



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

VARIABILIDAD ESPACIAL DE EQUINOIDEOS EN ARRECIFES DE LA BAHÍA
DE MOCHIMA, ESTADO SUCRE, VENEZUELA
(Modalidad: Tesis de Grado)

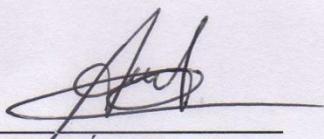
LEONARLI YSABEL FRANCO TOVAR

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA

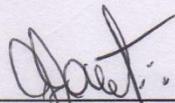
CUMANÁ, 2022

VARIABILIDAD ESPACIAL DE EQUINOIDEOS EN ARRECIFES DE LA BAHÍA DE
MOCHIMA, ESTADO SUCRE, VENEZUELA

APROBADO POR:



Prof. Ángel Fariña
Asesor



Profa. Sybil Sant
Jurado



Profa. Johanna Rondón
Jurado

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
LISTA DE TABLAS	III
LISTA DE FIGURAS.....	IV
RESUMEN	V
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	6
Área de estudio	6
De campo	9
Índices ecológicos y comunitarios	10
Análisis estadísticos.....	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
Parámetros ambientales	14
Índices comunitarios	18
Relación entre las variables ambientales y los índices comunitarios	26
Relación entre las especies de equinoideos	27
CONCLUSIONES	31
RECOMENDACIONES.....	32
BIBLIOGRAFÍA	33
APÉNDICES	43
HOJA DE METADATOS	45

DEDICATORIA

A:

Mis padres: Leonardo Franco y Yambaó Tovar por todas enseñanzas, apoyo y amor incondicional a lo largo de mi vida.

Mis hermanos: Leonardo, Leandri y Leomar Franco por lo que representan para mí y ser parte importante de mi vida.

Mis tíos: Alejandra Cañas y Alexis Franco por abrirme las puertas de su casa y por hacerme sentir como una hija más para ellos.

A mi novio: Freddy Bravo por apoyarme y alentarme.

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, por haberme acompañado a lo largo de mi carrera, por ser luz en mi camino y por darme la sabiduría y fortaleza para alcanzar tan anhelado sueño.

Mi asesor Ángel Fariña, por brindarme su ayuda, dedicación y paciencia, por el conocimiento aportado que permitieron la realización de este trabajo de investigación. Lo admiro y aprecio mucho.

A todos los profesores del Departamento de Biología que ayudaron a mi formación profesional con sus consejos y conocimientos.

Al señor Miguel Penott, por poner a disposición su bote y su tiempo para que se realizaran los muestreos de esta investigación.

A todos mil Gracias.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Especies de equinoideos encontrados en las estaciones de muestro de la bahía de Mochima.....	12
Tabla 2. Relación entre los parámetros comunitarios, ambientales y las especies de equinoideos encontradas en los arrecifes de la bahía de Mochima.....	26
Tabla 3. Relación entre las especies de equinoideos encontradas en los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de las estaciones de muestreo en la bahía de Mochima, estado Sucre	7
Figura 2. Distribución de las especies de equinoideos encontradas en los arrecifes de la bahía de Mochima.....	13
Figura 3. Complejidad topográfica de los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.....	14
Figura 4. Variación de la salinidad del agua en arrecifes someros de la bahía de Mochima, estado Sucre	15
Figura 5. Variación de la temperatura superficial del mar en los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre	16
Figura 6. Estado del mar, según la escala de Beaufort, de los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre	17
Figura 7. Variación de la transparencia del agua en los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre	17
Figura 8. Variación espacial de la abundancia total de equinoideos en los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.....	19
Figura 9. Abundancia relativa de las especies de equinoideos en los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre	21
Figura 10. Riqueza promedio de especies de equinoideos de los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre	23
Figura 11. Variación espacial de la diversidad de equinoideos en los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre	24
Figura 12. Variación espacial de la equidad de las especies de equinoideos en los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre	25
Figura 13. Proyección ortogonal de los componentes principales de la relación existente entre las especies de equinoideos, los índices ecológicos y las variables medioambientales, con respecto a los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.....	30

RESUMEN

La bahía de Mochima es un cuerpo de agua importante por estar ubicado dentro del área de surgencia costera y considerada como reservorio natural de muchas especies marinas. Alberga una fauna marina diversa que incluye una variedad de equinodermos (crinoideos, asteroideos; ofiuroideos, holoturoideos y equinoideos). Los equinoideos son un grupo de invertebrados exclusivamente marinos, comúnmente conocidos como erizos de mar. Desde el punto de vista ecológico constituyen una parte fundamental en la dieta de muchos organismos y desempeñan un papel determinante dentro de las comunidades bentónicas siendo biorreguladores fitobentónicos. En la bahía de Mochima, los erizos han sido poco estudiados, por lo que tomando en cuenta su importante papel, se determinaron las variaciones espaciales de estos organismos en 5 arrecifes coralinos de la bahía de Mochima. Se realizaron censos visuales mediante buceo con snorkel, a lo largo de transectos paralelos a la línea de costa (20 m). Posterior a ello se contabilizó la totalidad de los erizos observados *in situ*, identificándolos en la categoría de especie. Simultáneamente, fue registrada la temperatura, salinidad, transparencia del agua y el estado del mar. Se determinaron los índices comunitarios para cada arrecife (diversidad, abundancia y equidad). El análisis de varianza con base en permutaciones (PERMANOVA) permitió determinar posibles diferencias en las estaciones de muestreos respecto a las variables comunitarias. Las posibles relaciones entre variables, tanto ambientales como comunitarias, se establecieron con un análisis de componentes principales, apoyado por correlaciones múltiples de Spearman. La mayor temperatura fue reportada en Isla larga (arrecife interno de la bahía) con un promedio 28,48°C, mientras que la mayor salinidad ocurrió en Garrapata (arrecife externo de la bahía) con un promedio de 32,18 UPS. La menor transparencia fue hallada en Los Reyes 10,75 m. Se tomó un menor registro del estado del mar en la estación de Los Reyes 0,67. Un total de 25 090 individuos fueron contabilizados, pertenecientes a 5 especies. El promedio de la abundancia total de erizos de mar osciló entre los 89,92 y 921,08 individuos, encontrando una mayor abundancia en las estaciones más internas de la bahía (Los Reyes e Isla Larga). Tanto para la riqueza como para la diversidad, existen diferencias significativas entre las estaciones de muestreos, lo cual indica una distribución espacial diferencial de los erizos en la bahía de Mochima. Se hizo evidente una relación directa entre las abundancias de los erizos *E. tribuloides*, *E. lucunter* y *D. antillarum*; y los índices de diversidad, equidad y riqueza. En contraste, la abundancia total y la de *E. viridis* fueron las principales variables que se relacionaron en los arrecifes internos de la bahía de Mochima. Se pudo concluir que las especies de erizos de mar identificadas en los arrecifes de la bahía de Mochima demostraron una distribución heterogénea siendo mayor el número de especies en las estaciones más externas y menor en las más internas.

Palabras clave: equinodermos, erizos de mar, arrecifes coralinos, áreas marinas protegidas, *Echinometra viridis*.

INTRODUCCIÓN

El phylum Echinodermata está constituido por un grupo de invertebrados exclusivamente marinos, bentónicos y generalmente de aguas poco profundas. Existen aproximadamente unas 7 000 especies actuales y 13 000 extintas, ya que su historia se remonta a principios del Cámbrico, siendo uno de los taxa mejor representados en el registro fósil. Las características que presentan los equinodermos varían considerablemente, por lo que se agrupan en cinco clases bien definidas: Crinoidea (lirios y plumas de mar), Asteroidea (estrellas de mar), Ophiuroidea (estrellas quebradizas o arañas de mar y estrellas canasta), Holothuroidea (pepinos de mar) y Echinoidea, donde se incluyen los erizos de mar, dólares de arena y galletas de mar (Pawson, 2007; Solis-Marin, 2014).

La clase Echinoidea comprende, hasta el momento, aproximadamente 955 especies descritas. Tradicionalmente, con base en la morfología de la testa, se consideraban dos subclases fundamentales: Regularia e Irregularia; sin embargo, teniendo en cuenta las relaciones evolutivas en la clase, la clasificación más reconocida distingue la subclase Cidaroida, que comprende el orden Cidaroida y la subclase Euechinoidea; esta última está conformada por seis órdenes de erizos irregulares y ocho regulares (Hendler *et al.*, 1995; Nateghi *et al.*, 2016).

La anatomía digestiva de los equinoideos es básicamente la misma en todas las clases de equinodermos. A pesar de esta homogeneidad, la anatomía e histología básica difieren entre varios de los grupos de erizos de mar. La diferencia más obvia es la presencia de un sifón en los erizos irregulares y regulares, mientras que las formas primitivas solo cuentan con un surco sifonal. Otras diferencias significativas incluyen el hecho de que los erizos irregulares poseen testa ovalada en forma globosa o aplanada, con simetría bilateral secundaria y provista de espinas cortas; mientras que los regulares, se caracterizan por presentar testa esférica, radialmente simétrica y provista de espinas largas (Clark, 1977; Calva, 2003).

Debido a la abundancia que alcanzan algunas de sus especies y el tipo de alimentación que presentan, desempeñan un papel determinante dentro de las

comunidades bentónicas, siendo biorreguladores fitobentónicos (Zaixso *et al.*, 2015). Esto se debe a que durante su alimentación, los equinoideos “raspan” el sustrato y los esqueletos coralinos, siendo considerados como aradores del fondo marino, que controlan el crecimiento excesivo de algas e intervienen en el reclutamiento y asentamiento de nuevas especies en los ambientes arrecifales. Su principal alimento son las algas, aunque la mayoría de los erizos mantienen una dieta eurífaga, consumiendo una amplia variedad de material vegetal y animal. La dieta de cada especie varía de una región a otra, por lo que depende de la disponibilidad del alimento. Los erizos excavadores se alimentan de macroalgas que crecen sobre las paredes de sus madrigueras, así como de otros restos orgánicos que van a parar a las mismas (Alves *et al.*, 2001; Vadas *et al.*, 2002; McClanahan y Muthiga, 2007).

Además, estos organismos participan en los procesos de bioerosión, por lo que son considerados como uno de los taxa con mayor relevancia ecológica en ambientes rocosos-coralinos. Durante su alimentación, su aparato masticador (linterna de Aristóteles) procesa el carbonato de calcio, produciendo grandes cantidades de arena fina que contribuyen a la formación de playas y nuevos ambientes en el lecho marino; confiriéndoles así un papel clave en el reciclaje de los elementos minerales y su incorporación al ciclo de los nutrientes. Sin embargo, su actividad ramoneadora puede llegar a ser destructiva cuando se encuentran en altas densidades, debido a que estos excavan hasta la matriz del arrecife, influyendo en su erosión, que se incrementa por la acción de sus espinas (Carreiro y McClanahan, 2001; Herrera *et al.*, 2005).

Por otro lado, este importante grupo de invertebrados constituye un recurso pesquero de alta relevancia dentro del comercio internacional. Sus gónadas son consideradas como uno de los ingredientes de gastronomía mejor cotizados, con una elevada demanda que contribuye a la economía de diferentes sociedades. En zonas donde hay un crecimiento prolífero de algas u organismos incrustantes, la producción gonadal es mayor y de mejor calidad. Por lo que la distribución de estos organismos depende en gran manera de la disponibilidad de alimento (Gómez, 1999; 2000).

De igual forma, diferentes factores como la complejidad estructural de los hábitats, el asentamiento larvario y la depredación, así como las corrientes marinas y las

barreras geográficas pueden tener una influencia considerable en las comunidades de echinoideos. Asimismo, los parámetros fisicoquímicos como temperatura y salinidad pueden condicionar el comportamiento de estas poblaciones, ya que inciden en el desarrollo larvario, actúan directamente en los procesos fisiológicos y afectan la disponibilidad de los recursos dentro de los ecosistemas (Domínguez *et al.*, 2007). Estos elementos destacan la relevancia de los estudios de dinámica poblacional y estructura comunitaria en este tipo de organismos (Caballero *et al.*, 2017).

Los estudios poblacionales en echinoideos se llevan a cabo con el fin de comprender su función dentro de los distintos ecosistemas marinos y establecer medidas de aprovechamiento sustentable para estos recursos, así como la regulación de sus pesquerías. El conocimiento adquirido mediante la realización de este tipo de investigaciones se considera un antecedente esencial para comprender y/o analizar la organización natural de las comunidades. En concreto, estos estudios arrojan resultados relacionados con los procesos de reproducción, asentamiento larvario y reclutamiento, crecimiento, mortalidad y migración, así como su relación con las variables medioambientales que los regulan (Underwood *et al.*, 2000; González, 2009).

Es así como la mayor parte de los estudios sobre la distribución espacial de los equinodermos se han centrado en la clase Echinoidea, debido al control directo que ejercen sobre las comunidades de algas (Benedeti *et al.*, 1998) e indirectamente en la comunidad bentónica, y por su influencia en la alteración de la estructura del hábitat (Sala *et al.*, 1998; Vadas *et al.*, 2002; Hernández *et al.*, 2007). Asimismo, la depredación ha demostrado tener una marcada influencia en la distribución espacial y abundancia de los erizos (McClanahan, 1998; Hereu *et al.*, 2005) y en la variabilidad de su reclutamiento (Turón *et al.*, 1995; López *et al.*, 1998; Hereu *et al.*, 2004). Además, existen otros factores como enfermedades o epidemias (Carpenter, 1990; Lessios *et al.*, 1994; Hagen, 1999), la disponibilidad de recursos tróficos (Menge, 1992); variables ambientales que incluyen la temperatura (Beddingfield y McClintock, 2000; O'Hara y Poore, 2001), salinidad (Drouin *et al.*, 1985), hidrodinámica (McGehee, 1992; Alves *et al.*, 2001), estructura física del hábitat (Freeman y Rogers, 2003; Dumas *et al.*, 2007); y elementos biológicos como la competencia inter e intraespecífica, que suelen ser

también relevantes y altamente estudiados (Shulman, 1990; Hagen y Mann, 1992).

Diversas investigaciones han realizado aportes importantes para el conocimiento de los equinoideos en Latinoamérica. Por ejemplo, estudios realizados en México entre los cuales vale la pena destacar los de variación espacio-temporal de algunos macroinvertebrados (Gastropoda, Bivalvia y Echinodermata) (González *et al.*, 2006), la evaluación pesquera de erizos (Laguarda *et al.*, 2005); diversidad, abundancia, distribución y asociación de sustrato de varias especies de erizos (Celaya *et al.*, 2008); variación temporal de *Diadema mexicanum* (Benítez *et al.*, 2008); variación espacio-temporal de la densidad poblacional del erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* (Palleiro *et al.*, 2012) y ecología poblacional o comunitaria por Herrero *et al.* (2015) y Rojas y Benítez (2015).

