

Vol. 8 N° 2 • julio - diciembre 2018



## ÍTEMS ALIMENTICIOS DE *Echinometra lucunter* EN LITORALES ROCOSOS DEL NOROCCIDENTE DE VENEZUELA

FOOD ITEMS OF *Echinometra lucunter* IN ROCKY LITTORALS OF NOROCCIDENTE DE  
VENEZUELA

Daniel Polanco y Jeny Reyes

Laboratorio de Zoología de Invertebrados, Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias,  
Apartado 526, Universidad del Zulia, Maracaibo 4001-A, estado Zulia, Venezuela; danielpolanco1992@gmail.com,  
jenyreyesl@yahoo.es.

### RESUMEN

*Echinometra lucunter* es relativamente abundante en las costas venezolanas; sin embargo no se conocen detalles suficientes sobre su dieta. Se evaluó el contenido estomacal, el índice de Levins (*Ba*) y la condición fisiológica (*Kn*) de *E. lucunter* en julio 2014 y mayo 2016, en las playas de Adícora y El Supí, Península de Paraguaná, estado Falcón. Se identificaron veinticuatro ítems alimenticios distribuidos entre: CHLOROPHYTA (9), CYANOBACTERIA (5), ARTHROPODA (4), HETEROKONTOPHYTA (3), OCHOROPHYTA, TRACHEOPHYTA (1) y RIZOPHODA (1). Los ítems más abundantes fueron *Cladophora* sp. (39,55%), *Lyngbya* sp. (14,65%), *Thalassia* sp. (10,52%) y PERACARIDA (10,39%). El índice de Levins (*Ba*) fue 0,13 para Adícora y 0,16 en El Supí. El *Kn* (media= 1,00 ± 0,06 EE) sugiere para ambas poblaciones una buena condición fisiológica. El 80% del alimento ingerido es de origen vegetal, principalmente microalgas filamentosas, no obstante, también consume invertebrados, sugiriendo que se comporta como un omnívoro facultativo.

**Palabras clave:** contenido estomacal, dieta, *Echinometra lucunter*, Venezuela.

### ABSTRACT

*Echinometra lucunter* is relatively abundant in the Venezuelan coasts; however, there are not enough details about his diet. The stomach contents, the Levins index (*Ba*) and the physiological condition (*Kn*) of *E. lucunter* were evaluated in July 2014 and May 2016, on the beaches of Adícora and El Supí, Península de Paraguaná, Falcón state. Twenty four food items were identified distributed among: CHLOROPHYTA (9), CYANOBACTERIA (5), ARTHROPODA (4), HETEROKONTOPHYTA (3), OCHOROPHYTA, TRACHEOPHYTA (1) and RIZOPHODA (1). The most abundant items were *Cladophora* sp. (39.55%), *Lyngbya* sp. (14.65%), *Thalassia* sp. (10.52%) and PERACARIDA (10.39%). The Levins index (*Ba*) was 0.13 for Adícora and 0.16 for El Supí. *Kn* (mean = 1.00 ± 0.06 EE) suggests a good physiological condition for both populations. 80% of the ingested food is of vegetable origin, mainly filamentous microalgae, however, it also consumes invertebrates, suggesting that it behaves like an facultative omnivore.

**Keywords:** Diet, stomach content, *Echinometra lucunter*, Venezuela.

## INTRODUCCIÓN

Los erizos de mar desempeñan un rol fundamental en los litorales marinos rocosos, debido a su actividad de pastoreo que no solo regula la biomasa de macroalgas, sino también contribuye al reciclaje de elementos minerales dentro del ciclo de nutrientes (Mc Clanahany Muthiga 2013, Sangily Guzmán 2016). En su etapa bentónica los erizos de mar herbívoros poseen dos estrategias básicas para alimentarse: 1) capturando detritos algales y 2) por pastoreo del bentos. No obstante, diversos autores afirman que la mayoría de las especies pueden alternar entre ambas estrategias dependiendo de la estación, el hábitat o disponibilidad de alimento (Mills *et al.* 2000, Hiratsuka y Uehara 2007a,b, Rodríguez-Barreras *et al.* 2016). Por otro lado, el elevado valor proteico de sus gónadas hacen de estos organismos un recurso atractivo para la explotación pesquera y cultivo en acuicultura (Lodeiros *et al.* 2013), por lo que conocer sus hábitos y preferencias alimenticias, resulta de gran utilidad para los planes de cultivo y manejo de estos invertebrados.

