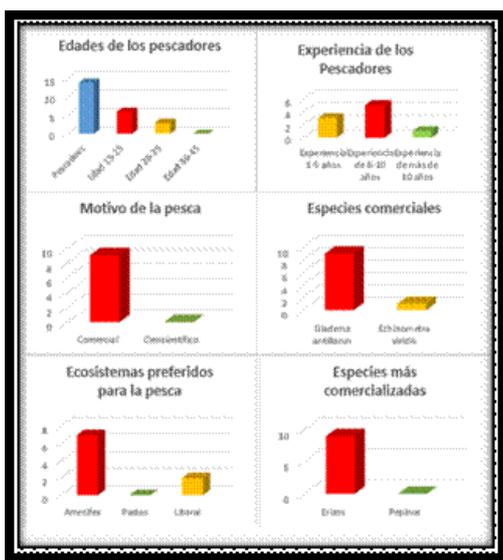


FIGURA 6
Resultados del instrumento de encuesta aplicado a los pescadores artesanales de la costa del Municipio de Kusapín (Saborikäte), Comarca Ngäbe Buglé, Bocas del Toro, 2022
Fuente: El autor

DISCUSIÓN

Se conocen aproximadamente 100 especies de erizos de mar para el Caribe (Hendler et al. 1995). En el área de la costa del Municipio de Kusapín (Saborikäte), se reportó un total de nueve especies de erizos de mar, que representan un 9% de las descritas por Hender, agrupadas en seis géneros y cinco familias (Tabla 2). Esta riqueza es mayor que la reportada por Cubit et al. (1983), para las costas atlánticas de Panamá y es correspondiente a los datos demostrados por Guzmán (1999), en un estudio realizado en la Laguna de Chiriquí (Bocas del Toro).

Las observaciones se realizaron en aguas someras y coinciden con la mayoría de los registros efectuados entre 0 y 40 m de profundidad y en localidades puntuales (Caycedo 1979, Álvarez 1981, Gallo 1988).

El muestreo demostró que estos ecosistemas son dominados por la especie *D. antillarum* presentando un alto número de individuos en los tres ecosistemas debido a que ha sido considerado como un herbívoro generalista (Sammarco, 1982) y además como el herbívoro principal de los macrófitos bentónicos, aunque su alimento preferencial fueran las algas bentónicas y macroalgas cespitosas (Carpenter, 1981). En este sentido la familia Diadematidae posee especies más destacables por su capacidad para modificar el hábitat (Ling et al., 2015).

El índice de diversidad de Shannon-Wiener: ($H' = 0.339$), y el índice de equitatividad fue ($J' = 0.49$) para el litoral rocoso en su zona infralitoral, indicando ausencia de uniformidad debido a que solo dos especies convergen en este ecosistema, *D. antillarum* y *E. tribuloides* y mantienen una abundancia muy semejante (Tabla 3). La zona supralitoral y mediolitoral, están expuestas a la emersión continua, y en estas solo se observaron especies adaptadas a las mismas como algunos bivalvos, que soportan el viento y el oleaje, pero en la zona infralitoral como las condiciones son más estables, se observa abundancia, riqueza y diversidad de especies, lo que concuerda con lo expuesto por Brattström (1985), en la costa rocosa de Panamá.

Para pastos marinos y arrecifes de coral los valores de diversidad fueron más similares con ($H' = 1.507$) e índice de equitatividad ($J' = 0.959$), para arrecifes de coral y ($H' = 1.889$) e índice de equitatividad ($J' = 0.953$), para pastos marinos, lo que sugiere una distribución más homogénea de los individuos entre las especies encontradas en ambos ecosistemas (Tabla 3). Esto puede atribuirse a la presencia de *D. antillarum* en todos los ecosistemas, sirviendo de agente determinante de la diversidad y composición de otros invertebrados, corroborando las observaciones realizadas sobre arrecifes artificiales en el Archipiélago Canario, donde el erizo *D. antillarum* determinó los patrones de sucesión ecológica sobre los mismos (Herrera 1998).

