

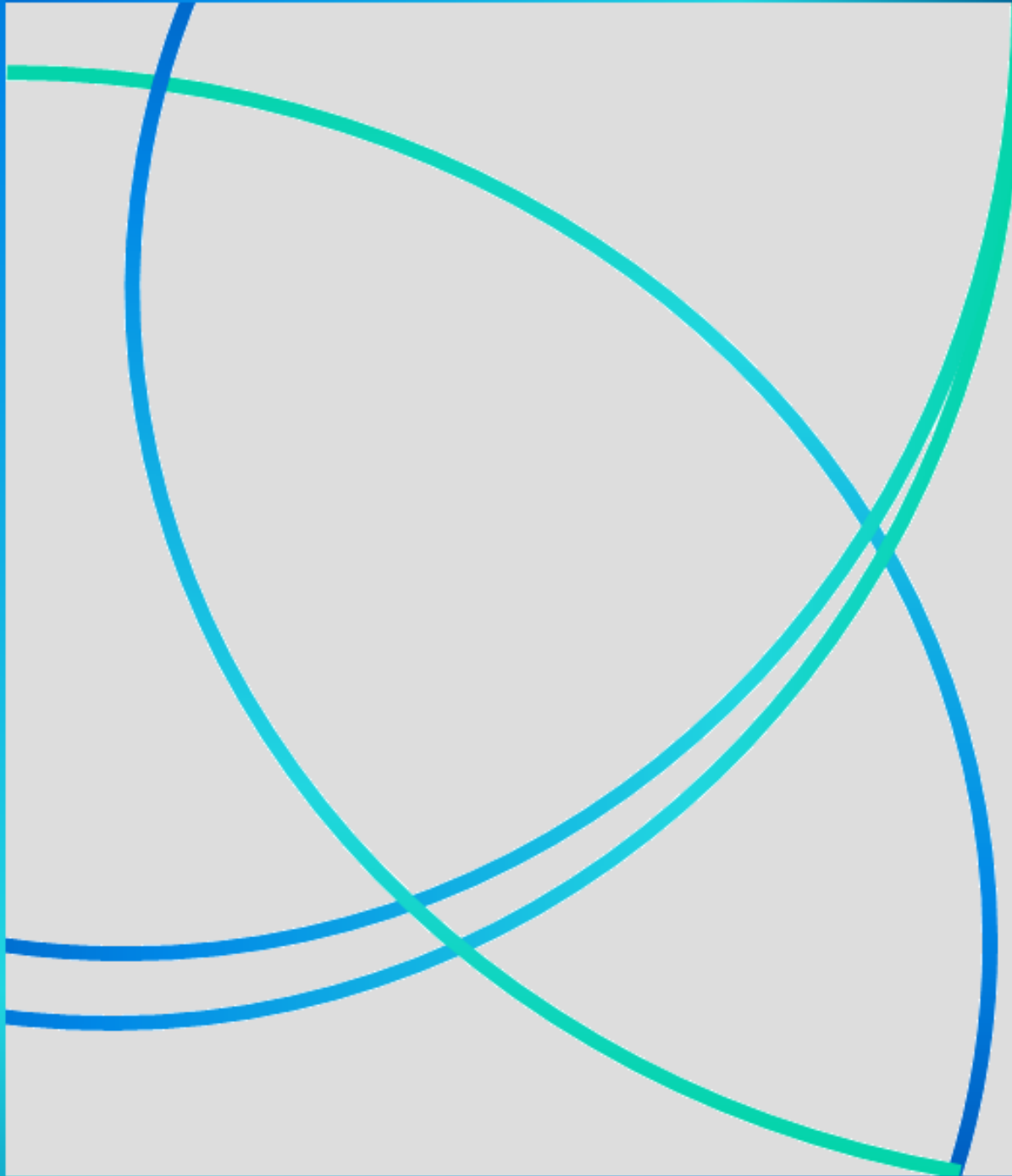


Depósito Legal ppi 201502ZU4668

Vol. 25, N° 1

Enero - Marzo 2017

CIENTICIA



Esta publicación científica en
formato digital es continuidad
de la revista impresa
Depósito Legal: pp 199302ZU47
ISSN: 1315-2076

**An International Refereed Scientific Journal
of the Facultad Experimental de Ciencias
at the Universidad del Zulia**

Comunidades de macroinvertebrados asociadas a piscinas de marea del litoral rocoso Punta Perret, estado Zulia, Venezuela

Graciela Pulido Petit¹, Natalie Wildermann^{1,2,3} y Héctor Barrios-Garrido^{1,2,3,*}

¹Laboratorio de Ecología General. Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia. Av. Universidad - Grano de Oro, Apartado 526, Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela

²Centro de Modelado Científico. Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia. Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela

³Centre for Tropical Water and Aquatic Ecosystem Research; College of Marine & Environmental Sciences, James Cook University (JCU). Townsville-Australia

Recibido: 18-05-16 Aceptado: 23-02-17

Resumen

En el presente trabajo se describieron estas comunidades de macroinvertebrados asociados a las piscinas de mareas en el litoral rocoso de Punta Perret, en la Guajira venezolana. En los meses de marzo, septiembre y diciembre (2011), se realizaron tres muestreos, se dividió el litoral en tres zonas: supralitoral, mesolitoral e infralitoral. En cada zona de muestreo se seleccionaron aleatoriamente tres piscinas de marea en cada muestreo, se contaron todos los individuos asociados a estos ambientes para calcular los índices de diversidad, equidad, riqueza, dominancia y constancia, los factores abióticos salinidad, temperatura, altura con respecto a la plataforma basal y volumen en cada piscina fueron evaluados. Se contabilizaron un total de 4.421 individuos (en las 27 piscinas de marea estudiadas), la zona que presentó la mayor cantidad de especies constantes fue la supralitoral. La diversidad del litoral con respecto a todas las piscinas estudiadas fue de 1,001, el índice de equidad para todo el litoral fue de 0,2628, un valor de 1,526 riqueza total y la dominancia 0,71. Se encontró una correlación significativa entre el resultado del índice de riqueza de Margalef y la altura de la piscina en el litoral ($r=0,0267$), los gradientes de salinidad, altura y temperatura diferencian a las piscinas de las tres zonas y modelan la estructura fisicoquímica. Los patrones de distribución de los macroinvertebrados evidenciaron a los Littorinidos como dominantes, pero con una estructura comunitaria marcada en la zona supralitoral, Mytilus en las zonas mesolitoral e infralitoral y una alta diversidad de especies en la zona infralitoral muy fluctuante. La contaminación y extracción de especies clave pudiese estar jugando un papel importante en la modificación de los patrones de zonación.

Palabras clave: piscina de marea, estructura comunitaria, macroinvertebrados, factores físico-químicos, especies clave.

Macroinvertebrates community's structure associated to tide pools in the rocky shore of Punta Perret, Zulia state, Venezuela

Abstract

In the present paper, we described the communities of macroinvertebrates associated to tide pools in the rocky shore of Punta Perret, in the Venezuelan Guajira. Among March, September,

*Autor para la correspondencia: hector.barriosgarrido@my.jcu.edu.au

and December (2011), we carried out three surveys to the study area. The rocky shore was divided in three zones: upper intertidal, middle intertidal, and lower intertidal. On each zone, we aleatory selected three tide pools on each sampling. In order to calculate the diversity, equity, richness, dominance, and constance indexes, we counted all the individuals associated to these habitats. Also abiotic parameters on each tide pools were evaluated (salinity, temperature, high – related to the basal platform, and volume). 4,421 individuals were counted in the 27 tide pools studied, the zone with a higher quantity of constant species was the upper intertidal. The diversity index was calculated among all the tide pools, its value was 1.001; equity index was 0.2628, total richness of 1.526, and dominance 0.71. We found a significative correlation between the Margalef's richness value and the tide pools' high ($r= 0.0267$). We evidenced differences in the patterns of salinity, high, and temperature among all the tide pools surveyed that modelled their physicochemical structure. The distribution patters of the macroinvertebrates in the study area were dominated by Littorinas, but with a strong zonation among the upper littoral pools; on the other hand Mytilus were predominant in the middle intertidal pools, and in the lower intertidal pools we evidenced varied dominancy and high diversity. Pollution and extraction of key species may plan an important role in the zonation' patters in the studied area.

Key words: tide pools, community structure, macroinvertebrates, physical-chemical factors, key species.

Introducción

Las piscinas de marea son consideradas como hábitat único de los litorales rocosos, las cuales que contienen comunidades diferentes de acuerdo a sus características físicas (1). En la formación de una piscina de marea intervienen ciertos factores como el tipo de roca expuesta, la amplitud de la marea, el oleaje, la erosión y los procesos de meteorización que actúan sobre las rocas, los cuales modelarán su génesis y desarrollo (2). Sin embargo en Venezuela los estudios minuciosos para la descripción, análisis, evaluación de impactos de estos ecosistemas son pocos en comparación con otros ecosistemas marinos del país (3).