Los miembros del género *Echinometra* son señalados como herbívoros generalistas, que se alimentan de gran variedad de macrófitas, pastos marinos, macroalgas y ocasionalmente invertebrados como esponjas y corales (McClanahan y Muthiga 2013). *E. lucunter* (Linnaeus, 1758) es uno de los equinoideos más abundantes en el Caribe (Alvarado, 2011) y se localiza desde la zona intermareal hasta los 45 m de profundidad, generalmente habitando sobre sustrato rocoso, coralino-rocoso y ocasionalmente praderas de fanerógamas como *Thalassia testudinum* (Celaya-Hernández *et al.* 2008, Gómez-Maduro y Hernández-Ávila 2015). En Venezuela se encuentra a lo largo de toda la línea costera y es reconocida por su valor potencial como recurso pesquero, debido a su corto periodo embriológico (16 h) y larvario (12 h), altas tasas de sobrevivencia, producción de gónadas en poco tiempo y capacidad para reproducirse durante todo el año (Cruz-Motta 2007, Astudillo *et al.* 2005). La presencia de *E. lucunter* influye significativamente, sobre la estructura y funcionamiento de las tramas tróficas de las comunidades bénticas someras, debido a que menudo modifica la topografía del sustrato al formar cavidades por bioerosión, las cuales incrementan la diversidad local al servir de refugio a otros organismos (Arnold y Steneck 2012).

El conocimiento sobre los hábitos alimenticios de equinoideos en su hábitat natural es escasa

para Venezuela (Barrios y Reyes 2008, Lodeiros *et al.* 2013, Reyes-Luján *et al.* 2015). En el noriente del país se ha señalado que en sustratos dominados por macroalgas, *E. lucunter* se comporta como un herbívoro oportunista el cual consume macroalgas filamentosas y foliáceas e invertebrados como esponjas, bivalvos y crustáceos (Reyes-Luján *et al.* 2015). En la Península de Paraguaná, esta especie junto con su congénere *E. viridis* constituyen cerca del 80% de los invertebrados presentes (Cruz-Motta 2007). Sin embargo, en esta zona la disponibilidad de un sustrato principalmente coralino-rocoso y la presencia de fuerte oleaje, aunadas a los hábitos crípticos y limitada locomoción de los miembros del género *Echinometra*, pudieran condicionar a las poblaciones de estos erizos a ingerir sólo el alimento que se encuentre disponible en las inmediaciones de sus madrigueras (McClanahan y Muthiga 2013, Steneck 2013). Sin embargo no se disponen datos en la Península sobre los hábitos alimenticios de esta especie. Este trabajo describe por primera vez los ítem alimenticios, amplitud trófica de la dieta y condición fisiológica del erizo de mar *E. lucunter* en el noroccidente de Venezuela; información que puede ser de gran interés para futuros planes de cultivo y manejo de la especie y para los estudios de conservación de las comunidades asociadas a fondos rocosos intermareales del Caribe.

## METODOLOGÍA

Área de estudio: La Península de Paraguaná se ubica en el noroccidente de Venezuela (11° 35' y 12° 15' N; 69° 45' y 70° 20' O) correspondiendo a la Ecorregión VIII según la clasificación de las ecorregiones marinas del Caribe venezolano (Miloslavich y Klein 2008). Esta zona se caracteriza por presentar litorales rocosos, playas arenosas con alto contenido de carbonato de calcio, y focos estacionales de surgencia costera que le confieren una alta productividad primaria (Rueda-Roa *et al.* 2018). Se seleccionaron dos playas de la Península como estaciones de muestreo, las cuales se describen a continuación:

Adícora (11° 56' 37.5" N; 69° 43' 06.9" O): Esta playa posee una extensa laguna arrecifal, que se continua a un arrecife de barrera con cresta muy desarrollada. El sustrato es areno-fangoso con praderas de *Thalassia testudinum* y parches de macroalgas dispuestos alternadamente. Además, por ser el poblado más cercano al centro urbano de la región, muestra una fuerte influencia antrópica (tan-

to por sus pobladores como turistas) (Cruz-Motta 2007, Pimentel *et al.* 2016).