En Brasil, se han estudiado las estrategias de reproducción de estos organismos (Lima *et al.*, 2009; Mariante *et al.*, 2009); la taxonomía en Colombia (Alvarado *et al.*, 2015) y su dieta en Chile (Navarrete *et al.*, 2008). Para la zona de Cuba, se cuenta con investigaciones basadas en la abundancia y distribución de *Echinometra lucunter* (Nodarse, 2001) y variación espacial y temporal de la abundancia del erizo *Lytechinus variegatus* (Capetillo *et al.*, 2011).

En Venezuela; sin embargo, los equinodermos han sido poco estudiados. Entre los estudios más destacados se encuentra el de Zoppi (1967), quien señaló tres especies de Crinoidea, 12 especies de Asteroidea, 32 Ophiuroidea y 17 Echinoidea, distribuidos en diferentes localidades de las costas venezolanas, desde el Delta del Orinoco hasta el Golfo de Cariaco. Por su parte, el erizo blanco *Lytechinus variegatus* ha sido objeto de más estudios, permitiendo conocer su efecto trófico (Rodríguez y Losada, 1986), contenido de ácidos grasos y lípidos de sus gónadas (Malavé, 1995), algunos aspectos biológicos (Montealegre, 1999), así como la relación diámetro-masa y proporción cromática de estos (Gómez, 2003).

En el caso particular de la región nororiental venezolana, un área influenciada por el fenómeno de surgencia costera donde los ecosistemas bentónicos litorales y sublitorales se ven afectados por la estacionalidad de este fenómeno y los cambios fisicoquímicos que conlleva (Okuda *et al.*, 1968; Scranton *et al.*, 2014), se han llevado a

cabo distintas investigaciones sobre equinodermos, como la de Boada (1970) quien realizó estudios taxonómicos sobre algunos equinodermos de la costa oeste de Cumaná; Pompa *et al.* (1989) quienes evaluaron la abundancia y distribución espacial de una población del erizo *E. lucunter* en el golfo de Cariaco, encontrando diferencias intermensuales significativas entre localidades; así como Gómez y Hernández (2015), quienes evaluaron las comunidades de equinodermos en la región de Tunantal, determinando diferencias en la estructura comunitaria entre los hábitats. Más recientemente, Rivas (2019) determinó cambios interdiarios en los factores fisicoquímicos e índices ecológicos de las comunidades de erizos de mar en Turpialito, demostrando una evidente variación de la temperatura y salinidad del agua, así como de los parámetros comunitarios y su relación con el ambiente.

Específicamente en la bahía de Mochima, también se han realizado investigaciones sobre estos organismos. Rodríguez (1982) estudió el efecto del pastoreo de los erizos *Lytechinus variegatus* y *Echinometra lucunter* sobre distintas comunidades marinas; Hidalgo (1996) evaluó la estructura ecológica de los equinodermos en cuatro estaciones de la bahía; mientras que Noriega *et al.* (2002) caracterizaron la población de *L. variegatus* y las características estructurales de las praderas de *Thalassia testudinum*. Sin embargo, no existen estudios recientes sobre cambios espacio-temporales de comunidades de erizos en esta bahía, ni el estado actual de sus poblaciones, por lo que resulta necesario un abordaje al respecto.

Debido a la importancia que las equinoideos tienen desde el punto de vista ecológico, por constituir una parte fundamental en la dieta natural de muchos organismos y, considerando los vacíos de información que persisten en el entendimiento de las fluctuaciones poblacionales de los equinodermos en general, esta investigación se llevó a cabo en función de determinar la abundancia y distribución de los equinoideos en 5 arrecifes someros de la bahía de Mochima, desde sectores más internos y protegidos del viento, hasta sectores menos protegidos (zonas externas de la bahía), bajo la hipótesis de que tales diferencias ambientales deberían determinar cambios en la ocurrencia y en la densidad de erizos.

METODOLOGÍA

1.- Área de estudio

El estudio se realizó en el Parque Nacional Mochima, ubicado en la región nororiental de Venezuela. Este abarca los estados Anzoátegui y Sucre, entre las latitudes 10°9'50'' y 10°26'0'' N y las longitudes 64°13'20'' y 64°47'32''O. Posee una bahía que se encuentra rodeada por montañas en toda su extensión y está abierta al norte por un canal de 1,7 km de ancho por 60 m de profundidad que se comunica directamente con la cuenca de Cariaco (Okuda *et al.*, 1968; Kato, 1972).

La bahía de Mochima es una formación de unos 7,1 km de longitud y una anchura mínima de 0,3 km. Es considerada como reservorio natural de muchas especies marinas (Brito y León, 1999) y vivero natural para cierta cantidad de alevines de importancia comercial (Zoppi, 1999). Cuenta con diversos ambientes que van desde playas arenosas y/o arena fangosas, hasta enclaves de formación coralina, lo cual facilita la existencia de una alta diversidad de comunidades (Caraballo, 1968; Méndez *et al.*, 1999).

Representa un cuerpo de agua importante por estar ubicado dentro del área de surgencia costera del nororiente venezolano, que está estrechamente relacionada con el régimen de los vientos alisios, distinguiéndose tres períodos durante el año, de acuerdo a la magnitud de estos. En primer lugar, un período comprendido entre diciembre y abril con una alta intensidad, acompañado de valores bajos de temperatura y oxígeno, así como alta concentración de nutrientes (surgencia); el segundo, entre mayo y julio, con intensidad moderada, predominando el agua subtropical (transición); y el tercero, entre agosto y noviembre, correspondiendo a la época de menor intensidad de los vientos, con temperatura y oxígeno altos y concentración baja de nutrientes, denominado calma (Alvera *et al.*, 2009; Scranton *et al.*, 2014).

La mayor parte de los fondos de este cuerpo de agua está por debajo de los 20 m de profundidad, y geomorfológicamente puede ser dividida en tres segmentos. Uno externo que va desde la boca de la bahía hasta la región más angosta, el segundo desde esta zona hasta el conjunto de islas situadas en el centro de la misma, y el más interno

desde el grupo de islas hasta el borde del litoral costero en el sur. Las secciones transversales señalan la existencia de un canal de fondo, con cierta tendencia en “V”, correspondiendo probablemente la parte extrema a la desembocadura del canal hacia el mar (Caraballo, 1968).

Como estaciones de muestreo se escogieron 5 arrecifes someros en la bahía, de acuerdo a un gradiente de exposición al viento y oleaje, desde la estación 1 (Playa Los Reyes), en la zona más interna de la bahía y más protegida del viento y oleaje, hasta la estación 5 (Garrapata), la más externa y expuesta (Figura 1).

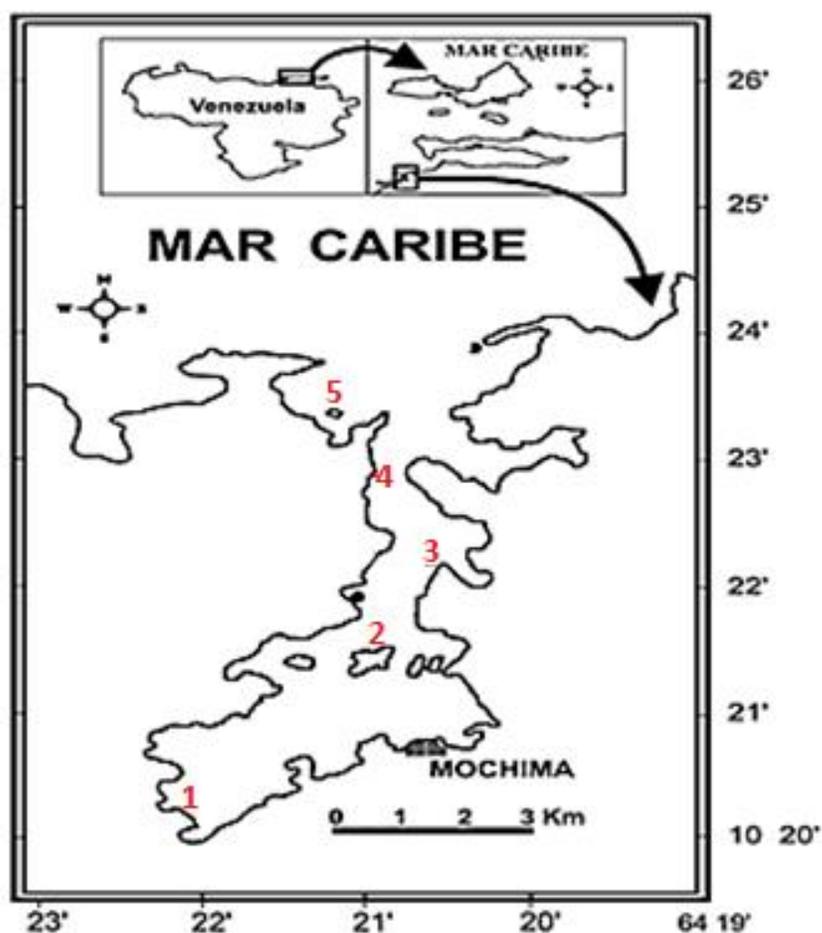


Figura 1. Localización geográfica de las estaciones de muestreo en la bahía de Mochima, estado Sucre. 1: Los Reyes; 2: Isla Larga; 3: Toporo; 4: San Agustín; 5: Garrapata.

1.1.- Descripción de los arrecifes

1.1.1.- Los Reyes

Ubicado en la zona suroeste de la bahía, aledaño a una playa arenosa bordeada por manglares, es un arrecife rocoso coralino donde dominan los corales de fuego del género *Millepora*. La profundidad media del arrecife fue de 1,5 m. El borde externo está delimitado por un ecotono estrecho, que colinda con una pradera de *Thalassia testudinum* y el borde interno por rocas y mangles.

1.1.2.- Isla Larga

Representa la estación más cercana al poblado de Mochima, al sur de la bahía. Se encuentra casi completamente rodeada por manglares de la especie *Rhizophora mangle*. El arrecife de estudio se localizó en el norte de la isla, con una estructura base rocoso coralina, dominada por *Millepora*. La profundidad promedio fue de 2 m. La zona externa colinda con una pradera de *Thalassia testudinum* y la interna por una franja densa de mangle.

1.1.3.- Toporo

Se encuentra ubicada en la porción media de la bahía. El arrecife evaluado es principalmente coralino, con rocas aisladas, dominado por *Millepora*. Alrededor del arrecife hay parches de *T. testudinum* y en el borde interno un litoral fundamentalmente rocoso con mangle. La profundidad media fue de 1,8 m.

1.1.4.- San Agustín

Está localizada más hacia el sector norte de la bahía, marcando el inicio de las aguas expuestas al efecto del viento y del oleaje. El arrecife base es rocoso, con formaciones coralinas dominadas por *Millepora*. La profundidad media del transecto estudiado es de 1,5 m. El borde externo limita con un sustrato blando areno-fangoso y el

interno es un litoral rocoso.

1.1.5.- Garrapata

Representa un morro o islote, en el sector más al norte de la bahía, por lo que se encuentra expuesto al viento y al oleaje, así como al acarreo de larvas desde aguas mar afuera. Las formaciones coralinas en esta estación son más complejas. El arrecife de estudio se encuentra dominado por *Montastrea annularis* aunque también hay formaciones importantes de *Millepora* y corales cerebroides dispersos (*Colpophyllia* spp.). El margen externo limita con un fondo blando areno-fangoso y el interno con un litoral rocoso.

2.- De campo

Se realizaron censos visuales con una réplica a lo largo de transectos paralelos a la línea de costa de 20 x 2 metros en cada estación. La toma de datos se efectuó mediante buceo con snorkel entre las 7 y las 11 am, con una duración aproximada de 30 min c/u. Durante cada muestreo, se contabilizó e identificó la totalidad de erizos observados *in situ* (Borrero *et al.*, 2012; Gómez y Hernández, 2015). Los individuos fueron fotografiados con ayuda de una cámara digital con carcasa submarina marca SONY, modelo DSCWX350.

Paralelamente, se tomó registro de los parámetros de temperatura y salinidad del agua, empleando un medidor multiparamétrico portátil YSI. La transparencia fue determinada horizontalmente (por el carácter somero de la zona de estudio); para ello se empleó un disco de Secchi, el cual se encontraba sujetado por una persona bajo del agua y se procedió a nadar en línea recta alejándose del disco hasta que dejó de ser observado bajo el agua; esta distancia se consideró como la transparencia horizontal. La fuerza del viento y condición del mar fueron determinados utilizando la escala de Beaufort.

La complejidad estructural (topográfica) se determinó por medio del método de rugosidad, utilizando una cadena que se fue colocando a lo largo del transecto siguiendo el contorno del fondo, para luego contrastar su longitud con la distancia lineal del transecto (WWF, 2006), la fórmula empleada para tal fin fue la siguiente:

$$CT: 1*(D/L)$$

dónde:

CT: índice de la complejidad topográfica.

D: distancia linear medida sobre la cadena.

L: longitud total de la cadena.

3.- Índices ecológicos y comunitarios

Debido a que el área de muestreo es de igual magnitud en todas las estaciones (20 x 2 m) la abundancia fue expresada como número de individuos. La riqueza corresponde al número de especies.

La diversidad (H') se calculó de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener (1948):

$$H'_{(S)} = - \sum_{i=1}^S p_i (\log_2) S$$

dónde:

S: Número de especies.

H' : Índice de diversidad expresado en unidades binarias de información o bits.

P_i : Número de individuos de cada especie, en relación al número total de individuos.

La equidad se determinó empleando la ecuación descrita por Lloyd y Ghelardi (Margalef, 1980):

$$J' = H'_{(S)} / H'_{\max}$$

dónde:

$H'_{(S)}$: Diversidad de Shannon-Wiener (1948).

H'_{\max} : Diversidad máxima, calculada como $\log_2 S$; siendo S el número total de especies.

Tanto la diversidad de Shannon-Wiener como la equidad, se calcularon mediante el programa Multi Variate Statistical Package (MVSP), versión 3.13n (Kovach, 2018).

4.- Análisis estadísticos

Para determinar posibles diferencias entre las estaciones de muestreo respecto a las variables comunitarias (abundancia, riqueza, diversidad y equidad), se realizaron

análisis de varianza con base en permutaciones (PERMANOVA). Para ello, se siguió un diseño de un factor: estación de muestreo, que estuvo íntimamente relacionado a la exposición al viento y al oleaje por su localización en la bahía (variable independiente).