Así mismo, las piscinas de marea poseen límites estructurales bien definidos representados por las paredes de roca que les dan su forma característica (sumamente heterogénea). Su distribución en el litoral rocoso determinará las condiciones fisicoquímicas de las mismas y la estructura de las comunidades que en ellas se encuentran. Se pueden clasificar en tres clases según su altura con respecto al nivel

de la marea: (A) Supralitorales, cuya agua solo es renovada durante las mareas vivas o temporales, y a los que pueden llegar simples salpicaduras de las olas (spray marino) en pleamar; (B) Mesolitorales, que se caracterizan porque el agua solo es renovada durante la pleamar y, (C) Infralitorales, las cuales quedan aisladas del mar durante un corto espacio de tiempo durante la bajamar, por lo que están expuestas a pocas variaciones fisicoquímicas con relación a la frecuencia en la que se presenta el intercambio de agua respecto al resto del litoral (4).

En la transición agua-tierra en los ambientes marinos interviene directamente la zonación en los litorales rocosos por la existencia de un límite entre el agua y el aire, que se mueve verticalmente con las olas y mareas; ocasionando que la distribución de los organismos en un gradiente vertical obedezcan a las condiciones ambientales de la zona (5). Factores como: la temperatura, exposición al oleaje, el grado de sombra que esta reciba durante el día, el patrón de drenaje, y el spray salino modelan la estructura comunitaria de estos ecosistemas (1). Por lo

tanto la capacidad para subsistir a la desecación, a la disminución de oxígeno disuelto en el agua de mar, a la insolación y a los cambios de temperatura (6).

La emersión por efecto de los cambios en las mareas es muy estresante para los organismos marinos. De esta manera, aquellos organismos capaces de soportar diferentes grados de estrés reemplazan a otros a lo largo de tal gradiente (7). La salinidad puede variar, ya sea en posición vertical con las filtraciones de agua dulce de las regiones supramareal u horizontalmente en relación a las entradas de los ríos y escorrentías (8), dependen también de la altura en la que se sitúe la piscina, y varía entre 5 y 25 unidades prácticas de salinidad (UPS) en los trópicos (1).

La zona litoral rocosa representa una importante fuente de alimento para especies pelágicas, zona de reproducción para peces e invertebrados, así como también de refugio y crecimiento para juveniles (9, 10). Varios estudios han demostrado que las piscinas más profundas pueden soportar más especies de plantas e invertebrados (11-13).

El estudio de los organismos en hábitats intermareales es importante, debido a que pueden actuar como indicadores de alerta temprana de cambios en el ecosistema, los cuales pueden ser el resultado principalmente de perturbaciones antrópicas (5) y consecuencias del cambio climático (14, 15). La interacción entre especies es una de las fuerzas más importantes que modelan la estructura ecológica de una comunidad y por lo general esta es dependiente del clima (16).

La estructura comunitaria de los invertebrados asociados a litorales rocosos, puede seguir el modelo clásico de Connell (17) el cual explica la influencia en la zona superior del litoral por las variables físicoquímicas y en la zona inferior por interacciones biológicas como competencia y depredación, el comportamiento de los

depredadores, tales como estrellas de mar y caracoles, limitan la abundancia de balanos y mejillones de esta manera regulan con su eficiencia la monopolización de los requerimientos ambientales principales para cada especie influenciando directamente la diversidad de especies (18-20).

En Venezuela existen algunas investigaciones enfocadas en la descripción de las especies asociadas a litorales rocosos, tanto para la descripción de las algas y hongos (21-24) como de invertebrados en el estado Sucre (25, 26); así como a las comunidades intermareales asociadas a estos ecosistemas (27). En el Golfo de Venezuela Hernández y colaboradores (2015) registra la zonación de *Littorina* para la zona superior, cirrípedos para la zona media y *Mytella* y algas para la zona baja en el litoral rocoso de la Península de San Carlos (28).

En el litoral rocoso de Punta Perret (Guajira venezolana) se han llevado a cabo investigaciones previas sobre los aspectos biológicos de los invertebrados asociados a este ecosistema. Pardo y colaboradores (29), llevaron a cabo una identificación la fauna bentónica de moluscos asociados al litoral, reportando 1377 individuos pertenecientes a 2 clases de moluscos, 34 familias, 43 géneros y 62 especies. Adicionalmente, Pernía (2009) realizó una descripción de la zonación donde se encontró; en la zona supralitoral *Littorina angustior*, *L. meleagris*, *Echinolittorina interrupta*, *Nodilittorina tuberculata* y *Tectarius muricatus*, una presencia marcada en la zona mesolitoral principalmente por *Purpura patula* (depredador de *Littorina*), moluscos del género *Branchyodontes* (filtradores), también se lograron identificar dos especies del genero *Nerita* en las zonas supra y mesolitoral, por último en la zona infralitoral identificaron los moluscos *Cittarium pica*, *Isognomon bicolor*, *Crassostrea virginia* el isópodo *Ligia baudiana* y el gasterópodo *Palnaxis nucleus* (30). Sin embargo, no fueron considerados por estas investigaciones las comunidades

asociadas exclusivamente a las piscinas de marea que forman parte de la estructura del litoral.