La completitud del muestreo fue satisfactoria en todos los ecosistemas de acuerdo al estimador de riqueza Chao 1, produciendo unas curvas de acumulación más elevadas para los ecosistemas de pastos marinos y arrecifes de coral, demostrando tendencia a la estabilización, muy posiblemente por la inclusión de la mayoría de las especies debido a la gran cantidad de nutrientes que ofrecen estos ecosistemas, lo cual establece una idea sustancial sobre las poblaciones de erizos de mar en la costa del Municipio de Kusapín (Saborikâte), Comarca Ngäbe Buglé, Bocas del Toro (Figura 4).

Podemos resaltar que la cantidad de erizos de mar encontradas puede convertirse en un indicador de estabilidad o perturbación de los ecosistemas, debido a que la diversidad y abundancia no fueron elevadas y mantienen una equitatividad, lo que podría estar influenciando el buen equilibrio entre corales y macroalgas en los ecosistemas estudiados, pues está demostrado que una explosión demográfica de erizos trae consigo una elevada tasa de bioerosión que daña severamente los arrecifes y las zonas de pastos marinos (Glynn, 1988).

El análisis del instrumento de encuesta dirigido a los pescadores artesanales de la costa del Municipio de Kusapín (Saborikâte), fue aplicado a 14 personas de diferentes edades, de los cuales ocho (57.1%), aceptaron haber pescado los erizos de mar para comercializarlos. La mayor incidencia de estos pescadores de erizos oscila entre los 15 a 25 años de edad, algunos, estudiantes del Anexo Universitario de Kusapín, los cuales afirmaron que se comercializan los erizos del arrecife de coral, más que todo para fines alimenticios y afrodisiacos de personas extranjeras que viven en la comunidad de Chiriquí Grande.

Los resultados obtenidos demostraron que en los ecosistemas de las costas del Municipio de Kusapín se están extrayendo ciertas especies de erizos de mar como, *D. antillarum* y *E. viridis*, para ser comercializadas por el valor que tienen como medio nutricional y farmacológico, pues se sabe desde hace años que son fuente de provisión de proteína de alta calidad (cadenas largas de omega-3 con ácidos grasos altamente insaturados, HUFAs: EPA y DHA) y micronutrientes (tales como, hierro, zinc y selenio), lo cual sería importante para la alimentación de una creciente población (Edwards et al., 2019; Boyd et al., 2020).

La especie más comercializada es *D. antillarum*, por su tamaño robusto y sus grandes gónadas. Los pescadores artesanales indicaron que las especies de talla más grandes se encuentran en el límite entre el

arrecife de coral y la zona de pastos marinos, conviviendo con otras especies de Echinodermata como los holoturoideos, que también han sido comercializadas en años anteriores.

Se comparó la composición de tres ecosistemas en las costas del Municipio de Kusapín (Saborikäte), analizando la diversidad de los erizos de mar y se demostró que existe mucha relación entre las diversidades del ecosistema de pastos marinos y arrecifes de coral, con especies cosmopolitas como *D. antillarum* y otras que solo se encontraron en un solo ecosistema como los géneros *Lytechinus* y *Clypeaster*.

En general, la riqueza y la diversidad calculada son tan solo una aproximación de la realidad, debido a que las curvas de acumulación demostraron una aparente tendencia a la estabilización, pero es de resaltar que algunas especies comunes del área de la costa no se presentaron para este estudio, como lo son: *Meoma ventricosa* y *Plagiobrissus grandes*, pertenecientes a la familia *Brissidae*, lo cual indica que se debe realizar mayores esfuerzos de muestreo en investigaciones posteriores.