De acuerdo con las recomendaciones de Anderson *et al.* (2008), en el caso de la abundancia total de las especies, como parte del pre tratamiento de los datos, se procedió a transformar los mismos a la función raíz cuadrada para que las especies menos abundantes y frecuentes tuviesen peso en el análisis. Posteriormente, se construyó una matriz de similitud de Bray y Curtis (1957). Con las variables riqueza, diversidad de Shanon y equidad, se construyó directamente una matriz de distancia euclidiana, sin pre tratamiento. El número total de permutaciones fue de 9999.

Con el propósito de evaluar posibles relaciones entre variables biológicas (diversidad de Shannon, equidad, riqueza y abundancia) y ambientales (temperatura superficial, salinidad, transparencia, estado del mar, complejidad del sustrato y cobertura de coral vivo), se realizaron correlaciones de Spearman. Además, con el fin de establecer similitudes entre las estaciones muestreadas, con respecto a los factores estudiados, se llevó a cabo un análisis de componentes principales (ACP). Todos estos análisis se efectuaron con ayuda del programa estadístico SPSS 12.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se contabilizaron un total de 25 090 individuos pertenecientes a 4 familias y 5 especies. De estas, solo *Lytechinus variegatus* y *Echinometra viridis* se encontraron en las 5 estaciones de muestreo. *Eucidaris tribuloides* se pudo observar en Garrapata, San Agustín e Isla Larga. *Echinometra lucunter* en Garrapata, San Agustín y Toporo. Mientras que *Diadema antillarum* solo se pudo observar en Garrapata y San Agustín, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Especies de equinoideos encontrados en las estaciones de muestro de la bahía de Mochima.

Familia	Especie	Estación				
		Los Reyes	Isla Larga	Toporo	San Agustín	Garrapata
Toxopneustidae	<i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)	X	X	X	X	X
Diadematidae	<i>Diadema antillarum</i> (Philippi, 1863)				X	X
Cidaridae	<i>Eucidaris tribuloides</i> (Lamarck, 1816)		X		X	X
Echinometridae	<i>Echinometra lucunter</i> (Linnaeus, 1758)			X	X	X
	<i>Echinometra viridis</i> (Agassiz, 1863)	X	X	X	X	X

Las especies de equinoideos identificadas en el presente estudio, corresponden con reportes anteriores para la zona, otras localidades del estado Sucre y la región nororiental de Venezuela, donde se han señalado hasta 12 especies de equinoideos, con 7 especies de erizos regulares (Amaro, 2009). De igual forma, coincide con las especies reportadas por Rivas (2019), quien evaluó la variación interdiaria de este tipo de comunidades en Turpialito (golfo de Cariaco). Sin embargo, se puede observar que las especies de equinoideos pueden distribuirse de manera heterogénea dentro de la bahía de Mochima, posiblemente debido a las características de cada estación y las preferencias de cada erizo de mar.

De manera gráfica, la Figura 2 muestra la distribución de las especies de equinoideos encontradas en los arrecifes de la bahía de Mochima. Se observa que tanto en San Agustín como La Garrapata (arrecifes externos de la bahía) se encontraron las cinco especies halladas en la bahía, y esta riqueza va disminuyendo a medida que los arrecifes se localizan hacia la zona más interna, siendo Los Reyes, la estación más interna y protegida, la que presentó el menor número de especies de erizos (apenas 2 especies).

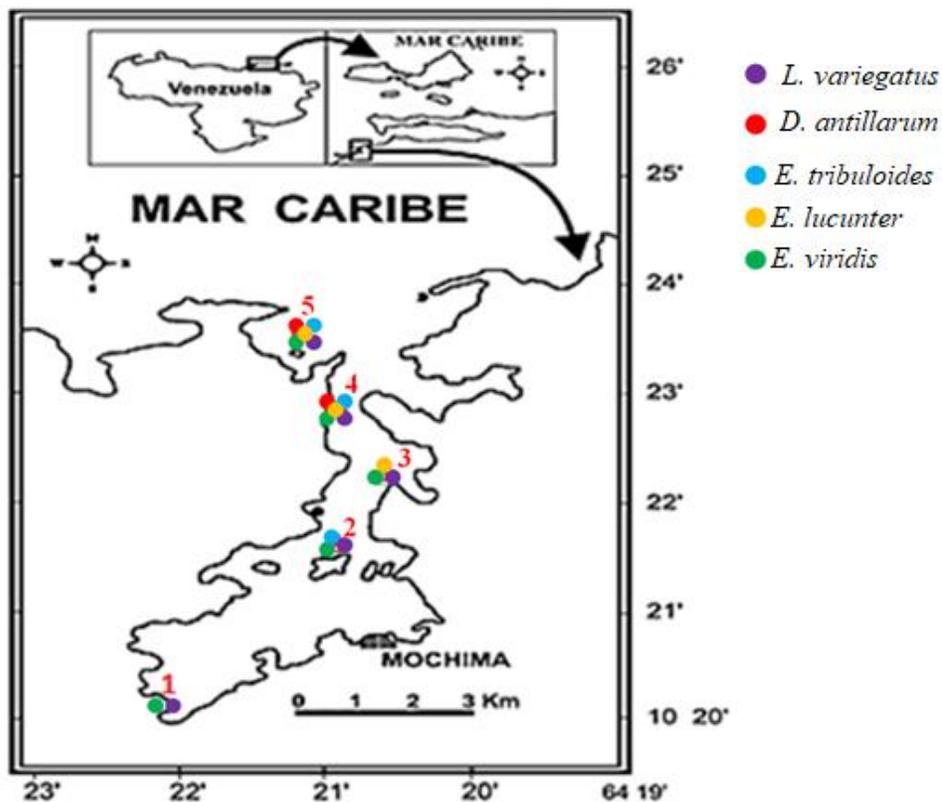


Figura 2. Distribución de las especies de equinoideos encontradas en los arrecifes de la bahía de Mochima.

Se hace necesario mencionar que las especies *L. variegatus* y *E. viridis* se encontraron en todos los arrecifes evaluados, sugiriendo que estas tienen una amplia tolerancia a la variabilidad de sustratos, condiciones ambientales e interacciones bióticas, que existen en las diferentes zonas de la bahía. Sería interesante comprobar en

estudios posteriores, si se distribuyen igualmente de manera amplia a lo largo de todo el Parque Nacional Mochima. Con respecto a esto, *L. variegatus* ha demostrado una amplia distribución en el atlántico y el mar Caribe, en diferentes ambientes, desde praderas de fanerógamas y fondos arenosos, hasta arrecifes rocoso coralinos; asimismo, *E. viridis* ha sido señalada por algunos autores como una especie dominante en parches coralinos dentro del golfo de Cariaco, otra zona en el nororiente de Venezuela (Monroy y Solano, 2005; Gómez y Hernández, 2015).

1.- Parámetros ambientales

En la Figura 3 se muestra la complejidad topográfica del sustrato que compone los distintos arrecifes estudiados. Se puede observar que, según el índice de complejidad, las estaciones de Toporo y San Agustín, ambas con moderada exposición al viento y el oleaje, poseen una mayor complejidad topográfica (0,77). Seguido de Garrapata (zona con mayor exposición al embate del viento y oleaje) y Los Reyes (estación más interna de la bahía), con 0,71. Mientras que la estación de Isla Larga contó con la menor complejidad.

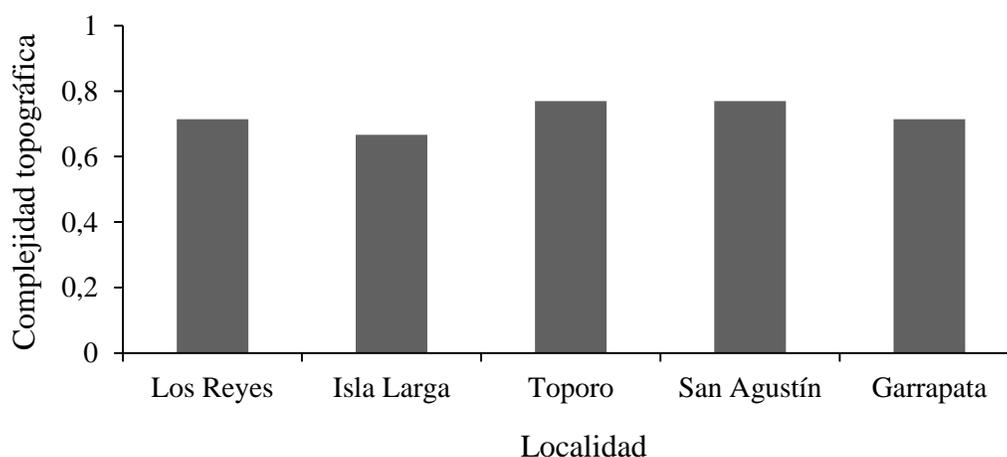


Figura 3. Complejidad topográfica de los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.

La complejidad estructural de los arrecifes estudiados no difiere

significativamente, con respecto al índice de complejidad topográfica. Este tipo de indicadores pueden ser utilizados como descriptores de la riqueza de los ecosistemas arrecifales, logrando influir considerablemente en la composición y estructura de diferentes taxa en estos ambientes, como ocurre con los peces (Gratwicke y Speight, 2005; Galván, 2015); y resultan importantes en las comunidades de equinoideos, que pueden depender del relieve del bentos para su desplazamiento y la creación de sus madrigueras (Venerus *et al.*, 2014). En el caso de los arrecifes de Mochima evaluados, este factor pareciera no tener un impacto importante.

Por otro lado, la Figura 4 muestra la variación de la salinidad durante cada periodo de muestreo y en cada estación; observándose que el mayor valor de esta variable se obtuvo en la estación La Garrapata (32,18 UPS), seguida de Isla Larga, con un promedio de 32,05 UPS, siendo San Agustín la estación con menor salinidad (31,55 UPS).

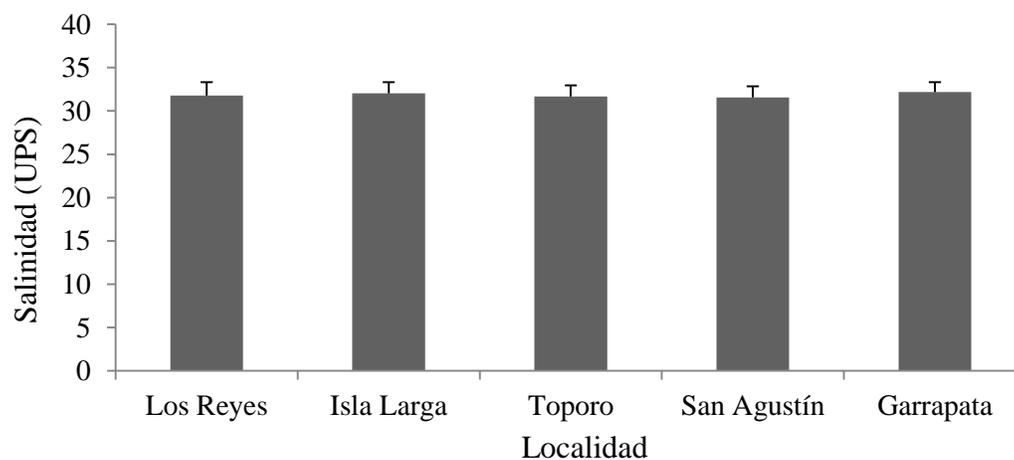


Figura 4. Variación de la salinidad del agua en arrecifes someros de la bahía de Mochima, estado Sucre.

De forma similar, la Figura 5 muestra la variación de la temperatura superficial del mar en cada arrecife de estudio. La estación con mayor temperatura fue el arrecife de Isla Larga, con un promedio de 28,48°C. En contraste, la estación de toporo presentó la menor temperatura durante el estudio (24,67°C).

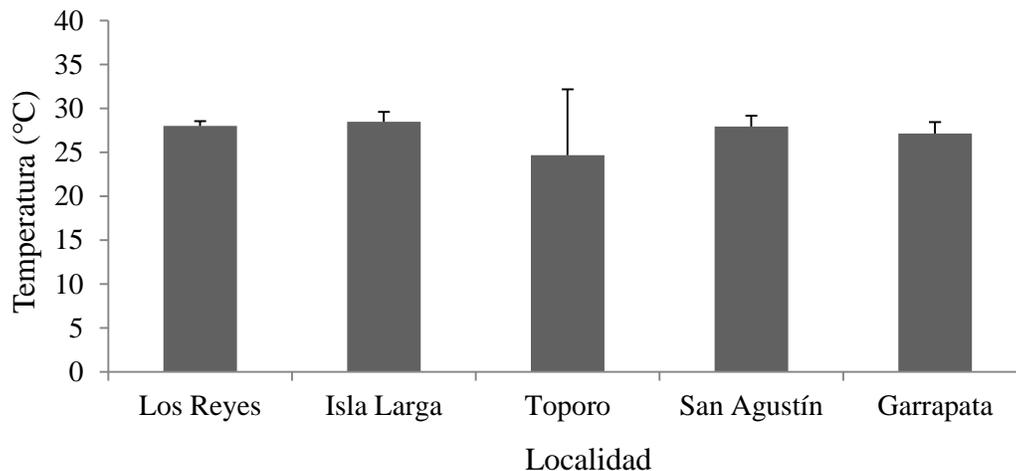


Figura 5. Variación de la temperatura superficial del mar en los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Rivas (2019), en un arrecife rocoso coralino en Turpialito, en el golfo de Cariaco, quien reportó salinidades de hasta 32,67 UPS y temperaturas de 27,65°C. No obstante, difieren de los reportados por Díaz y Liñero (2007), quienes develaron un rango de salinidad del agua de 35,6 y 38,9 UPS, y temperaturas que variaron entre 24,7 y 30,2°C. De forma similar, Mengual *et al.* (2011) obtuvieron valores de salinidad entre los 36 y 39 UPS, durante un año de muestreo en la bahía de Mochima; estos autores demostraron un intervalo de temperatura del agua entre los 21 y 31°C. Sin embargo, estas diferencias pueden ser atribuidas a los periodos de muestreo de estas variables, que al ser distintos, pudieron afectar la apreciación continua de estos parámetros conservativos. A tal respecto, algunos autores sostienen que el intervalo de concentración de la fisicoquímica conservativa (salinidad y temperatura) de las costas puede llegar a ser muy variable, dependiendo en gran medida del comportamiento anual del clima, eventos hidrometeorológicos, geomorfología y actualmente de manera relevante la actividad antropológica (Fichez *et al.*, 2019).

Por otro lado, el estado del mar se demuestra en la Figura 6. Los valores de la escala de Beaufort oscilaron entre 0 y 3. Los menores valores se presentaron en la estación Los Reyes (0,67) y se registró un mayor movimiento del mar en el arrecife de

San Agustín, llegando a 1,83 (en promedio) para esta escala.