El Supí (12° 00' 47.52" N; 69°50' 11.04" O): Ubicada aproximadamente 10 Km al Norte de Adícora. Presenta aguas poco profundas ( $\leq 1$  m), sustrato areno - fangoso y parches dispersos de *T. testudinum* macroalgas que son protegidos del embate de las olas por un arrecife de barrera (Mariño *et al.* 2018).

Colección de las muestras: Los erizos se colectaron de forma manual, en la cresta arrecifal de Adícora ( $n= 22$ ) en julio 2014 y El Supí ( $n= 13$ ) en mayo 2016. A cada ejemplar se le midió el diámetro de la testa ( $L$ ) utilizando un vernier digital (precisión  $\pm 0,01$  mm), y el peso húmedo total ( $W$ ) con una balanza de campo ( $\pm 0,01$  g) (Cobby Lawrence 2005, Reyes-Luján *et al.* 2015). Los estómagos fueron extraídos mediante una incisión en el polo oral de la testa y seguidamente preservados en formalina al 10% hasta su análisis.

Análisis del contenido estomacal: El contenido estomacal de cada erizo fue homogenizado (por agitación manual vigorosa) y vertido en una placa de Petri por separado. Luego se tomó 1 ml de la muestra y se observó bajo el microscopio óptico, contabilizando la frecuencia de aparición (abundancia relativa %) de cada ítem alimenticio. Este procedimiento se repitió cinco veces por muestra con el fin de asegurar la consistencia de los resultados (Cobby Lawrence 2005). La identificación de los ítems animales y vegetales se realizó hasta el nivel taxonómico más bajo posible empleando literatura especializada, (Yacubson 1972, 1974, Ruppert y Barnes 1997). El arreglo taxonómico se obtuvo utilizando World Register of Marine Species (WORMS Editorial Board 2017) y Algae Base (Guiry y Guiry 2018).

Análisis de datos: Se estimó el índice de Levins (1968) con el fin de obtener una medida inicial del uso de los recursos alimenticios (amplitud trófica de la dieta) por parte de *E. lucunter* y precisar si los organismos presentan una dieta variada (generalistas) o prefieren consumir una presa en particular (especialistas). Esta medida posteriormente se estandarizó para las fracciones de máxima amplitud posible por el método de Hespeneide (1975) utilizando una escala de 0 a 1 donde:

$$B = \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i^2} \quad B = \frac{B-1}{n-1}$$

$B$  es el índice de Levins sobre la amplitud de la dieta,  $Ba$  la medida de Levins estandarizada,  $P_j$  la proporción con la cual cada ítem presa contribuye a la dieta y  $n$  el número total de recursos alimenticios.  $Ba$  alcanza su valor máximo ( $> 0,60$ ) cuando la especie consume en igual proporción los recursos alimenticios disponibles y obtiene su mínimo ( $\leq 0,60$ ) cuando existe preferencia por un recurso específico (mínima amplitud de la dieta, máxima especialización).

El índice de condición relativa  $Kn$  se empleó como una medida indirecta de la salud de las poblaciones de erizos (Herrero- Pérezrul y Reyes-Bonilla 2008), esta medida que expresa cómo difiere el peso de un individuo dado, respecto al valor esperado calculado para la población. Se determinó a partir de la siguiente relación:  $Kn = W / a * L^b$ , donde:  $a$  y  $b$  (la ordenada y la pendiente), son parámetros que se estiman por métodos estándar de regresión al aplicar el modelo alométrico general,  $W = a * L^b$  (Sparre y Venema 1995). Si,  $Kn = 1$  indica que los erizos poseen un peso acorde a lo esperado para su talla (condición fisiológica normal), mientras que si  $Kn \leq 1$  o  $Kn \geq 1$  esto indicaría un peso menor o mayor (baja o alta condición) respectivamente.