Este estudio sobre erizos de mar presenta evidencias directas en cuanto a su abundancia, riqueza, diversidad y comercialización en las costas del Municipio de Kusapín (Saborikäte), para el cual no hay información publicada.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer muy especialmente a los estudiantes de la Licenciatura de Turismo Geográfico del Anexo del CRUBO en Kusapín, por ayudarme a realizar esta investigación en sus costas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez L. R. 1981. Listado preliminar de los equinodermos de la costa Atlántica colombiana. *Boletín Museo del Mar* 10: 24-39.
- Bellwood DR, TP Hughes, C Folke & M Nyström. 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature* 429 (6994): 827-833.
- Birkeland C. 1989. The influence of echinoderms on coral reef communities. In: Jangoux M & JM Lawrence (eds). *Echinoderm Studies* 3: 1-79. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Borrero-Pérez, G.; Benavides, M.; Díaz, C. 2012. Equinodermos del Caribe colombiano II: Echinoidea y Holoturoidea. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar No. 30. Santa Marta, Colombia.
- Boyd, CE, D'Abramo, LR, Glencross, BD, Huyben, DC, Juarez, LM, Lockwood, GS, ... & Valenti, WC (2020). Lograr una acuicultura sostenible: perspectivas históricas y actuales y necesidades y desafíos futuros. *Revista de la Sociedad Mundial de Acuicultura*, 51 (3), 578-633.
- Brattström, H. (1985). Rocky-shore zonation on the Atlantic coast of Panamá. *Sarsia*, 70, 179-216.
- Caycedo I.E. (1979). Observaciones de los equinodermos en las Islas del Rosario. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín* 11: 39-47
- Carpenter, R.C. (1990). Mass mortality of *Diadema antillarum*. I. Long-term effects on sea urchin population-dynamics and coral reef algal communities. *Mar. Biol.* 104: 67-77
- Caso, M. E. 1992. Los Equinodermos, Asteroideos, Ofiuroideos y Equinoideos de La Bahía de Mazatlán, Sinaloa. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM* 11:1-214.
- Cubit, JD y Williams, S. (1983). Los invertebrados del Arrecife Galeta (Caribe de Panamá): una lista de especies y bibliografía. *Boletín de investigación de atolones*.
- Edwards, P., Zhang, W., Belton, B. y Little, DC (2019). Malentendidos, mitos y mantras en la acuicultura: su contribución al suministro mundial de alimentos ha sido denunciada sistemáticamente. *Política Marina*, 106, 103547.
- Gallo, J. (1988) Contribución al conocimiento de los equinodermos del Parque Nacional Natural Tayrona: I Echinoidea. *Trianea* 1: 99-118

- García, E., Rosas, C., & Morales, S. R. (2013). Uso eficiente de los recursos pesqueros y acuícolas: extracción de moléculas bioactivas de los subproductos para su empleo en el sector farmacéutico. *Avances en Nutrición Acuícola*.
- Guzmán, H. M., & Guevara, C. A. (2001). Arrecifes coralinos de Bocas del Toro, Panamá: IV. Distribución, estructura y estado de conservación de los arrecifes continentales de Península Valiente. *Revista de Biología Tropical*, 49(1), 53-66.
- Glynn P. W., Wellington G. M., y Birkeland, C. (1979). Coral reef growth in the Galápagos: limitation by sea urchins. *Science* 203, pp. 47-49.
- Glynn, P.W. (1988). El Niño warming, coral mortality and reef framework destruction by echinoid bioerosion in the eastern Pacific. *Galaxea*. 7: 129-160.
- Herrera R. 1998. Dinámica de las comunidades bentónicas de los arrecifes artificiales de Arguineguín (Gran Canaria) y Lanzarote. Tesis Doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, 355 pp.
- Hickman, C. P. 1998. A Field Guide to Sea Stars and Other Echinoderms of Galápagos. Sugar Spring, Lexington, Virginia. 83 p.
- Ling SD, Scheibling RE, Rassweiler, A., Johnson, CR, Shears, N., Connell, SD, ... y Johnson, LE (2015). Dinámica de cambio de régimen global del sobrepastoreo catastrófico de erizos de mar. *Transacciones filosóficas de la Royal Society B: Ciencias biológicas*, 370 (1659), 20130269.
- Sammarco, P. W. (1980). Diadema and its relationship to coral spat mortality: grazing, competition and biological disturbance. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 45, pp. 245-472.
- Solís-Marín, F. A., J. A. Arriaga-Ochoa, A. Laguarda-Figueras, S. C. Frontana-Uribe y A. Durán-González. 2009. (Echinodermata) del Golfo de California. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 177 p.