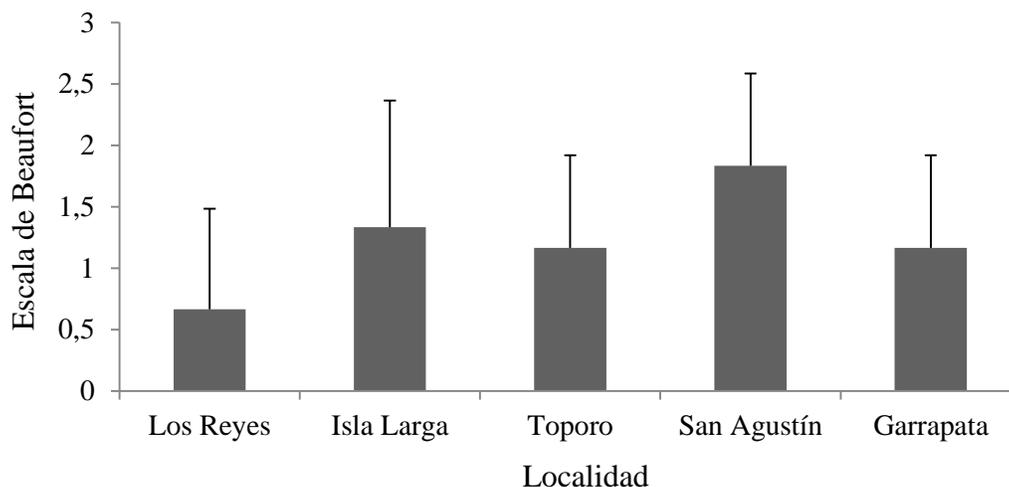


Figura 6. Estado del mar, según la escala de Beaufort, de los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.

La menor transparencia del agua se registró, en las estaciones Los Reyes e Isla Larga (10,75 y 11 m, respectivamente). En los arrecifes de San Agustín y Garrapata se encontraron los mayores niveles de transparencia del agua, con valores de 13,5 y 11,92 m, respectivamente (Figura 7).

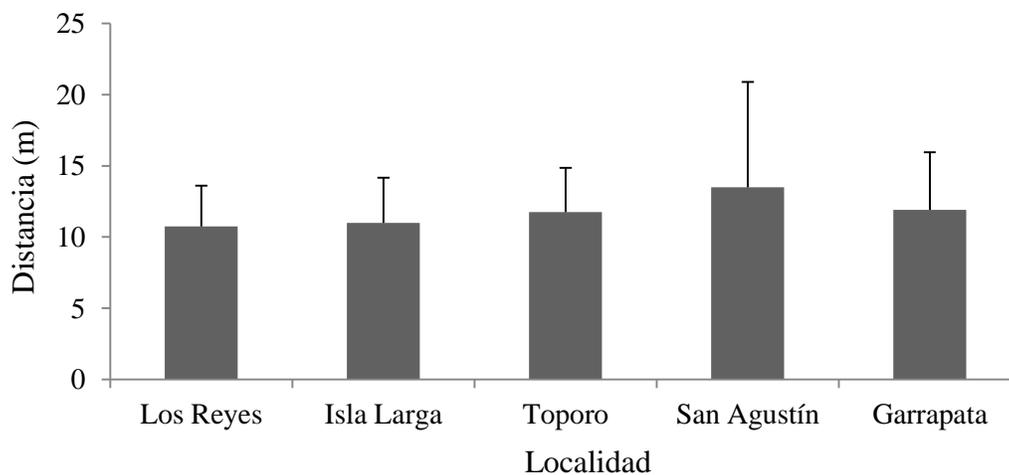


Figura 7. Variación de la transparencia del agua en los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.

Estos resultados sugieren que no se presentaron diferencias considerables en el estado del mar, principalmente atribuido a los periodos de muestreo. Estos valores coinciden con los reportados por Rivas (2019) durante los periodos ambientales de transición y calma en el arrecife de Turpialito. Asimismo, la transparencia horizontal del agua registrada en el presente estudio se asemeja a la obtenida por Fariña y Méndez (2009), quien reportó valores que fluctuaron entre los 6 y 17 m en dos arrecifes (de octocorales y rocoso coralino) en el Bajo Las Caracas, dentro del Parque Nacional Mochima.

Es importante mencionar que las variaciones en los parámetros fisicoquímicos del agua se encuentran directamente influenciadas por factores como el clima, geología, la estacionalidad de los eventos de surgencia costera, transición y calma de las aguas, así como de la intensidad de estos. Por lo que deben tomarse en cuenta en la interpretación de la incidencia de estas variables, tanto en los estratos tróficos, como en la distribución de las especies en los distintos ecosistemas marino costeros de la región nororiental del país (Lodeiros y Himmelman, 1994; Castellanos *et al.*, 2002). Sin embargo, las diferencias encontradas pueden obedecer a las condiciones de las distintas localidades dentro de la bahía, ya que esta representa un sistema semicerrado, con poca entrada e intercambio de agua, en comparación con otras zonas del nororiente de Venezuela, donde los efectos de la surgencia son mayores; lo que puede influir en variaciones específicas de los distintos ecosistemas de la bahía (Márquez *et al.*, 2011).

2.- Índices comunitarios

En la Figura 8 se muestra la abundancia general de equinoideos para cada arrecife estudiado. Puede observarse que el arrecife que se encuentra la zona más interna de la bahía (Los Reyes) presentó un mayor número de erizos de mar contabilizados, con un promedio de 921,08 individuos. Seguidamente, la estación de Isla Larga con 732,42 individuos. El arrecife de San Agustín registró el menor número de estos organismos, con un promedio de 89,92 individuos. El análisis PERMANOVA demostró que existen diferencias significativas ($F= 35,41$; $P= 0,0001$) entre estaciones respecto a la abundancia. Las comparaciones pareadas arrojaron que solo se formaron grupos

homogéneos entre las estaciones de San Agustín y Garrapata ($P= 0,0773$), y Los Reyes e Isla Larga ($P= 0,1934$), siendo Toporo una zona particularmente distinta del resto.

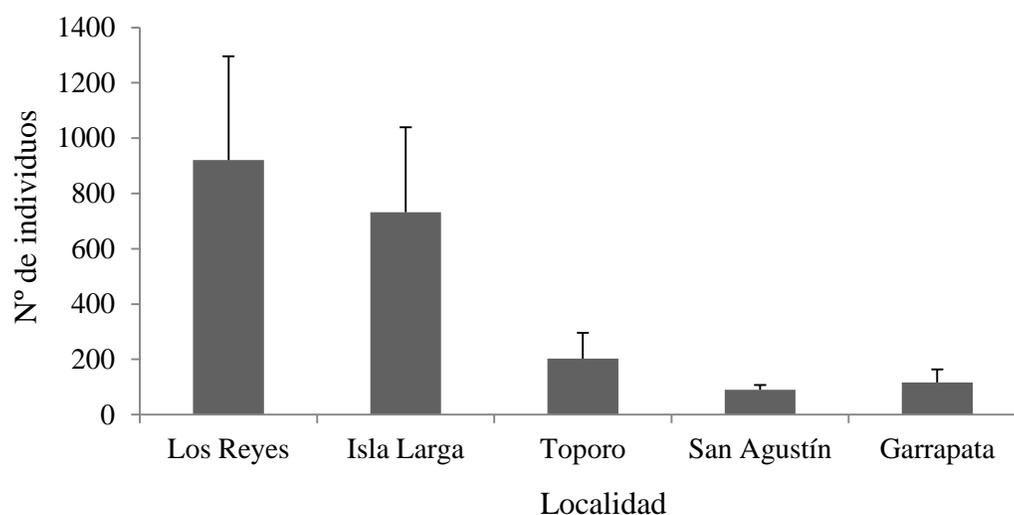


Figura 8. Variación espacial de la abundancia total de equinoideos en los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.

Los arrecifes ubicados en las zonas externas e intermedias de la bahía presentaron una menor abundancia de equinoideos, lo que puede estar relacionado con una mayor exposición al viento y la acción del oleaje sobre los arrecifes. Diferentes autores han señalado los efectos negativos que pueden tener el embate del viento y el fuerte oleaje con esta variable, afectando directamente el desplazamiento, agregaciones y densidad de los erizos de mar a través de los arrecifes (Lauzon y Scheibling, 2007). Sin embargo, resulta interesante cuando se compara con lo hallado por Gómez y Hernández (2015) y Rivas (2019) en arrecifes rocosos del golfo de Cariaco, autores que registraron una mayor abundancia de este tipo de organismos durante la época de surgencia costera (periodo con mayor intensidad del viento y fuerte oleaje) y transición, asociando esto a la productividad de las aguas y la disponibilidad de alimento. Lamentablemente, los trabajos mencionados no compararon zonas expuestas al viento con zonas protegidas, y de esta manera, se abre la posibilidad a nuevos proyectos que tomen en cuenta esta variable para el Golfo de Cariaco, en la evaluación de las

poblaciones de equinoideos.

Por otro lado, los elevados valores de abundancia registrados en las zonas internas de la bahía pueden obedecer no sólo a la protección del viento y el fuerte oleaje, sino también a las características de cada arrecife. En el caso de las zonas de oleaje fuerte y moderado (San Agustín y Garrapata), predomina un ambiente rocoso coralino de aguas claras, con estructuras desarrolladas de diversas especies de corales, siendo las más comunes corales de estructura cerebroide. En contraste, las zonas con mayor cantidad de equinoideos totales corresponden a aguas de baja remoción, bordeadas por mangles que aportan materia orgánica (lo que puede favorecer el crecimiento de algas), y predominan las estructuras coralinas de *Millepora* spp. (coral de fuego); por lo que estos resultados pueden ser un reflejo de aguas moderadamente tranquilas, así como de la disponibilidad de alimento y nichos ecológicos específicos para las especies más abundantes (Toro *et al.*, 2004; Murillo y Jiménez, 2012).

La Figura 9 representa la abundancia relativa de cada especie de equinoideo encontrada en los distintos arrecifes estudiados. En ella se observa que *E. viridis* presentó mayor abundancia relativa (entre 3,19 y 99,73%) en la mayoría de las estaciones. Seguida por *D. antillarum* (58,49%) y *E. lucunter* (31,02%) en San Agustín. Los erizos de mar *L. variegatus* y *E. tribuloides* registraron la menor abundancia relativa durante todo el estudio (3,74 y 3,56%, respectivamente).

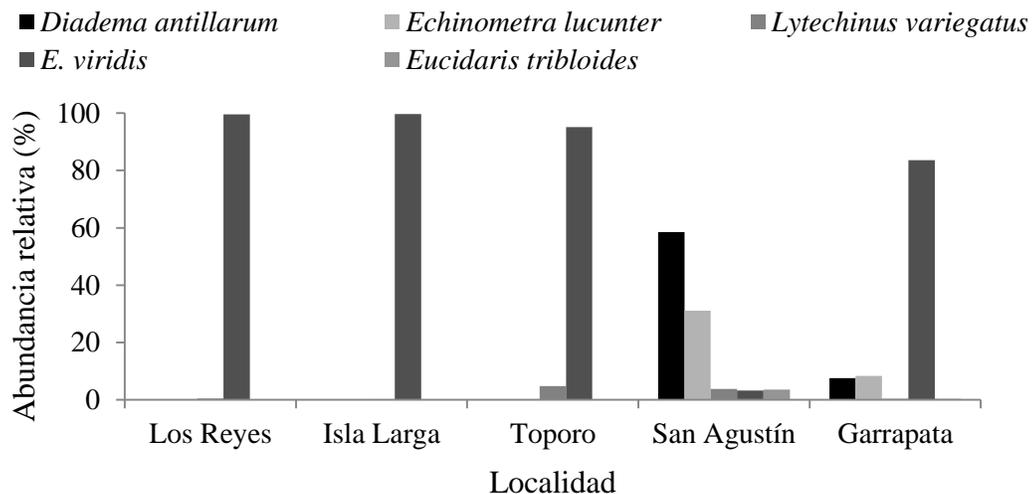


Figura 9. Abundancia relativa de las especies de equinoideos en los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.

Echinometra viridis fue la especie mejor representada en todo el estudio, correspondiendo con resultados anteriores dentro del golfo de Cariaco. Además, esta especie es una de las más abundantes en todo el mar Caribe. Con relación a esto, se ha demostrado que *E. viridis* puede alcanzar grandes densidades en los arrecifes de Jamaica, Belice y el golfo de México (0,91; 2,6 y 2,98 ind/m², respectivamente), atribuidas al comportamiento de esta especie. Este erizo habita ambientes someros, que en ausencia de depredadores, suelen abandonar su etología nocturna y encontrarse expuestos en los arrecifes durante el día. Además, posee una elevada tasa de reclutamiento y puede llegar a expulsar parcial o completamente a otras especies de equinoideos (Haley y Solandt, 2001; González, 2009).

Lo anterior puede justificar la baja abundancia relativa de otras especies de equinoideos en todos los arrecifes evaluados. Esto es debido a que la competencia ejercida por *E. viridis* puede llegar a incidir directamente sobre la estructura comunitaria de los invertebrados bentónicos de los arrecifes coralinos (Begon *et al.*, 2006). Por otro lado, eventos de mortalidad masiva han diezmando las poblaciones de algunas especies en el Caribe, como *D. antillarum*, cuyos nichos ecológicos generalmente son aprovechados por *E. viridis* (González, *op cit.*). En este sentido, Noriega *et al.* (2006) evaluaron la abundancia de *D. antillarum* en las costas venezolanas, encontrando que la abundancia y densidad de la especie se encuentra por debajo de los niveles anteriores a la mortandad, atribuyéndolo a fluctuaciones naturales de las poblaciones o baja tasa de recuperación. Estos autores sostienen que el comportamiento de las poblaciones de *Diadema* es muy variable en las diferentes localidades estudiadas, justificado en diferencias topográficas, hidrodinámicas e incluso en una baja incidencia de larvas. El bajo número de individuos en *L. variegatus* y *E. tribuloides* corresponde con lo encontrado por Rivas (2019) para el golfo de Cariaco, quien las reportó como las especies con menor dominancia en Turpalito, costa sur del golfo.

La elevada abundancia relativa de *E. viridis* en las dos primeras estaciones,

puede también explicarse tomando en cuenta la influencia que tienen algunas descargas de agua continental y residuales en la eutrofización y proliferación de algas en ambas zonas. Al estar ubicadas al sur de la bahía, se ven directamente afectadas por descargas de agua proveniente de la laguna de oxidación del pueblo de Mochima, cuyo desagüe ocurre de manera inmediata en la bahía desde hace algunos años (Rivera, 2018). Asimismo, no se debe descartar los afluentes de agua dulce que derivan de pequeñas quebradas (Pestana, 2005). Los nutrientes que provienen de estos sistemas de aguas servidas y continentales ocasionan una eutrofización del medio marino, que deriva en un incremento excesivo de biomasa fitoplanctónica (Salazar *et al.*, 2011), algar y vegetales acuáticos, como describen Valerio *et al.* (2013) para la laguna El Morro, en la Isla de Margarita.