Considerando lo anteriormente expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo describir la estructura comunitaria de invertebrados asociadas a piscinas de marea del litoral rocoso Punta Perret en la Guajira venezolana, evaluando así los atributos comunitarios (abundancia, riqueza, constancia, diversidad, dominancia y equidad). Finalmente se estudió la relación de la salinidad, temperatura y el volumen de las piscinas de marea con la diversidad de las comunidades de invertebrados asociadas estos ecosistemas, describiendo así, por vez primera, los patrones espaciales de las comunidades de invertebrados asociadas a piscinas de marea del litoral rocoso Punta Perret en la Guajira venezolana.

Materiales y métodos

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la Alta Guajira venezolana, Municipio Guajira al norte del estado Zulia (Venezuela), en el litoral rocoso de Punta Perret ($11^{\circ}47'41,54''N$ y $71^{\circ}20'21,29''O$) (Figura 1). Esta región del país ha sido descrita por diversos autores como una zona de alta aridez (<300mm anuales de lluvia) (31-36), Cercanos a la zona de estudio se encuentran los poblados de Wuincua, Walantalao y Castilletes. Sus habitantes, principalmente Indígenas Wayuu, afirman que utilizan la zona para la pesca artesanal de invertebrados, tales como *Cittarium pica* (Quigua – Prosobranchia, Trochidae) y pulpos (37).

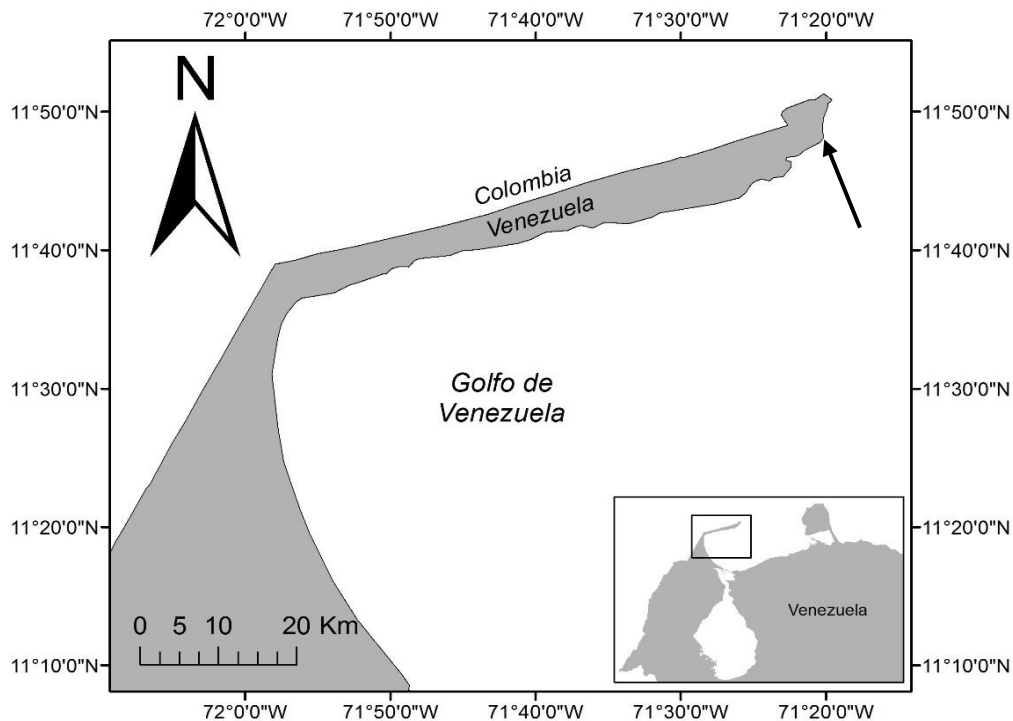


Figura 1. Ubicación relativa del área de estudio. La flecha señala a la localidad del litoral rocoso de Punta Perret (Municipio Guajira, Estado Zulia, Venezuela). El recuadro (abajo a la derecha) muestra la ubicación de la zona de estudio con respecto a la región nor-occidental de Venezuela

Colecta de datos

Se realizaron tres (3) muestreos (03-2011; 09-2011 y 12-2011), procurando las mareas más bajas de cada mes. Se clasificaron las piscinas de marea en tres zonas, de acuerdo a su altura en el litoral rocoso (con respecto a la plataforma basal), siguiendo la clasificación para piscinas de marea propuesta por Ramírez (2004) (3), en: zona infralitoral (0-80 cm), zona mesolitoral (81-140 cm) y una zona supralitoral (>140 cm) (Figura 2).