## RESULTADOS

Se contabilizaron 24 ítems alimenticios distribuidos entre: CHLOROPHYTA (9), CYANOBACTERIA (5), ARTHROPODA (4), HETEROKONTOPHYTA (3), OCHOROPHYTA (1), TRACHEOPHYTA (1) y RIZOPHODA (1). Los valores máximos de abundancia se obtuvieron para *Cladophora* sp. (39,55%), *Lyngbya* sp. (14,65%), *Thalassia* sp. (10,52%) y PERACARIDA (10,39%). La mayoría del material vegetal correspondió a microalgas filamentosas (Tabla 1). Otros remanentes no identificables como detritus y arena también fueron observados, sin embargo no fueron incluidos en los análisis posteriores.

El índice de Levins ( $Ba$ ) fue 0,13 y 0,16 para Adícora y El Supí respectivamente, ubicando a ambas poblaciones como especialistas en cuanto a su dieta, siendo *Cladophora* sp. El ítem más consumido. Por su parte, el índice de condición relativa  $Kn$  varió entre 0,41 – 1,86, con valores mínimos promedios para Adícora ( $0,93 \pm 0,08$  Error estándar) y máximos para el Supí ( $1,13 \pm 0,07$  Error estándar).

**Tabla 1. Abundancia relativa (%) de ítems alimenticios en el contenido estomacal de *Echinometra lucunter* en la Península de Paraguaná, noroccidente de Venezuela.**

ESPECIE / LOCALIDAD	ADÍCORA	EL SUPÍ	TOTAL	TIPO
<b>MATERIA VEGETAL</b>				
<b>CYANOBACTERIA</b>				
<i>Calothrix</i> sp.	3,33	0,00	1,46	Filamentosa
<i>Lyngbya</i> sp.	16,06	13,54	14,65	Filamentosa
<i>Oscillatoria tenius</i>	0,30	0,00	0,13	Filamentosa
<i>Oscillatoria</i> sp.	4,55	9,74	7,46	Filamentosa
<i>Phormidium</i> sp.	1,82	2,14	2,00	Filamentosa
<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	0,91	0,48	0,67	Colonial
<i>Cladophora</i> sp.	42,73	37,05	39,55	Filamentosa
<i>Closterium</i> sp.	0,61	0,24	0,40	Unicelular
<i>Pediastrum</i> sp.	0,30	0,24	0,27	Colonial
<i>Spyrogyra</i> sp.	0,30	0,00	0,13	Filamentosa
<i>Staurastrum cf. manfeldtii</i>	1,21	0,95	1,07	Unicelular
<i>Staurastrum sebaldi</i>	1,21	0,00	0,53	Unicelular
<i>Staurastrum</i> sp.	0,91	0,48	0,67	Unicelular
<i>Ulothrix</i> sp.	3,33	0,24	1,60	Filamentosa
<b>HETEROKONTOPHYTA</b>				
BACILLARIOPHYCEAE spp.	0,91	0,48	0,67	
<i>Melosira</i> sp.	0,00	0,24	0,13	Colonial
<i>Tabellaria</i> sp.	0,00	0,24	0,13	Colonial
<b>OCHROPHYTA</b>				
<i>Padina</i> sp.	0,00	11,40	6,39	Foliácea
<b>TRACHEOPHYTA</b>				
<i>Thalassia</i> sp.	0,00	18,76	10,52	-
<b>MATERIAL ANIMAL</b>				
<b>RHIZOPODA</b>				
FORAMINÍFERA	0,61	0,24	0,40	-
<b>ARTHROPODA</b>				
OSTRACODA	0,30	0,00	0,13	-
COPEPODA	1,21	0,00	0,53	-
PERACARIDA	19,39	3,33	10,39	-
HEXAPODA	0,00	0,24	0,13	-

Elaboración propia: Polanco y Reye-Lujan (2018)

## DISCUSIÓN

El espectro trófico de la dieta de *E. lucunter* en la Península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela, contó con 24 ítems alimenticios de los cuales cerca del 80% correspondió a material vegetal principalmente de tipo filamentosos; y el resto a invertebrados. Este porcentaje coincide con lo reportado por Reyes *et al.* (2015), quienes señalan que en la Ensenada de Turpialito, estado Sucre, Venezuela, más del 60% de los ítems consumidos por esta especie corresponden a macroalgas. No obstante, se encontraron diferencias en relación con la composición de los taxos consumidos.