La Figura 10 muestra el comportamiento promedio de la riqueza de especies de equinoideos en los arrecifes de la bahía de Mochima. Se puede apreciar que las estaciones Garrapata y San Agustín presentaron el mayor número medio de especies (5), seguidas por Toporo e Isla larga (3). El arrecife de Los Reyes presentó un menor número de especies de erizos de mar (2).

Según el análisis de PERMANOVA, existen diferencias estadísticamente significativas entre los arrecifes estudiados, con respecto a la riqueza de especies de equinoideos ($F= 43,66$; $P= 0,0001$). No obstante, El PERMANOVA con comparaciones pareadas arrojó la existencia de grupos homogéneos entre las tres estaciones más internas. No hubo diferencias respecto al número de especies entre Toporo e Isla Larga ($P= 0,7716$), entre Toporo y Los Reyes ($P= 0,0514$), ni entre Isla Larga y Los Reyes ($P=0,2607$), lo cual demuestra que la tendencia general de los datos no es distinta, y que por lo tanto estas estaciones son iguales respecto al número de especies de erizos de mar que en habitan en sus arrecifes.

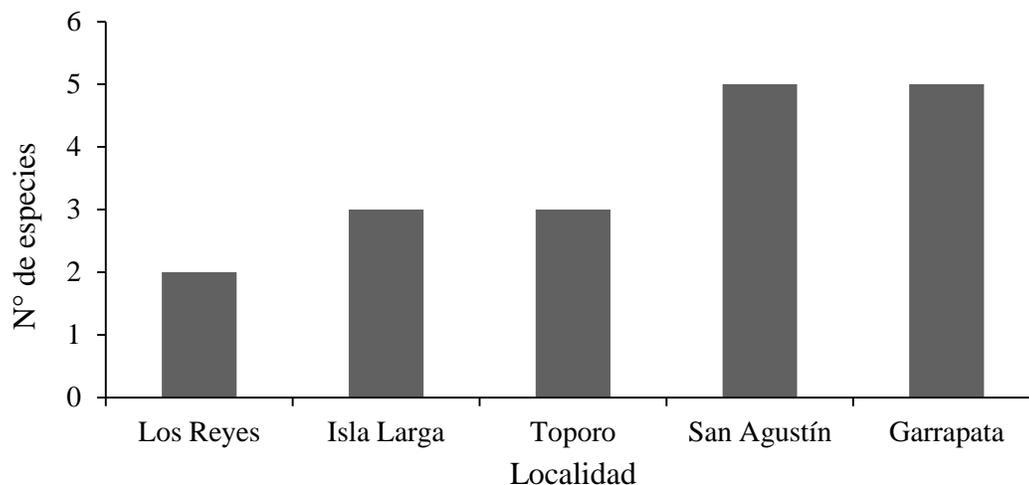


Figura 10. Riqueza promedio de especies de equinoideos de los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.

El número de especies de equinoideos fue similar a la riqueza reportada en otros estudios realizados en la región nororiental del país (Rivas, 2019). Resultados similares fueron hallados en el Caribe de Costa Rica, con hasta 5 especies de equinoideos en lagunas arrecifales del Parque Nacional Cahuita (Bolaños *et al.*, 2005). Contrastando de los resultados obtenidos por Gaitán (2008), quien reportó hasta 7 especies de erizos de mar en la bahía de Taganga, en el Parque Nacional Natural Tayrona del Caribe colombiano, lo que representó hasta el 39% de todos los equinodermos caracterizados durante este estudio.

La Figura 11 representa la variación de la diversidad promedio a través de los distintos arrecifes dentro de la bahía. Se puede evidenciar que la estación de San Agustín presentó una mayor diversidad de equinoideos, con un promedio de 0,39 bits/ind., Garrapata presentó 0,24 bit/ind. y Toporo una media de 0,07 bits/ind. La menor abundancia se registró en las estaciones de Isla Larga y Los Reyes (0,01 bits/ind.). El análisis de PERMANOVA demostró que existen diferencias significativas entre las estaciones de muestreo, en relación a la diversidad de equinoideos presentes ($F= 62,773$; $P= 0,0001$). Como resultado de las comparaciones pareadas, se formó un único grupo homogéneo entre los arrecifes de Isla Larga y Los Reyes ($P= 0,4154$).

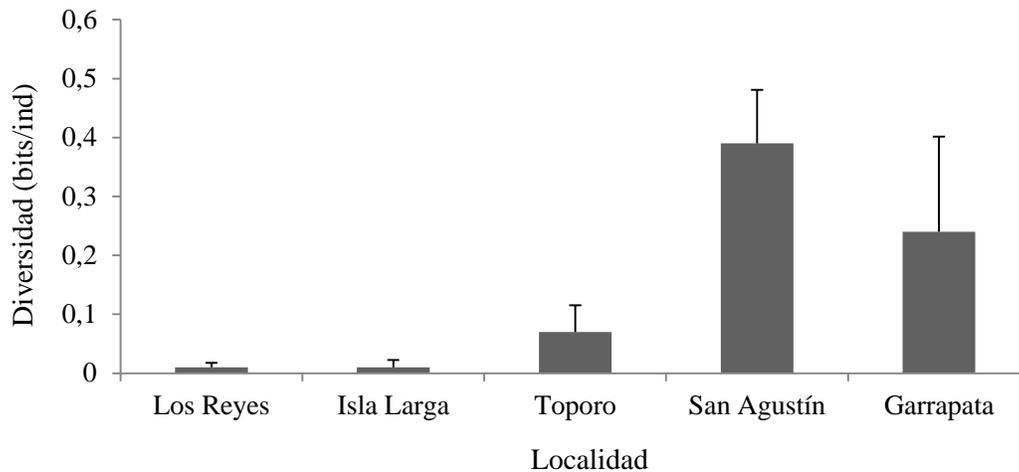


Figura 11. Variación espacial de la diversidad de equinoideos en los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.

El patrón que mostró la diversidad puede ser ocasionado por las características estructurales de cada estación. Los arrecifes con mayor exposición pueden tener una mejor remoción y transparencia del agua, factores determinantes en el establecimiento y desarrollo de distintos grupos de corales, que le confieren al arrecife mayor complejidad y una gran cantidad de nichos ecológicos (Alvarado *et al.*, 2012). Se han señalado a estos factores como los principales agentes que condicionan la diversidad de equinoideos en este tipo de hábitats y puede llegar a causar diferencias significativas con respecto al ensamblaje de sus comunidades (Gómez y Hernández, 2015).

La Figura 12 evidencia el comportamiento de la equidad promedio para las especies de erizos de mar en los arrecifes estudiados. La estación que presentó una mayor equidad corresponde al arrecife de San Agustín, con 0,62; seguido de Garrapata, con 0,46 y Toporo (0,21); siendo Isla Larga y Los Reyes, las estaciones con menor equidad de especies (0,03). Como resultado del PERMANOVA, existen diferencias estadísticamente significativas entre los arrecifes estudiados, con respecto a esta variable ($F= 48,11$; $P= 0,0001$). Las comparaciones pareadas evidenciaron la formación de un grupo homogéneo, formado Isla Larga y Los Reyes ($P= 0,7931$).

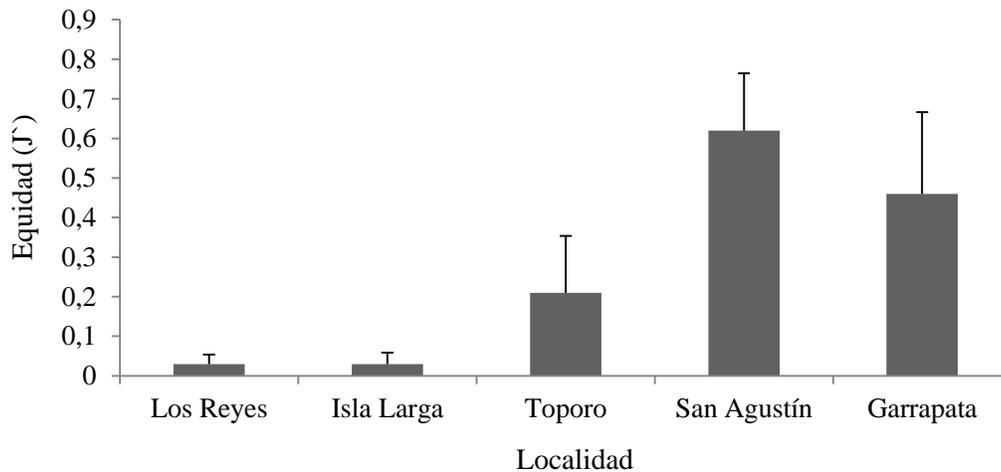


Figura 12. Variación espacial de la equidad de las especies de equinoideos en los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.

Tanto la diversidad como la equidad presentaron un comportamiento similar, siguiendo un patrón análogo al gradiente de exposición al viento y el oleaje que poseen los arrecifes muestreados. A medida que aumenta la exposición, se puede observar un incremento de estas variables. Es importante resaltar que existen pocas investigaciones que describan el comportamiento de estos índices ecológicos en comunidades de equinoideos dentro de Venezuela. En este sentido, el aumento de la diversidad se asimila a lo encontrado por Rivas (2019), quien demostró que la diversidad de equinoideos aumentó durante la época de surgencia costera, alcanzando valores de 1,14 bits/ind. en la costa sur de golfo de Cariaco.

Por otro lado, los valores de equidad registrados son similares a los encontrados por González (2009), con hasta 0,406 en equinoideos de las costas de Veracruz, México. La baja equidad que se presentó en las estaciones más protegidas de la bahía puede estar relacionada con el elevado número de individuos de *E. viridis* y una baja riqueza de especies totales de erizos de mar. Esto sugiere que los arrecifes de la zona interna de la bahía, los erizos de mar tienden a presentar mayor abundancia y no ser muy diversos, lo que coincide con los resultados de Morales *et al.* (2017), quienes indican que el elevado número de ejemplares del género *Echinometra* puede alterar y disminuir el comportamiento la equidad en el atlántico mexicano.

3.- Relación entre las variables ambientales y los índices comunitarios

La Tabla 2 muestra el resultado de la correlación de Spearman, para las variables medioambientales, las especies de equinoideos encontradas y los índices comunitarios. Se observa que la abundancia total se relacionó de manera negativa y significativa ($P \leq 0,05$) con los demás índices ecológicos (Apéndice 1). Asimismo, su relación fue negativa con la mayoría de las especies reportadas, a excepción de *E. viridis* y *L. variegatus* ($F = 0,9619$, $P = 0$ y $F = 0,2602$, $P = 0,0457$; respectivamente). La diversidad se relacionó positivamente con la equidad, riqueza, y con las abundancias de los erizos *D. antillarum*, *E. lucunter* y *E. tribuloides*; mientras que su relación demostró ser negativa con la especie *E. viridis* ($F = -0,8243$, $P = 0$).

Por su parte, la equidad se relacionó de forma positiva con la riqueza, y con las abundancias de las especies *D. antillarum*, *E. tribuloides*, *E. lucunter* y *E. viridis* ($P \leq 0,05$). La riqueza se relacionó positivamente con los erizos *D. antillarum* ($F = 0,8548$; $P = 0$), *E. tribuloides* ($F = 0,8578$; $P = 0$) y *E. lucunter* ($F = 0,7589$; $P = 0$); su relación demostró ser negativa con *E. viridis* ($F = -0,8059$; $P = 0$). De manera similar, el estado del mar, según la escala de Beaufort se relacionó directamente con la diversidad ($F = 0,2864$; $P = 0,0278$) y la equidad ($F = 0,3043$; $P = 0,0194$). Así como con *D. antillarum* ($F = 0,3419$; $P = 0,0086$), *E. lucunter* ($F = 0,32$; $P = 0,014$) y *E. tribuloides* ($F = 0,3054$; $P = 0,019$); su relación demostró ser inversa con la salinidad ($F = -0,3208$; $P = 0,0137$). Esta última variable presentó una relación negativa con la transparencia del agua ($F = -0,4304$; $P = 0,0009$). La temperatura del agua mostró una relación directa con la transparencia ($F = 0,2625$; $P = 0,0437$) y con la abundancia del erizo *L. variegatus* ($F = 0,3558$; $P = 0,0063$).

Tabla 2. Relación entre los parámetros comunitarios, ambientales y las especies de equinoideos encontradas en los arrecifes de la bahía de Mochima.

Relación	F	P
Abundancia total y diversidad	-0,7999	0
Abundancia total y equidad	-0,7767	0
Abundancia total y riqueza	-0,7701	0

Abundancia total y <i>Diadema antillarum</i>	-0,7762	0
Abundancia total y <i>Echinometra lucunter</i>	-0,7671	0
Abundancia total y <i>Eucidaris tribuloides</i>	-0,5721	0
Abundancia total y <i>Echinometra viridis</i>	0,9619	0
Abundancia total y <i>Lytechinus variegatus</i>	0,2602	0,0457
Diversidad y equidad	0,9926	0
Diversidad y riqueza	0,8898	0
Diversidad y <i>Diadema antillarum</i>	0,8322	0
Diversidad y <i>Echinometra lucunter</i>	0,8637	0
Diversidad y <i>Eucidaris tribuloides</i>	0,6416	0
Diversidad y <i>Echinometra viridis</i>	-0,8243	0
Equidad y riqueza	0,8466	0
Equidad y <i>Diadema antillarum</i>	0,8071	0
Equidad y <i>Echinometra lucunter</i>	0,8422	0
Equidad y <i>Eucidaris tribuloides</i>	0,6049	0
Equidad y <i>Echinometra viridis</i>	0,7962	0
Riqueza y <i>Diadema antillarum</i>	0,8548	0
Riqueza y <i>Echinometra lucunter</i>	0,8578	0
Riqueza y <i>Eucidaris tribuloides</i>	0,7589	0
Riqueza y <i>Echinometra viridis</i>	-0,8059	0
Beaufort y diversidad	0,2864	0,0278
Beaufort y equidad	0,3043	0,0194
Beaufort y <i>Diadema antillarum</i>	0,3419	0,0086
Beaufort y <i>Echinometra lucunter</i>	0,3200	0,014
Beaufort y <i>Eucidaris tribuloides</i>	0,3054	0,019
Beaufort y salinidad	-0,3208	0,0137
Salinidad y transparencia	-0,4304	0,0009
Temperatura y transparencia	0,2625	0,0437
Temperatura y <i>Lytechinus variegatus</i>	0,3558	0,0063

Solo se muestran aquellos casos donde las correlaciones fueron significativas.