Figura 2. Zona infralitoral (0-80 cm), zona mesolitoral (81-140 cm) y una zona supralitoral (>140 cm)

En cada una de estas zonas se eligieron aleatoriamente tres piscinas de marea. Los criterios utilizados para considerar una piscina de marea fueron los siguientes: que la piscina se encontrara totalmente aislada de la entrada de agua durante la marea baja, que el volumen del agua permaneciera constante en el momento del muestreo (con referencia a escorrentía del agua por agujeros o galerías en el fondo de la piscina) y paredes y fondo definido. De cada piscina se tomaron las medidas morfométricas largo, ancho y profundidad en cm para así calcular su volumen (cm³), así como también la altura (cm) a la que se encuentran de la plataforma basal del litoral empleando una vara altitudinal (3). Los factores fisicoquímicos medidos in situ fueron salinidad (UPS) con un salinómetro refractómetro y temperatura (°C) con un termómetro ambiental de mercurio (Tabla 1).

Se contaron e identificaron de forma manual los invertebrados que se

encontraron dentro de cada piscina. Cuando la distribución de los individuos fue incontable y similar en toda la superficie de la piscina se denominó “uniforme”. Se realizó un registro fotográfico de las piscinas de marea con una cámara Sony h50 y adicionalmente se fotografió un individuo de cada especie para la identificación y la creación de una base de datos. Se identificaron por medio de las claves taxonómicas de: Abbott (38) (The American Seashells), Bitter (39), Rivera 2007 (40), Warmke y Abbot (Caribbean Seashells) (41).

Atributos comunitarios

Se aplicó el índice de Abundancia relativa (π) estimada para cada especie descrito por López, 2005 (42). Para la determinación de la Constancia de las especies se utilizó los rangos de clasificación de cada especie de acuerdo al sugerido por Sampaio y colaboradores (2002) (43). La Riqueza (“S”) se calculó por medio del programa Primer 5.9.2 para determinar la riqueza de especies presentes (d) se utilizó el índice de riqueza de Margalef, que relaciona el número de especies de acuerdo con número total de individuos (44). El índice de diversidad de especies (H') se estimó utilizando el índice de Shannon y Wiener que es una medida de heterogeneidad que toma en cuenta la riqueza y la equidad, es decir, se basa en el número de especies y en la distribución de individuos de dichas especies (44).

Los índices de dominancia y de equidad empleados fueron los propuestos por Simpson (45) y Pielou (J') (46) respectivamente. Se empleó el programa Primer 5.2.9 (PRIMER- E, 2002) para llevar a cabo los Análisis de Componentes Principales (ACP) y un Dendograma de Similitud con distancia euclidiana a la información colectada (medidas morfométricas y variables fisicoquímicas) en campo (47). Finalmente, con el programa Statistix 8 (Analytical Software, 2003) se buscaron correlaciones entre los factores fisicoquímicos medidos y los atributos comunitarios (48).

Resultados

Factores abióticos y el litoral rocoso

Los valores de temperatura y salinidad presentaron un gradiente altitudinal, el cual correspondió con la altura basal de la piscina de marea estudiada (Tabla 1). Las piscinas de la zona supralitoral presentaron valores de salinidad y de temperaturas más altos, mientras que los valores promedios más bajos de ambos parámetros fueron los registrados en las piscinas del infralitoral. En la zona mesolitoral se obtuvieron los valores intermedios tanto de temperatura como de salinidad. El resto de los factores medidos no presentaron ningún patrón evidente o destacable.

Tabla 1. Datos abióticos de altura basal, salinidad, temperatura y profundidad de la piscina de marea. Todos los valores equivalen al promedio \pm desviación standard, obtenidos en cada zona de muestreo del litoral rocoso de Punta Perret durante el periodo de estudio

Zona de muestreo	Altura basal (cm)	Salinidad (ups)	Temperatura (°C)	Profundidad (cm)
Supralitoral	178,78	38,11	29,00	3,48
	\pm 39,71	\pm 2,80	\pm 5,55	\pm 2,12
Mesolitoral	102,68	34,89	28,97	2,54
	\pm 17,80	\pm 1,96	\pm 5,78	\pm 1,29
Infralitoral	40,66	32,11	26,48	4,31
	\pm 16,02	\pm 3,18	\pm 2,95	\pm 2,25

Taxones

Se obtuvo un total de 20 taxones pertenecientes a los Phyla Arthropoda, Mollusca, Equinodermata, Annelida y Porifera (Tabla 2). Las clases Gasteropoda y Bivalvia resaltaron por su abundancia (Tabla 3).