En este trabajo el alto contenido de CHLOROPHYTA y CYANOBACTERIA, del tipo filamentosos, encontrado en el tracto digestivo de este erizo, sugiere que se alimenta principalmente de tapetes algales conformados por microalgas epilíticas y endolíticas próximas a sus madrigueras (Furman y Heck 2009). Esto puede deberse a los hábitos crípticos de la especie, que la condiciona a ingerir sólo aquello que este a su alcance, o simplemente ser una estrategia para protegerse de depredadores y el embate de las olas (McPherson 1969, Mc Clanahan y Muthiga 2013, Reyes *et al.* 2015).

Por otro lado, también se observó una elevada frecuencia de invertebrados, especialmente crustáceos peracáridos, lo cual sugiere que *E. lucunter* se puede comportar como un omnívoro facultativo. Se ha señalado que, algunos equinoideos herbívoros pueden consumir ocasionalmente animales si están disponibles, lo cual ha sido probado para *Echinometra*; sin embargo, muestra una baja preferencia en comparación con otros erizos (McClanahan y Muthiga 2013). En la Ensenada de Turpialito, estado Sucre, Venezuela, *E. lucunteres* principalmente herbívoro; de manera que, si el alimento es limitado, tal como ocurre en la época de estratificación utiliza la fauna presente, principalmente invertebrados sésiles como moluscos, *Balanus* y poríferos (Reyes *et al.* 2015). En las costas rocosas de Panamá, también se observaron distintas preferencias en relación al tipo de alimento ingerido por esta especie, indicando que, refleja una elevada plasticidad y un amplio rango en el uso de fuentes alimenticias (Rodríguez-Barreras *et al.* 2016).

En relación con la amplitud trófica de la dieta, el índice de Levins (*Ba*), indica que las poblaciones evaluadas pueden considerarse especialistas en cuanto a sus preferencias alimenticias. No obstante, este resultado debe tomarse con cautela, debido a

que esta especie se comporta como oportunista en cuanto a la ingesta del alimento disponible. Este es el caso de *Cladophora* sp. que aunque representa el ítem dominante en el tracto digestivo de *E. lucunter*, algunos experimentos de palatabilidad señalan que produce caulerpina, una sustancia alelopática que la hace poco palatable y tolerante para esta especie (Erickson *et al.* 2006). Algunos trabajos indican que la dieta de *Echinometra* varía en función de la estación y abundancia de recursos, con lo cual la "preferencia" por una fuente específica de alimento suele verse condicionada (Cobb y Lawrence 2005, Hiratsuka y Uehara 2007a). Se requieren más investigaciones para conocer los factores que modulan las preferencias alimenticias de esta especie, y que le permiten mantener un balance energético positivo en la Península de Paraguaná.

En relación con el índice de condición fisiológica (*Kn*), se observa en forma general, que ambas poblaciones presentan un peso acorde a su talla, indicando buenas condiciones de salud (Herrero-Pérezrul y Reyes-Bonilla 2008). Este resultado es similar a lo reportado por Polanco (2017), en la Ensenada de Turpialito, estado Sucre, Venezuela, quien indica valores de hasta 1,18 durante el periodo de estratificación de las aguas; época que coincide con la iniciación de la gametogénesis en las poblaciones de *E. lucunter* del noriente del país (Reyes-Luján *et al.* 2015). Si bien en este trabajo no se aportan datos sobre el estado reproductivo de los erizos, es importante señalar que la mayoría de los ejemplares analizados se encontraban en un avanzado estado de maduración gonadal, lo cual puede explicar los valores obtenidos.