4.- Relación entre las especies de equinoideos

La asociación positiva entre la abundancia total de los erizos y las abundancias particulares de *L. variegatus* y *E. viridis* está fundamentada en el elevado número de estos y su aparición en todos los arrecifes estudiados. Ambas especies han sido reportadas dentro de las más abundantes del phylum en los arrecifes coralinos del mar Caribe (Gaitán, 2008; García, 2017). En contraste, mostró una asociación negativa con los demás índices comunitarios, por lo que se puede inferir que el elevado número de individuos de *E. viridis* puede estar afectando directamente la dinámica y el

comportamiento de las comunidades de equinoideos dentro de la bahía de Mochima, como se ha reportado con otros equinodermos en las costas de Guatemala y la dominancia de esta especie en el arrecife de Turpialito al sur del golfo de Cariaco (Gudiel, 2009; Rivas, 2019).

Por su parte, el estado del mar estimado por escala de Beaufort se asoció directa y positivamente con la diversidad y la equidad; resultados que resaltan la importancia de la hidrodinámica costera en el comportamiento de los equinoideos y su relevancia para las comunidades betónicas. Además, se observó que dicho factor tuvo una relación positiva con las especies *D. antillarum*, *E. lucunter* y *E. tribuloides*. Esto puede ser un reflejo de las preferencias de estas especies por ambientes someros de moderada remoción de agua. Por lo general, estas especies se encuentran asociadas a arrecifes y sustratos rocosos, con frecuente acción del oleaje y fuertes corrientes, factores que pueden ser determinantes en la reproducción de algunos erizos y donde encuentran el hábitat de su preferencia, con alta disponibilidad de rocas, grietas y cochas marinas (Borrero *et al.*, 2002; Rodríguez *et al.*, 2016).

Paralelamente, la temperatura superficial del mar se relacionó directamente con la transparencia del agua, algo que ha sido ampliamente registrado en la región y que coincide con reportado por Rivas (*op cit.*) en la ensenada de Turpialito (golfo de Cariaco), quien reportó una asociación positiva entre estas variables. Sin embargo, la autora señala que existió una relación negativa entre la temperatura y la abundancia de *L. variegatus*, contrastando con los resultados encontrados en las estaciones que fueron evaluadas en la bahía de Mochima, donde la abundancia de esta especie aumenta al aumentar la temperatura. Esto indica que la especie mencionada prefiere aguas relativamente cálidas, las cuales favorecen algunos aspectos de su reproducción (Espinoza *et al.*, 2008).

La Tabla 3 refleja los resultados de la correlación de Spearman para las especies de erizos de mar encontradas. Se puede observar que el erizo *D. antillarum* se relacionó de manera positiva con el erizo lápiz *E. tribuloides* ($F= 0,7023$; $P= 0$) y el erizo negro *E. lucunter* ($F= 0,9419$; $P= 0$), siendo negativa con *E. viridis* ($F= -0,8513$; $P= 0$) y *L. variegatus* ($F= -0,2737$; $P= 0,0355$). De manera similar, *E. lucunter* demostró una

relación positiva con *E. tribuloides* ($F= 0,6386$; $P= 0$), manifestando una relación inversa con *E. viridis* ($F= -0,8216$; $P= 0$). Este último se correlacionó negativamente con *E. tribuloides* ($F= -0,2954$; $P= 0,0233$).

Tabla 3. Relación entre las especies de equinoideos encontradas en los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.

Relación	<i>F</i>	<i>P</i>
<i>Diadema antillarum</i> y <i>Eucidaris tribuloides</i>	0,7023	0
<i>Diadema antillarum</i> y <i>Echinometra lucunter</i>	0,9419	0
<i>Diadema antillarum</i> y <i>Echinometra viridis</i>	-0,8513	0
<i>Diadema antillarum</i> y <i>Lytechinus variegatus</i>	-0,2737	0,0355
<i>Echinometra lucunter</i> y <i>Eucidaris tribuloides</i>	0,6386	0
<i>Echinometra lucunter</i> y <i>Echinometra viridis</i>	-0,8216	0
<i>Echinometra lucunter</i> y <i>Lytechinus variegatus</i>	-0,2954	0,0233
<i>Echinometra viridis</i> y <i>Eucidaris tribuloides</i>	-0,6598	0

Solo se muestran aquellos casos donde las correlaciones fueron significativas.

Con respecto a estos resultados, se resalta la relación negativa entre *E. viridis* y la mayoría de las especies encontradas, lo que puede explicarse por su elevada abundancia relativa en todas las estaciones muestreadas. Además, esta especie de erizo de mar se ha caracterizado por ser una especie dominante y altamente competitiva dentro de los ambientes arrecifales del mar Caribe, llegando a desplazar a otras especies, al ocupar sus nichos ecológicos, gracias a su carácter generalista (Celaya *et al.*, 2008). De forma similar, el comportamiento de *L. variegatus* pudo influenciar su relación inversa con *D. antillarum* y *E. lucunter*; demostrando que puede existir cierto grado de competencia entre estas especie, principalmente porque *L. variegatus* fue encontrado a lo largo de toda la bahía. Es así como numerosos autores sostienen que la competencia interespecífica es uno de los principales factores que modulan la estructura comunitaria de equinoideos, pudiéndose generar en algunos casos procesos de exclusión competitiva (Begon *et al.*, 2006; González, 2009).

Con respecto a la Figura 13, esta muestra la relación de las variables estudiadas, con respecto a las estaciones de muestreo. El análisis de componentes principales reveló

que a través de las estaciones externas de la bahía, se hizo evidente una relación directa entre las abundancias de los erizos *E. tribuloides*, *E. lucunter* y *D. antillarum*; y entre estas y los índices de diversidad, equidad y riqueza, con un porcentaje de varianza acumulada de 71,76%. En contraste, la abundancia total y la abundancia de *E. viridis* fueron las principales variables que se relacionaron en los arrecifes internos de la bahía de Mochima (61,02% de varianza acumulada).

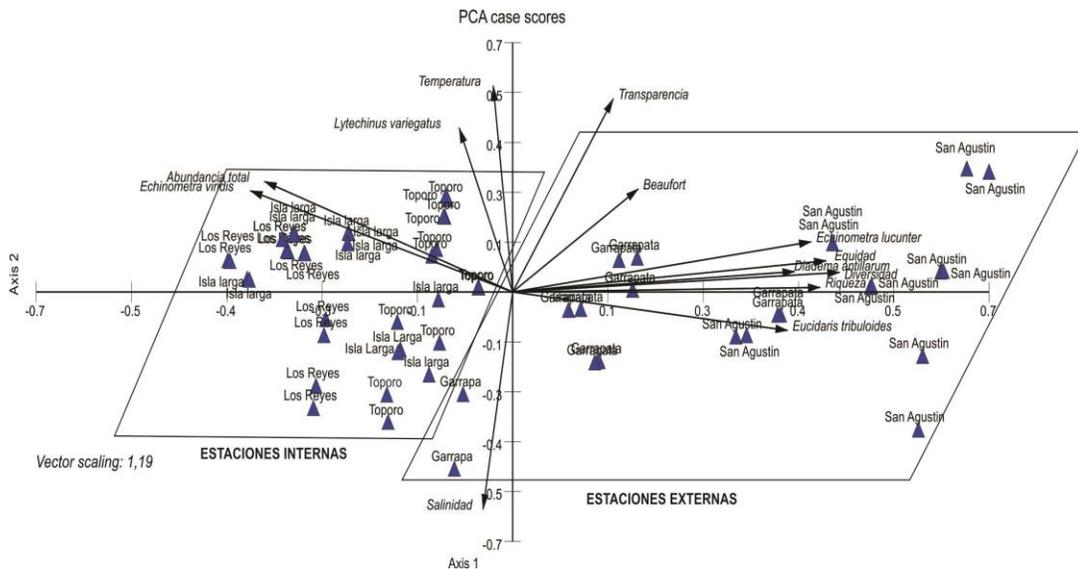


Figura 13. Proyección ortogonal de los componentes principales de la relación existente entre las especies de equinoideos, los índices ecológicos y las variables medioambientales, con respecto a los arrecifes de la bahía de Mochima, estado Sucre.

La relación existente entre las abundancias de los erizos de mar *E. tribuloides*, *D. antillarum*, *E. lucunter* y los índices comunitarios, pueden revelar la importancia de estas especies sobre la diversidad, y su influencia tanto en la uniformidad de las especies dentro de la dinámica poblacional de este grupo de equinodermos, como en el funcionamiento de los ecosistemas bentónicos de la bahía de Mochima, ya que estas especies solo fueron registradas en las zonas intermedias y externas de esta ensenada. Para las zonas internas, la abundancia total estuvo condicionada principalmente por la abundancia de *E. viridis*, quien presentó el mayor número de individuos. Esta especie puede ser considerada como dominante en estos ambientes, tal como ocurre en México y

otras zonas costeras del atlántico (González, 2009; García, 2017).

Por otro lado, es importante mencionar la relación inversa entre el estado del mar y la salinidad. En tal sentido, podría esperarse que a mayor movimiento del agua, la resuspensión del sedimento pudiese influenciar los valores de salinidad. Sin embargo, se deben considerar otros factores, como la incidencia de corrientes marinas y aportes de agua pluvial (Yogesh y Gueetha, 2012; Lanza *et al.*, 2020), por lo que sería importante llevar a cabo investigaciones con el fin de revelar la hidrodinámica actual de los sistemas aledaños a los arrecifes de la bahía de Mochima.

CONCLUSIONES

Las especies de erizos de mar identificadas en los arrecifes de la bahía de Mochima demostraron una distribución heterogénea siendo mayor el número de especies en las estaciones más externas y menor en las más internas.

Tanto la diversidad, como la equidad presentaron un comportamiento similar, siguiendo un patrón análogo al gradiente de exposición al viento y el oleaje, lo que puede revelar la importancia de estos factores en la dinámica de las comunidades de equinoideos dentro de la bahía.

La alta abundancia de *Echinometra viridis* en todas las estaciones de muestreo pudo influenciar el comportamiento de los índices comunitarios empleados. Asimismo, los resultados indican que esta especie afectó negativamente la abundancia y distribución de otras especies de erizos de mar, denotando posibles procesos de competencia.

En las zonas internas de la bahía domina ampliamente *E. viridis*, evidenciado por su elevada abundancia. En las zonas externas, las demás especies de equinoideos condicionan el aumento de los índices ecológicos.

RECOMENDACIONES

Caracterizar las comunidades de equinoideos en otros arrecifes de la región nororiental y a lo largo de las costas del Caribe venezolano, a fin de evidenciar si el patrón observado en la bahía de Mochima se reitera en espacios geográficos similares.

Realizar investigaciones que permitan revelar el estado actual de la hidrodinámica de las costas nororientales del país, a fin de proveer información fundamental para la interpretación de sus efectos sobre los ecosistemas marino-costeros.

Llevar a cabo estudios con el objetivo de develar las relaciones de competencia que puedan desenvolverse entre las especies de equinoideos en esta región.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, J.; Reyes, H. y Benítez, F. 2015. *Diadema mexicanum*, erizo de mar clave en los arrecifes coralinos del Pacífico Tropical Oriental: lo que sabemos y perspectivas futuras (Diadematoida: Diadematidae). *Revista de Biología Tropical*, 63(2): 135-157.
- Alvarado, J.; Guzman, H. y Breedy, O. 2012. Distribución y diversidad de equinodermos (Asteroidea, Echinoidea, Holothuroidea) en las islas del Golfo de Chiriquí, Panamá. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 47: 13-22.
- Alvera, A.; Barth, A. y Weisberg, R. 2009. A nested model of the Cariaco Basin (Venezuela): description of the basin's interior hydrography and interactions with the open ocean. *Ocean Dynamics*, 59(1): 97-120.
- Alves, F.; Chicharro, L.; Serrao, E. y Abreu, A. 2001. Algal cover and sea-urchin spatial distribution at Madeira Island (NE Atlantic). *Scientia Marina*, 65: 383-392.
- Amaro, M. 2009. Echinodermata del golfo de Cariaco. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela de la Universidad de Oriente*, 48: 137-142.
- Anderson, M.; Gorley, R. y Clarke, K. 2008. *Permanova for prime: Guide to software and statistical methods*. Primer-E. Plymouth, Inglaterra.
- Beddingfield, S. y McClintock, J. 2000. Demographic characteristics of *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Echinodermata) from three habitats in a North Florida Bay, Gulf of Mexico. *Marine Ecology*, 21: 17-40.
- Begon, M.; Townsend, C. y Harper, J. 2006. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. Cuarta edición. Blackwell Publishing. Nueva Jersey, Estados Unidos.
- Benedetti, L.; Bulleri, F. y Cinelli, F. 1998. Density dependent foraging of sea urchins in shallow subtidal reefs on the west coast of Italy (western Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*, 163: 203-211.
- Benítez, F.; Domínguez, M. y López, R. 2008. Temporal variation of the sea urchin *Diadema mexicanum* population density at Bahía's de Huatulco, Western México. *Revista de Biología Tropical*, 56(3): 255-263.
- Boada, L. 1970. Estudio taxonómico sobre algunos equinodermos de la costa oeste de Cumaná. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Bolaños, N.; Bourg, A.; Gómez, J. y Alvarado, J. 2005. Diversidad y abundancia de equinodermos en la laguna arrecifal del Parque Nacional Cahuita, Caribe de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 53(3): 285-290.
- Borrero, G.; Solano, O. y Benavides, M. 2002. Lista revisada de los erizos (Echinodermata: Echinoidea) del Mar Caribe Colombiano. *Biota Colombiana*, 3: 141-148.
- Borrero, G.; Benavides, M. y Díaz, C. 2012. *Equinodermos del Caribe colombiano II*:

- Echinoidea y Holothuroidea*. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar No. 30. Santa Marta, Colombia.
- Bray, R. y Curtis, J. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.
- Brito, L. y León, J. 1999. Algunos aspectos reproductivos de *Tylosurus acus* (Lacepede, 1803) (Pisces: Belontiidae) en la bahía de Mochima, estado Sucre. *Boletín del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente*, 38(1): 149.
- Caballero, A.; Martínez, A.; Conejeros, C.; Alonso, F. y Laguarda, A. 2017. Diversidad, patrones de distribución y “hotspots” de los equinoideos irregulares (Echinoidea: Irregularia) de México. *Revista de Biología Tropical*, 65(1): 42-59.
- Calva, L. 2003. Hábitos alimenticios de algunos equinodermos. Parte 2. Erizos de mar y pepinos de mar. *Contactos*, 47: 54-63.
- Capetillo, N.; Lopeztegu, A.; Betanzos, A. y Hernández, R. 2011. Variabilidad espacial y temporal de la abundancia del erizo de mar *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) en el Golfo de Batabanó, Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 28(2): 52-58.
- Caraballo, L. 1968. Sedimentos recientes de la bahía de Mochima. *Boletín del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente*, 7(2): 45- 64.
- Carpenter, R. 1990. Mass mortality of *Diadema antillarum*. I. Long term effects on sea urchin populations-dynamics and coral reef algal communities. *Marine Biology*, 104: 67-77.
- Carreiro, M. y McClanahan, T. 2001. Echinoid bioerosion and herbivory on Kenyan coral reefs: The role of protection from fishing. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 262(2): 133-153.
- Castellanos, P.; Varela, R. y Muller, F. 2002. Descripción de las áreas de surgencia al sur del Mar Caribe examinadas con el sensor infrarrojo AVHRR. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 154: 55-76.
- Celaya, E.; Solís, F.; Laguarda, A.; Durán, A. y Ruiz, T. 2008. Asociación a sustratos de los erizos regulares (Echinodermata: Echinoidea) en la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 56(3): 281-295.
- Clark, A. 1977. *Starfishes and related Echinoderms*. TFH Publications. New Jersey, Estados Unidos.
- Díaz, O. y Liñero, I. 2007. Biomasa y densidad de praderas de *Thalassia testudinum* en la bahía de Mochima, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica*, 30: 217-226.
- Domínguez, A.; Rosas, J.; Velásquez, A.; Cabrera, T. y Mata, E. 2007. Desarrollo, supervivencia y crecimiento del erizo *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) (Echinodermata: Echinoidea) alimentado con microalgas a dos salinidades y temperaturas diferentes. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 42(1):49-57.