Abundancia y constancia

Se registraron un total de 4.421 individuos en todo el litoral: 3.371 en la zona Supralitoral, 99 en la zona Mesolitoral y 951

en la Infralitoral pertenecientes a 14 taxones (Tabla 3), de los cuales los más abundantes en los tres muestreos fueron los Littorina y Nodilitorinas, Neritas y Mytela. También se observaron galerías de poliquetos pero estos no fueron considerados en el conteo ya que no se pudo determinar si los individuos ocupaban dichas galerías o no.

El índice de constancia (Tabla 4) refleja que la zona con más taxones constantes (Littorina, Nodilittorina y Nerita) es la supralitoral, en un punto medio con taxones constantes y comunes esta la zona mesolitoral. La zona infralitoral en la que se observa la presencia de casi todas las taxones encontradas en las dos zonas anteriores pero sólo los Poliplacophora como constantes, mientras que los Littorina fueron el único taxón constante encontrada en casi todas las piscinas estudiadas y en las tres zonas de muestreo.

Diversidad, equidad y riqueza

El mayor índice de diversidad fue registrado en la zona Mesolitoral ($H' = 1,529$), en la zona infralitoral se obtuvo un índice medio de ($H' = 1,339$) y por último la zona supralitoral con el índice menor ($H' = 0,628$). La diversidad total del litoral fue de 1,001. Con respecto a la equidad, el valor mayor fue de $J' = 0,509$ encontrado en la zona mesolitoral y la equidad total del litoral fue de $J' = 0,262$. Los resultados obtenidos por medio del cálculo del índice de Margalef, permiten observar un gradiente de riqueza que va desde la zona infralitoral con el valor mayor ($d = 1,458$), una riqueza media en la zona mesolitoral ($d = 1,057$) y por último la menor en la zona supralitoral 0,4921, la riqueza total del litoral fue de 1,526 (Tabla 5).

La correlación entre la riqueza y la altura ($d = 1,458$), ($p = 0,026$), fue la única correlación significativa encontrada entre las variables fisicoquímicas medidas y los índices biológicos determinados. En la Figura 3 se puede apreciar como la riqueza en las piscinas es inversamente proporcional a la altura en la que estos se encuentran con respecto a la plataforma basal, mientras más alto se encuentren las piscinas presentan menor riqueza, y mientras más cerca del agua se evidencia una mayor riqueza.

Tabla 2. Lista de especies encontradas en el Litoral Rocoso de Punta Perret, Alta Guajira Venezolana, Estado Zulia, Venezuela

Phylum	Clase	Orden	Especie	
Arthropoda	Cirripeda	Thoracica	<i>Balanus sp.</i>	
		Decapoda	Decapoda a	
	Malacostraca	Decapoda	Decapoda b	Decapoda b
			Isopoda	Isopoda a
			Litorinimorpha	<i>Littorina angustior</i>
		<i>Littorina zic zac</i>		
		<i>Nodilittorina tuberculata</i>		
		<i>EchinoLittorina interrupta</i>		
		<i>Purpula patula</i>		
		Mollusca	Gasteropoda	Cycloneritimorpha
Archaeogastropoda	<i>Nerita versicolor</i>			
Bivalva	Cycloneritimorpha		<i>Cittarium pica</i>	
			Archaeogastropoda	<i>Coculina sp</i>
	Neogasteropoda		<i>Mitrella ocellata</i>	
			Mytiloidea	<i>Mytela sp.</i>
	Pterioida		<i>Isognomon bicolor</i>	
			Poliplacophora a	
			Equinoidea	<i>Echinometra lucunters</i>
			Phyllococita	Phyllococita a
Porifera	Demospongiae	Demospongiae a		

Tabla 3. Índice de abundancia de las especies de invertebrados presentes en piscinas de marea del litoral rocoso de Punta Perret, Alta Guajira venezolana, Estado Zulia, Venezuela

Taxones	Abundancia
Littorina	0,83857316
Nodilittorina	0,05481661
Mytela	0,05038291
Porifera	0,02237001
Nerita	0,02176542
Isognomon	0,00564289
Cocculina	0,00483676
Echinometra	0,00040306
Poliplacoforo	0,00020153
Cittarium	0,00020153
Balano	0,00020153
Crustaceo 1	0,00020153
Isopodo	0,00020153
Crustaceo 2	0,00020153