## CONCLUSIONES

Las poblaciones de *Echinometra lucunter* de la Península de Paraguaná están conformadas por organismos principalmente herbívoros, que se alimentan principalmente de tapetes formados por microalgas epilíticas y endolíticas del tipo filamentosas, que crecen y se desarrollan en la superficie de rocas de coral próximas a sus madrigueras. Sin embargo, también pueden utilizar recursos animales si están disponibles, por lo que puede considerarse un omnívoro facultativo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado J. (2011). Echinoderm diversity in the Caribbean Sea. *Mar Biodiv* 41, 261-285.

- Arnold S., Steneck R. (2012). Settling into an increasingly hostile world: the rapidly closing 'recruitment window' for corals. *PlosOne* 6(12), e28681.
- Astudillo D., Rosas J., Velásquez A., Cabrera T., Maneiro C. (2005). Crecimiento y supervivencia de larvas de *Echinometra lucunter* (Echinoidea: Echinometridae) alimentadas con las microalgas *Chaetoceros gracilis* e *Isochrysis galbana*. *Rev. Biol. Trop.* 53(3), 377-344.
- Barrios J., Reyes J. (2008). Hábitos alimenticios de *Tripneustes ventricosus* (Lamack 1816) (Echinodermata, Echinoidea) en isla la Tortuga, Venezuela. II Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura. Cumaná-Venezuela.
- Celaya-Hernández A., Solís-Marín F., Laguarda-Figueras A., Durán-González A., Ruiz T. (2008). Asociación a sustratos de los erizos regulares (Echinodermata: Echinoidea) en la laguna arrecifal de Isla Verde, Veracruz, México. *Rev. Biol. Trop.* 56(3), 281-295.
- Cobb J., Lawrence J. (2005). Diets and coexistence of the sea urchins *Lytechinus variegatus* and *Arbacia punctulata* (Echinodermata) along the central Florida gulf coast. *Mar Ecol Prog Ser*, 295, 171-182.
- Cruz-Motta J. (2007). Análisis espacial de las comunidades tropicales intermareales asociadas a los litorales rocosos de Venezuela. *Ciencias Marinas*. 33(2), 133-148.
- Erickson A., Paul V., Van Alstyne K., Kwiatkowski L. (2006). Palatability of macroalgae that use different types of chemical defenses. *J. Chem. Ecol.* 32, 1883-1895.
- Furman B. y Heck K. (2009). Differential impacts of echinoid grazers on coral recruitment. *Bull. Mar. Sci.* 85, 121-132.
- Gómez-Maduro M., Hernández-Ávila I. (2015). Comunidades de equinodermos en la región de Tunantá, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 63(2), 195-207.
- Guiry M., Guiry G. (2018). AlgaeBase. Recuperado de: <http://www.algaebase.org>.
- Herrero-Pérezrul M., Reyes-Bonilla H. (2008). Weight-Length relationship and relative condition of the holothurian *Isostichopus fuscus* at Espiritu Santo Island, Gulf of California, México. *Rev. Biol. Trop.* 56(3), 273-280.
- Hespenheide H. (1975). Prey characteristics and predator niche width. En: M. Cody, y J. Diamond. (Eds.). *Ecology and evolution of communities*. Belknap Press. United Kingdom. (158-180).
- Hiratsuka Y., Uehara T. (2007a). Feeding ecology of four species of sea urchins (Genus *Echinometra*) in Okinawa. *Bull. Mar. Sci.* 81, 85-100.
- Hiratsuka Y., Uehara T. (2007b). Feeding rates and absorption efficiencies of four species of sea urchins (genus *Echinometra*) fed a prepared diet. *Comp. Biochem. Physiol. A* 148, 223-229.
- Levins R. (1968). *Evolution in changing environments: Some theoretical explorations*. New Jersey, EE.UU: Princeton Univ. Press.
- Lodeiros C., Martín A., Francisco V., Noriega N., Díaz Y., Reyes J., Alió J. (2013). Echinoderm from Venezuela: Scientific Recount, Diversity and Distribution. En: J. Alvarado y F. Solis-Marín. (Eds.). *Echinoderm Research and Diversity in Latin America*. Springer. Alemania. (235-275).
- McClanahan T., Muthiga N. (2013). *Echinometra*. En: J. Lawrence (Ed.), *Sea Urchins: Biology and Ecology*. Elsevier. Holanda. (337-353).
- McPherson B. (1969). Studies of the biology of the tropical sea urchins *Echinometra lucunter* and *Echinometra viridis* (Echinoidea) in Bostaneh, Persian Gulf, Iran. *Bull. Mar. Sci.* 19: 194-213.
- Mariño J., Mendoza M. López-Sánchez B. (2018). Composition and abundance of decapod crustaceans in mixed seagrass meadows in the Paraguaná Peninsula, Venezuela. *Iheringia, Série Zoologia*. 108, 1-10.
- Mills S., Peyrot-Clausada A., Fontaine M. (2000). Ingestion and transformation of algal turf by *Echinometra mathaei* on Tiahura fringing reef (French Polynesia). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 254, 71-84.
- Miloslavich P., Klein P. (2008). Ecorregiones marinas del Caribe venezolano. En: E. Klein (Ed.), *Prioridades de PDVSA en la conservación de la biodiversidad en el Caribe venezolano*. Petróleos de Venezuela, S.A. - Universidad Simón Bolívar - The Nature Conservancy. Venezuela. (16-19).