- Drouin, G.; Himmelman, J. y Béland, T. 1985. Impact of tidal salinity fluctuations on echinoderm and mollusc populations. *Canadian Journal of Zoology*, 63(3): 1377-1387.
- Dumas, P.; Kulbicki, M.; Chifflet, S.; Fichez, R. y Ferraris, J. 2007. Environmental factors influencing urchin spatial distributions on disturbed coral reefs (New Caledonia, South Pacific). *The Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 344: 88-100.
- Espinoza, R.; Reyes, J.; Himmelman, J. y Lodeiros, C. 2008. Actividad reproductiva de los erizos *Lytechinus variegatus* y *Echinometra lucunter* (Echinodermata: Echinoidea) en relación con factores ambientales en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 56: 341-350.
- Fariña, A. y Méndez, E. 2009. Variación estacional de la estructura comunitaria de peces en dos arrecifes: rocoso-coralino y de octocorales, en el Bajo Las Caracas, Venezuela. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44(1): 153-162.
- Fichez, R.; Linares, C.; Chifflet, S.; Conan, P.; Contreras, R.; Esparza, A.; Denis, L.; Douillet, P.; Grenz, C.; Ghiglione, J.; Gutiérrez, M.; Origel, M.; Muñoz, C.; Pujó, P. y Zavala H. 2019. Spatiotemporal variability in Terminos Lagoon (Mexico) Waters during the 2009-2010 drought reveals upcoming trophic status shift in response to climate change. *Regional Environmental Change*, 19: 1787-1799.
- Freeman, S. y Rogers, S. 2003. A new analytical approach to the characterisation of macroepibenthic habitats: linking species to the environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56: 749-764.
- Gaitán, J. 2008. Estructura de la comunidad del phylum Echinodermata en aguas someras de la bahía de Taganga, Caribe colombiano. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 11: 85-93.
- Galván, M. 2015. Estructura de los ensamblajes de peces arrecifales de tres áreas marinas protegidas del pacífico mexicano. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(4): 69-86.
- García, A. 2017. La comunidad de Equinoideos (Echinoidea: Echinodermata) del arrecife Tuxpan y su relación con los atributos del sustrato. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. Veracruz, México.
- Gómez, A. 1999. *Los recursos marinos renovables del estado Nueva Esparta Venezuela. Biología y pesca de especies comerciales*. Tomo I. Invertebrados y Algas. Fondo Editorial del Estado Nueva Esparta. Caracas, Venezuela.
- Gómez, A. 2000. Abundancia de *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) en la Isla de Cubagua, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 48: 125-131.
- Gómez, A. 2003. Relación diámetro-peso y proporción cromática del erizo *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) en las islas de Margarita y Cubagua,

Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 51: 83-86.

- Gómez, M. y Hernández, I. 2015. Comunidades de equinodermos en la región de Tunantál, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 63(2): 195-207.
- González, A. 2009. Estructura de las asociaciones y diversidad morfológica de erizos de mar (echinoidea) en los parques nacionales sistema arrecifal veracruzano y arrecifes de Cozumel, México. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Mazatlán, México.
- González, F.; Holguín, O. y Cruz, G. 2006. Variación espaciotemporal de algunos macroinvertebrados (Gastropoda, Bivalvia y Echinodermata) de fondos someros del Archipiélago Espíritu Santo, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*, 32(1): 33-44.
- González, J. 2009. Contribución al conocimiento del erizo de mar *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) en el Mar Cantábrico: ciclo gonadal y dinámica de poblaciones. Tesis doctoral. Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente, Universidad de Cantabria. Cantabria, España.
- Gratwicke, B. y Speight, M. 2005. The relationship between fish species richness, abundance, and habitat complexity in a range of shallow tropical marine habitats. *Journal of Fish Biology*, 66: 650-667.
- Gudiel, V. 2009. Diversidad, abundancia y distribución de equinodermos en el área de Faro Rojo, Caribe de Guatemala. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
- Hagen, N. 1999. *Sea urchin outbreaks and epizootic disease as regulating mechanisms in coastal ecosystems. Biology and ecology of Shallow Coastal waters*. Resúmenes. 28 European Marine Biology Symposium. Copenhagen, Dinamarca. Págs. 303-308.
- Hagen, N. y Mann, K. 1992. Functional response of the predators American lobster *Homarus americanus* and Atlantic wolffish *Anarhichas lupus* to increasing numbers of the green sea urchin *Strongylocentrotus droebachinesis*. *The Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 159: 89-112.
- Haley, M. y Solandt, J. 2001. Population fluctuations of the sea urchins *Diadema antillarum* and *Tripneustes ventricosus* at Discovery Bay, Jamaica: a case of biological succession. *Caribbean Journal of Science*, 37: 239-245.
- Hendler, G.; Miller, J.; Pawson, D. y Kier, P. 1995. *Sea stars, sea urchins, and allies. Echinoderms of Florida and the Caribbean*. Smithsonian Institution. Washington, Estados Unidos.
- Hereu, B.; Zabala, M.; Linares, C. y Sala, E. 2004. Temporal and spatial variability in settlement of the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck) in the NW Mediterranean. *Marine Biology*, 144: 1011-1018.

- Hereu, B.; Zabala, M.; Linares, C. y Sala, E. 2005. The effects of predator abundance and habitat structural complexity on survival of juvenile sea urchins. *Marine Biology*, 146: 293-299.
- Hernández, J.; Clemente, S.; Sangil, C. y Brito, A. 2007. Actual status of *Diadema* aff. *antillarum* populations and macroalgal cover in the Marine Protected Areas comparing to a Highly Fished Area (Canary Islands-Eastern Atlantic Ocean). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18: 1091-1108.
- Herrera, T.; López, R. y Leyte, G. 2005. Bioerosion caused by the sea urchin *Diadema mexicanum* (Echinodermata: Echinoidea) at Bahías de Huatulco, Western Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 53(3): 263-273.
- Herrero, M.; Ramírez, G.; Rosales, M. y Reyes, H. 2015. Densidad poblacional y distribución espacial de erizos de mar (Echinodermata: Echinoidea) en la Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo, México. *Revista de Biología Tropical*, 63(2): 221-232.
- Hidalgo, L. 1996. Estructura ecológica de los equinodermos en cuatro estaciones en la bahía de Mochima, estado Sucre. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Kato, K. 1972. Some aspects on biochemical characteristics of sea and sediments in Mochima Bay, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente*, 1: 343-358.
- Kovach, W. 2018. “Kovach Computing Services: The easy and inexpensive way to analyze your data”. “Multi variate Statistical Package (MVSP), Version 3.13n”. <<https://www.kovcomp.co.uk/>> (01/06/2022).
- Laguarda, A.; Gutiérrez, A.; Solís, F.; Durán, A. y Torres, J. 2005. Equinoideos (Echinodermata: Echinoidea) del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 53(3): 69-108.
- Lanza, G.; Hernández, S. y Gutiérrez, F. 2020. Inconvenientes del uso de promedios de parámetros fisicoquímicos no conservativos, ejemplos de caso lagunas costeras mexicanas. *Tecnura*, 24(65): 85-101.
- Lauzon, J. y Scheibling, R. 2007. Seasonal variation in movement, aggregation and destructive grazing of the green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) in relation to wave action and sea temperature. *Marine Biology*, 151: 2109-2118.
- Lessios, H.; Roberson, D. y Cubit, J. 1994. Spread of *Diadema* mass mortality through the Caribbean. *Science*, 226: 335-337.
- Lima, E.; Gomes, P. y Souza, J. 2009. Reproductive biology of *Echinometra lucunter* (Echinodermata: Echinoidea) in a northeast Brazilian sandstone reef. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 81(1): 51-59.
- Lodeiros, C. y Himmelman, J. 1994. Relations among environmental conditions and growth in the tropical scallop *Euvola (Pecten) ziczac* (L.) in suspended culture in

- the Golfo de Cariaco, Venezuela. *Aquaculture*, 119: 345-358.
- López, S.; Turón, X.; Montero, E.; Palacín, C.; Duarte, C. y Tarjuelo, I. 1998. Larval abundance, recruitment and early mortality in *Paracentrotus lividus* (Echinoidea). Interannual variability and plankton-benthos coupling. *Marine Ecology Progress Series*, 172: 239-251.
- Malavé, M. 1995. Caracterización y cuantificación del contenido lipídico y de ácidos grasos presentes en dos especies de erizos de mar: *Lytechinus variegatus* y *Echinometra lucunter*. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Margalef, R. 1980. *Ecología*. Omega, S.A. Barcelona, España.
- Mariante, F.; Lemos, G.; Eutrópico, F. y Gomes, L. 2009. Biología reproductiva de *Echinometra lucunter* (Echinodermata: Echinoidea) na Praia da Costa, Vila Velha, Espírito Santo. *Zoología*, 26(4): 641-646.
- Márquez, A.; Lodeiros, C.; Semidey, D.; Carpio, M. y Graziani, C. 2011. Crecimiento y supervivencia de la ostra perlífera *Pinctada imbricata* (Röding 1798), bajo diferentes sistemas de confinamiento en cultivo suspendido. *Zootecnia Tropical*, 29(3): 337-351.
- McClanahan, T. 1998. Predation and the distribution and abundance of tropical sea urchin populations. *The Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 221: 231-255.
- McClanahan, T. y Muthiga, N. 2007. Ecology of *Echinometra*. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, 37: 297-317.
- McGehee, M. 1992. Distribution and abundance of two species of *Echinometra* (Echinoidea) on coral reefs near Puerto Rico. *The Caribbean Journal of Science*, 28(3-4): 173-183.
- Méndez, E.; Manrique, R. y Cervigón, F. 1999. Ictiofauna de la bahía de Mochima. *Boletín del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente*, 38(1): 153.
- Menge, B. 1992. Community regulation: under what conditions are bottom-up factors important on rocky shores. *Ecology*, 73: 755-765.
- Mengual, M.; Lodeiros, C. y Márquez, A. 2011. Crecimiento y supervivencia de la ostra alada *Pteria colymbus* (Röding 1798), en estructuras tubulares en la bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 29(2): 219-229.
- Monroy, L. y Solano, O. 2005. Estado poblacional de *Echinometra lucunter* (Echinoida: Echinometridae) y su fauna acompañante en el litoral rocoso del Caribe Colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 53: 291-297.
- Montealegre, S. 1999. Aspectos biológicos del erizo *Lytechinus variegatus* (Lamarck) (Echinodermata: Echinoidea; Toxopneustidae) en tres localidades del sur de la Isla de Margarita, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Tecnología de los alimentos, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente.

Boca de Rio, Venezuela.

- Morales, I.; De la Cruz, V.; González, M. y Argüelle, J. 2017. Diversidad y abundancia de los equinodermos y su relación con la cobertura bentónica del arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, México. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 9(2): 51-74.
- Murillo, R. y Jiménez, D. 2012. Relationships between algal food and gut and gonad conditions in the Mediterranean sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lam.). *Mediterranean Marine Science*, 13: 227-238.
- Nateghi, S.; Fatemi, S.; Nabavi, S. y Vosoughi, G. 2016. Contribution to the knowledge of echinoid fauna from Persian Gulf (Echinodermata: Echinoidea). *Iranian Journal of Animal Biosystematic*, 12: 37-50.
- Navarrete, A.; Camus, P. y Opazo, F. 2008. Variación ambiental y patrones dietarios del erizo negro *Tetrapygus niger* en costas intermareales rocosas del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 81: 305-319.
- Nodarse, A. 2001. Abundancia y distribución del erizo *Echinometra lucunter* (Linnaeus) (Echinodermata, Echinoidea) en un arrecife del litoral norte de ciudad de la Habana. *Revista de Investigaciones Marinas*, 22(2): 107-115.
- Noriega, N.; Cróquer, A. y Pauls, S. 2002. Población de *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) y características estructurales de las praderas de *Thalassia testudinum* la bahía de Mochima, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 50(1): 49-56.
- Noriega, N.; Pauls, S. y Mónaco, C. 2006. Abundancia de *Diadema antillarum* (Echinodermata: Echinoidea) en las costas de Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 54(3): 793-802.
- O'Hara, T. y Poore, G. 2001. Patterns of distribution for southern Australian marine echinoderms and decapods. *Journal of Biogeography*, 27: 1321-1335.
- Okuda, T.; Benítez, J.; García, A. y Fernández, E. 1968. Condiciones hidrográficas y químicas de la bahía de Mochima y la Laguna Grande del Obispo desde 1964 a 1966. *Boletín del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente*, 7: 7-37.
- Palleiro, J.; Montaña, G. y Sosa, O. 2012. Variación espacio-temporal de la densidad poblacional de erizo rojo *Strongylocentrotus franciscanus* (Echinodermata: Echinoidea: Strongylocentrotidae) en Baja California. *Hidrobiológica*, 22(1): 28-34.
- Pawson, D. 2007. Phylum Echinodermata. *Zootaxa*, 1668: 749-764.
- Pestana, S. 2005. Propuesta para la disposición de excretas en el poblado de Petare-Petarito ubicado en el Parque Nacional Mochima. Trabajo de Grado. Escuela de Ingeniería Civil. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Pompa, L.; Prieto, A. y Manrique, R. 1989. Abundancia y Distribución espacial en una población del erizo *Echinometra lucunter* (L) en el Golfo de Cariaco, Venezuela.