Tabla 4. Índice de constancia de especies (Sampaio, 2002) aplicado a los invertebrados asociados a las piscinas de marea de cada zona del litoral rocoso de Punta Perret, Alta Guajira Venezolana, Estado Zulia, Venezuela

Taxones	Supralitoral	Mesolitoral	Infralitoral	Litoral
Litorina	constante	constante	común	constante
Nodilittorina	constante	común	común	común
Mytela	común	común	común	común
Nerita	constante	constante		común
Poliplacofora		común	constante	común
Cocculina		común		común
Cittarium			común	común
Balanos			común	común
Isopoda			común	raro
Echinometra			común	raro
Crustaceo 1			común	raro
Crustaceo 2			común	raro
Isognomon		común	común	raro
Porifera			común	común

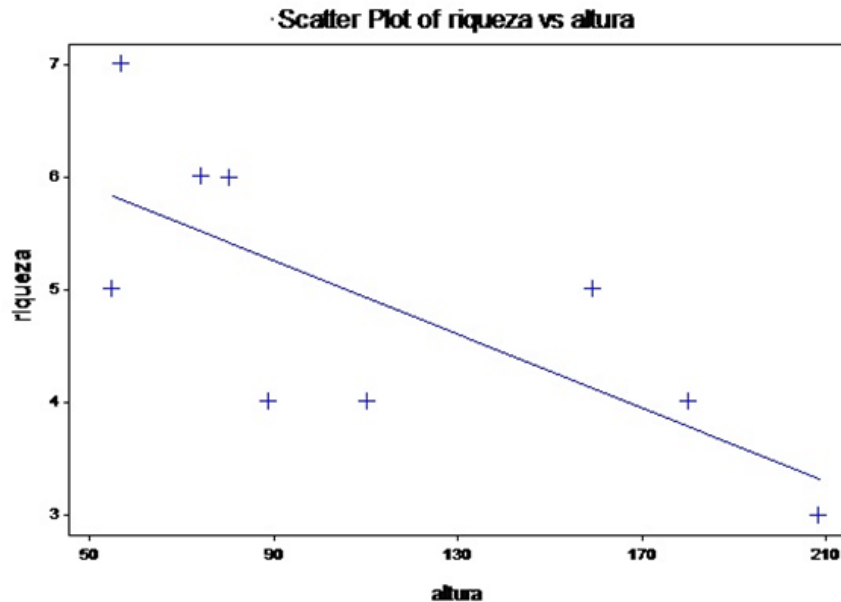


Figura 3. Riqueza vs altura, de las piscinas de marea en el Litoral Rocoso de Punta Perret, Alta Guajira venezolana, Estado Zulia, Venezuela

Tabla 5. Índices ecológicos para las piscinas de marea estudiadas en el litoral rocoso de Punta Perret, Alta Guajira venezolana, Zulia, Venezuela

	Supralitoral	Mesolitoral	Infralitoral
Diversidad	0,6289	1,529	1,339
Equidad	0,2709	0,5097	0,3869
Riqueza	0,4921	1,057	1,458

Dominancia

La dominancia mayor (índice de Shannon y Wiener) entre las tres zonas fue en la zona supralitoral; los géneros dominantes que se encontraron en las tres zonas (Tabla 6) fueron los Littorina y Mytela, la dominancia total registrada para el litoral fue de 0,71.

Tabla 6. Distribución de los macroinvertebrados asociados a las piscinas de marea del litoral rocoso de Punta Perret Alta Guajira, Estado Zulia Venezuela

Supralitoral	Nº ind	Mesolitoral	Nº ind	Infralitoral	Nº ind
Littorina	3021	Littorina	503	Littorina	637
Mytela	19	Mytela	10	Mytela	241
Nerita	98	Nerita	13	Nerita	1
Nodilittorina	233	Nodilittorina	6	Nodilittorina	3
		Poliplacoforos	12	Poliplacoforos	16
		Isognomon	85	Isognomon	23
		Cocculina	1	Cittarium	24
		Poliqueto	*	Balanos	1
				Echinometra	1
				Cangrejo	1
				Esponja	1
				Isópodo	1

* Galerías de poliquetos se encontraron en esta área con una cobertura de galerías uniforme en el fondo de las piscinas. Sin embargo la presencia del organismo vivo dentro de las galerías no pudo ser corroborada.

En el Dendograma de Similitud (distancia del tipo euclidiana) evidenció una zonación en dos grupos principales el primero representado por las piscinas de marea de la zona supralitoral y el segundo dividido en dos

grupos pequeños que representaban las piscinas de las zonas meso e infralitoral. También se observó un pequeño solapamiento entre las zonas (Figura 4).