- Pimentel M., Guiñan A, Acosta Y. (2016). Estrategias de gestión ambiental para impulsar el turismo sostenible como actividad socio-productiva en Playa Sur, Adicora, Estado Falcón, Venezuela. *Multiciencias*. 16(3), 277-248.
- Polanco D. (2017). Estructura poblacional de *Echinometra lucunter* (ECHINODERMATA: ECHINOIDEA) en la Ensenada de Turpialito, estado Sucre, Venezuela. Trabajo Especial de Grado, Universidad del Zulia, Facultad Experimental de Ciencias, División de Estudios Básicos Sectoriales, Licenciatura en Biología, Maracaibo, Venezuela. Pp. 56.
- Reyes-Luján J., Barrios J., Arrieche D., Zapata-Vívenes E., Salgado W., Lodeiros C. (2015). Dieta del erizo negro *Echinometra lucunter* (Echinometra: Echinoidea) en el nororiente de Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 63(2), 233-242.
- Rodríguez-Barreras R., Cuevas E., Cabanillas-Terán N., Branoff B. (2016). Understanding trophic relationships among Caribbean sea urchins. *Rev. Biol. Trop.* 64(2), 837-848.
- Rueda-Roa D., Ezer T., Muller-Karger F. (2018). Description and Mechanisms of the Mid-Year Upwelling in the Southern Caribbean Sea from Remote Sensing and Local Data. *J. Mar. Sci. Eng.* 36(6), 1-19.
- Ruppert E., Barnes D. (1997). *Zoología de los invertebrados*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Sangil C., Guzmán H. (2016). Assessing the herbivore role of the sea-urchin *Echinometra viridis*: Keys to determine the structure of communities in disturbed coral Reefs. *Marine Environmenta IResearch*. 120, 202-213.
- Sparre P., Venema S. (1995). *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Italia: DANIDA-FAO.
- Steneck R. (2013). Sea Urchins as Drivers of Shallow Benthic Marine Community Structure. En: J. Lawrence (Ed.). *Sea Urchins: Biology and Ecology*. Elsevier. Holanda. (195-212).
- Yacubson S. (1972). Catalogo e iconografía de las Cyanophyta de Venezuela. *Bol. Cent. Inv. Biol.* 5(1), 1-78.
- Yacubson, S. (1974). Catalogo e iconografía de las Chlorophyta de Venezuela. *Bol. Cent. Inv. Biol.* 11(1), 1-143.
- WORMS Editorial Board. (2017). World register of marine species. Recuperado de: <http://www.marinespecies.org>.