Acta Científica Venezolana, 40: 289-294.

- Rivera, C. 2018. Cianobacterias y cianotoxinas presentes en la planta de tratamiento de aguas residuales de la población de Mochima, estado Sucre. Trabajo de Grado. Escuela de Biología. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Rivas, W. 2019. Cambios interdiarios en la abundancia de erizos asociados a un arrecife rocoso-coralino, en el sector Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Rodríguez, J. 1982. Efecto del pastoreo de los erizos *Lytechinus variegatus* y *Echinometra lucunter* sobre las comunidades marinas de la bahía de Mochima, estado Sucre. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Rodríguez, J. y Losada. F. 1986. Efecto del apacentamiento de *Lytechinus variegatus* y *Echinometra lucunter* sobre las comunidades marinas de la bahía de Mochima, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente*, 25: 69-84.
- Rodríguez, R.; Cuevas, E.; Cabanillas, N. y Branoff B. (2016). Understanding trophic relationships among Caribbean sea urchins. *Revista Biología Tropical*, 64(2): 837-848.
- Rojas, B. y Benítez, F. 2015. Ecología poblacional de *Diadema mexicanum* (Echinodermata: Echinoidea) en dos comunidades arrecifales de bahías de Huatulco, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86: 123-130.
- Sala, E.; Ribes, M.; Hereu, B.; Zabala, M.; Alva, V.; Coma, R. y Garrabou, J. 1998. Temporal variability in abundance of the sea urchins *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* in the northwestern Mediterranean: comparison between a marine reserve and an unprotected area. *Marine Ecology Progress Series*, 168: 135-145.
- Salazar. I.; Díaz, J.; Rincones, K.; Charzeddine, L.; Subero, S.; Troccoli, L.; Maárquez, B.; Marín, B.; Márquez, A. y Hernández, D. 2011. Cambios diarios de la biomasa fitoplanctónica en la bahía de Mochima, Venezuela durante la época de lluvias. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 50:69-77.
- Scranton, M.; Taylor, G.; Thunell, R.; Benitez, N.; Muller, F. y Fanning, K. 2014. Interannual and subdecadal variability in the nutrient geochemistry of the Cariaco Basin. *Oceanography*, 27(1): 148-159.
- Shannon-Wiener, C. 1948. The mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27: 379-423.
- Shulman, M. 1990. Aggression among sea urchins on Caribbean coral reefs. *The Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 140: 197-207.
- Solis-Marin, F.; Laguarda-Figueras, A. y Honey-Escandon, M. 2014. Biodiversidad de equinodermos (Echinodermata) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*,

85: 441-449.

- Toro, G.; Cantera, J.; Londoño-Cruz, E.; Orozco, C. y Neira, R. 2004. Patrones de distribución y tasas de bioerosión del erizo *Centrostephanus coronatus* (Diadematoidea: Diadematidae), en el arrecife de Playa Blanca, Pacífico colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 52(1): 67-76.
- Turon, X.; Giribert, G.; López, S. y Palacín, C. 1995. Growth and population structure of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in two contrasting habitats. *Marine Ecology Progress Series*, 122: 193-204.
- Underwood, A. 2000. Experimental ecology of rocky intertidal habitats: what are we learning? *The Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 250: 51-76.
- Vadas, R.; Barry, D.; Beal, B. y Dowling, T. 2002. Sympatric growth morphs and size bimodality in the green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*). *Ecological Monograph*, 72(1): 113-132.
- Valerio, L.; Garcia, Y.; Guilarte, F.; Troccoli, L. y López, J. 2013. Macroalgas asociadas a neumatóforos del mangle negro (*Avicennia germinans* (L.) (L.) en laguna El Morro, isla de Margarita, estado Nueva Esparta, Venezuela. *Saber*, 24(4): 365-372.
- Venerus, L.; Irigoyen, A.; Galván, D. y Parma, A. 2014. Spatial dynamics of the Argentine sandperch, *Pseudoperca semifasciata* (Pinguipedidae), in temperate rocky reefs from northern Patagonia, Argentina. *Marine and Freshwater Research*, 65: 39-49.
- Yogesh, J. y Geetha, S. 2012. Seasonal changes of hydrographic properties in sea water of coral reef islands, gulf of Mannar, India. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 2(2): 135-159.
- Zaixso, H.; Boraso, A.; Pastor, C.; Lizarralde, Z.; Dadón, J. y Galván, D. 2015. El bentos costero patagónico. En: *La zona costera patagónica Argentina: Comunidades biológicas y geología*. Zaixso, H. y Boraso, A. (eds). Editorial Universitaria Patagónica. Comodoro Rivadavia, Argentina. Págs. 43-152.
- Zoppi, E. 1967. Contribución al estudio de los equinodermos de Venezuela. *Acta de Biología de Venezuela*, 5: 267-329.
- Zoppi, E. 1999. Evaluación del zooplancton de la bahía de Mochima. *Boletín del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente*, 38(1): 165.

APÉNDICES

Apéndice 1. Correlación de las variables ambientales y los parámetros comunitarios de los erizos de mar encontrados en la bahía de Mochima.

	Abundancia total	Beaufort	<i>D. antillarum</i>	Diversidad	<i>E. lucunter</i>	<i>E. viridis</i>	Equidad	<i>E. tribuloides</i>	<i>L. variegatus</i>	Riqueza	Salinidad	Temperatura	Transparencia
Abundancia total		-0,1312 -60 0,3136	-0,7762 -60 0	-0,7999 -60 0	-0,7671 -60 0	0,9619 -60 0	-0,7767 -60 0	-0,5721 -60 0	0,2602 -60 0,0457	-0,7701 -60 0	-0,0072 -60 0,956	0,2391 -60 0,0663	-0,0835 -60 0,5215
Beaufort	-0,1312 -60 0,3136		0,3419 -60 0,0086	0,2864 -60 0,0278	0,32 -60 0,014	-0,2126 -60 0,1024	0,3043 -60 0,0194	0,3054 -60 0,019	-0,0854 -60 0,5118	0,2265 -60 0,0819	-0,3208 -60 0,0137	-0,0569 -60 0,6622	0,0341 -60 0,7936
<i>D. antillarum</i>	-0,7762 -60 0	0,3419 -60 0,0086		0,8322 -60 0	0,9419 -60 0	-0,8513 -60 0	0,8071 -60 0	0,7023 -60 0	-0,2737 -60 0,0355	0,8548 -60 0	-0,0931 -60 0,4747	-0,1754 -60 0,1778	0,0934 -60 0,473
Diversidad	-0,7999 -60 0	0,2864 -60 0,0278	0,8322 -60 0		0,8637 -60 0	-0,8243 -60 0	0,9926 -60 0	0,6416 -60 0	0,0416 -60 0,7495	0,8898 -60 0	-0,1922 -60 0,1399	0,0106 -60 0,9351	0,167 -60 0,1995
<i>E. lucunter</i>	-0,7671 -60 0	0,32 -60 0,014	0,9419 -60 0	0,8637 -60 0		-0,8216 -60 0	0,8422 -60 0	0,6386 -60 0	-0,2954 -60 0,0233	0,8578 -60 0	-0,204 -60 0,1172	-0,1699 -60 0,1919	0,1377 -60 0,2901
<i>E. viridis</i>	0,9619 -60 0	-0,2126 -60 0,1024	-0,8513 -60 0	-0,8243 -60 0	-0,8216 -60 0		-0,7962 -60 0	-0,6598 -60 0	0,199 -60 0,1263	-0,8059 -60 0	0,0149 -60 0,9088	0,1952 -60 0,1337	-0,0915 -60 0,4824
Equidad	-0,7767 -60 0	0,3043 -60 0,0194	0,8071 -60 0	0,9926 -60 0	0,8422 -60 0	-0,7962 -60 0		0,6049 -60 0	0,03 -60 0,8175	0,8466 -60 0	-0,195 -60 0,1342	0,0187 -60 0,8859	0,1627 -60 0,2114
<i>E. tribuloides</i>	-0,5721 -60 0	0,3054 -60 0,019	0,7023 -60 0	0,6416 -60 0	0,6386 -60 0	-0,6598 -60 0	0,6049 -60 0		-0,1043 -60 0,4232	0,7589 -60 0	-0,0592 -60 0,6494	-0,0375 -60 0,7733	-0,1344 -60 0,3018
<i>L. variegatus</i>	0,2602 -60 0,0457	-0,0854 -60 0,5118	-0,2737 -60 0,0355	0,0416 -60 0,7495	-0,2954 -60 0,0233	0,199 -60 0,1263	0,03 -60 0,8175	-0,1043 -60 0,4232		0,0036 -60 0,9781	-0,1 -60 0,4426	0,3558 -60 0,0063	0,2399 -60 0,0654

Apéndice 1. Continuación.

	Abundancia total	Beaufort	<i>D. antillarum</i>	Diversidad	<i>E. lucunter</i>	<i>E. viridis</i>	Equidad	<i>E. tribuloides</i>	<i>L. variegatus</i>	Riqueza	Salinidad	Temperatura	Transparencia
Riqueza	-0,7701	0,2265	0,8548	0,8898	0,8578	-0,8059	0,8466	0,7589	0,0036		-0,0448	-0,1064	0,0666
	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60		-60	-60	-60
	0	0,0819	0	0	0	0	0	0	0,9781		0,7308	0,4137	0,6091
Salinidad	-0,0072	-0,3208	-0,0931	-0,1922	-0,204	0,0149	-0,195	-0,0592	-0,1	-0,0448		-0,1425	-0,4304
	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60		-60	-60
	0,956	0,0137	0,4747	0,1399	0,1172	0,9088	0,1342	0,6494	0,4426	0,7308		0,2736	0,0009
Temperatura	0,2391	-0,0569	-0,1754	0,0106	-0,1699	0,1952	0,0187	-0,0375	0,3558	-0,1064	-0,1425		0,2625
	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60		-60
	0,0663	0,6622	0,1778	0,9351	0,1919	0,1337	0,8859	0,7733	0,0063	0,4137	0,2736		0,0437
Transparencia	-0,0835	0,0341	0,0934	0,167	0,1377	-0,0915	0,1627	-0,1344	0,2399	0,0666	-0,4304	0,2625	
	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	-60	
	0,5215	0,7936	0,473	0,1995	0,2901	0,4824	0,2114	0,3018	0,0654	0,6091	0,0009	0,0437	

HOJA DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	Variabilidad espacial de equinoideos en arrecifes de la bahía de mochima, estado Sucre, Venezuela
Subtítulo	

Autor (es):

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Franco T. Leonarli Y.	CVLAC	24 514 758
	e-mail	<i>leonarlift@gmail.com</i>
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

equinoideos
erizos de mar
arrecifes coralinos
áreas marinas protegidas
equinodermos
bahía de mochima
<i>echinometra viridis</i>

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Biología

Resumen (abstract):

La bahía de Mochima es un cuerpo de agua importante por estar ubicado dentro del área de surgencia costera y considerada como reservorio natural de muchas especies marinas. Alberga una fauna marina diversa que incluye una variedad de equinodermos (crinoideos, asteroideos; ofiuroideos, holoturoideos y equinoideos). Los equinoideos son un grupo de invertebrados exclusivamente marinos, comúnmente conocidos como erizos de mar. Desde el punto de vista ecológico constituyen una parte fundamental en la dieta de muchos organismos y desempeñan un papel determinante dentro de las comunidades bentónicas siendo biorreguladores fitobentónicos. En la bahía de Mochima, los erizos han sido poco estudiados, por lo que tomando en cuenta su importante papel, se determinaron las variaciones espaciales de estos organismos en 5 arrecifes coralinos de la bahía de Mochima. Se realizaron censos visuales mediante buceo con snorkel, a lo largo de transectos paralelos a la línea de costa (20 m). Posterior a ello se contabilizó la totalidad de los erizos observados *in situ*, identificándolos en la categoría de especie. Simultáneamente, fue registrada la temperatura, salinidad, transparencia del agua y el estado del mar. Se determinaron los índices comunitarios para cada arrecife (diversidad, abundancia y equidad). El análisis de varianza con base en permutaciones (PERMANOVA) permitió determinar posibles diferencias en las estaciones de muestreos respecto a las variables comunitarias. Las posibles relaciones entre variables, tanto ambientales como comunitarias, se establecieron con un análisis de componentes principales, apoyado por correlaciones múltiples de Spearman. La mayor temperatura fue reportada en Isla larga (arrecife interno de la bahía) con un promedio 28,48°C, mientras que la mayor salinidad ocurrió en Garrapata (arrecife externo de la bahía) con un promedio de 32,18 UPS. La menor transparencia fue hallada en Los Reyes 10,75 m. Se tomó un menor registro del estado del mar en la estación de Los Reyes 0,67. Un total de 25 090 individuos fueron contabilizados, pertenecientes a 5 especies. El promedio de la abundancia total de erizos de mar osciló entre los 89,92 y 921,08 individuos, encontrando una mayor abundancia en las estaciones más internas de la bahía (Los Reyes e Isla Larga). Tanto para la riqueza como para la diversidad, existen diferencias significativas entre las estaciones de muestreos, lo cual indica una distribución espacial diferencial de los erizos en la bahía de Mochima. Se hizo evidente una relación directa entre las abundancias de los erizos *E. tribuloides*, *E. lucunter* y *D. antillarum*; y los índices de diversidad, equidad y riqueza. En contraste, la abundancia total y la de *E. viridis* fueron las principales variables que se relacionaron en los arrecifes internos de la bahía de Mochima. Se pudo concluir que las especies de erizos de mar identificadas en los arrecifes de la bahía de Mochima demostraron una distribución heterogénea siendo mayor el número de especies en las estaciones más externas y menor en las más internas.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Fariña P. Ángel R.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input checked="" type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	24 690 476
	e-mail	<i>Afarina46@yahoo.com</i>
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2022	12	02

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo (s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
NSUTTG_FTLY2022	Word 1997-2003

Alcance:

Espacial: Nacional(Opcional)

Temporal: Temporal(Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Licenciado en Biología

Nivel Asociado con el Trabajo: Licenciado

Área de Estudio: Biología

Institución (es) que garantiza (n) el Título o grado:

Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA

RECIBIDO POR *Martínez*

FECHA 5/8/09 HORA 5:30

hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUNVELO
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”.



Leonarli Y. Franco T.
AUTORA



Ángel R. Fariña P.
TUTOR