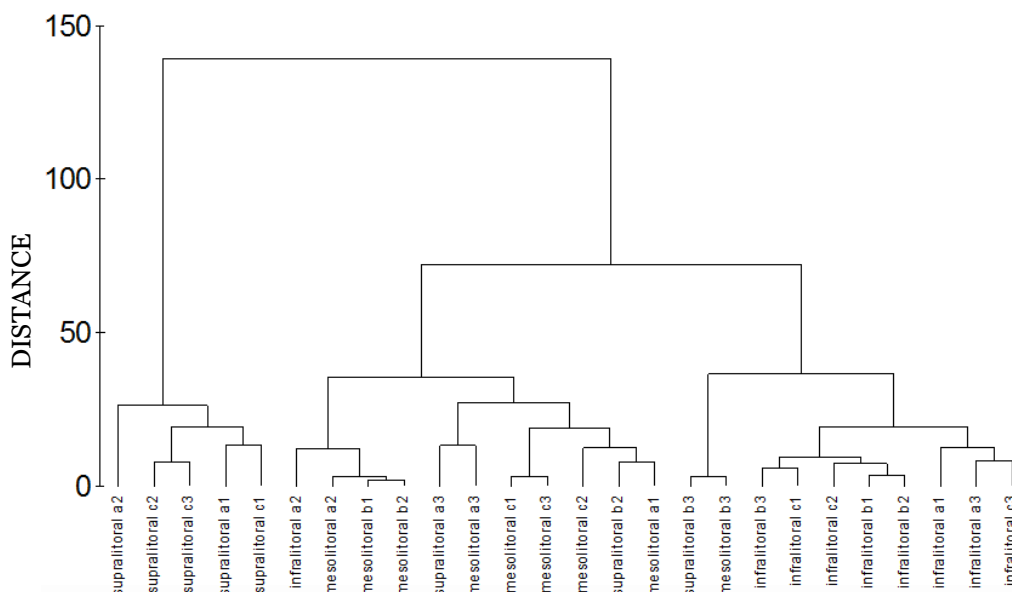


Figura 4. ADS de las variables fisicoquímicas salinidad, temperatura y altura, en todas las piscinas de marea muestreadas, del litoral rocoso de Punta Perret, Alta Guajira venezolana, Estado Zulia, Venezuela

Discusión

El gradiente presentado en los valores de salinidad y temperatura, en función de la altura basal de la piscina de marea estudiada, se debe principalmente al tiempo de recambio de agua en estos microhábitat (2, 4). En el caso de la zona supralitoral, por estar más alejada de la zona del rompimiento del oleaje, el aporte de agua (vía spray salino) ocurre de manera más esporádica, incrementándose durante las mareas altas y minimizándose durante las mareas bajas (1, 2, 4). Así como lo evidencian otros autores, este gradiente altitudinal afecta significativamente al asentamiento de especies por los efectos de desecación e incremento de salinidad y temperatura (2, 4).

En las piscinas de marea estudiadas en el litoral rocoso de Punta Perret de los 20 taxones identificados el género más

abundante fue *Litorina*. Si bien es una cantidad menor en comparación con los 62 taxones reportados por Pardo y colaboradores (2009) en todo el litoral rocoso de Punta Perret y los 25 taxones reportados por Hernández y colaboradores en el litoral rocoso de San Carlos (28, 29), y es mayor que los 6 taxones reportado por Pulido y col. (2010) en la Isla de Zapara. Es importante acotar que los trabajos de Pardo y colaboradores (2009) y Hernández y colaboradores (2015) se incluyeron todos los invertebrados presentes en el litoral y no solo los individuos localizados solo en las piscinas de marea (28, 29).

La zonación de macroinvertebrados encontrada en las piscinas de marea del litoral rocoso de Punta Perret cumple los patrones descritos por Hernández y colaboradores (2015) en el litoral rocoso de la Isla de San Carlos. El estudio de Pulido y colaboradores (2011) en las piscinas de mareas litoral de la Isla de Zapara, ambos en el Municipio Mara y también pertenecientes

al Golfo de Venezuela (28). También coinciden con los resultados obtenidos para el litoral rocoso de Punta Perret por Pardo y colaboradores en el 2009, debido a la presencia de *Littorina* en las tres zonas del litoral como organismo más abundante, a su vez se observa como en la zona supralitoral se presentó la mayor dominancia (0,801) representada por las *Littorinas* que además presentaron la abundancia relativa mayor (0,838) de todo el litoral cumpliendo con la relación encontrada por Sze (1982) en los litorales rocosos de Inglaterra, que hace referencia a que la abundancia de *Littorinas* va aumentando con respecto a la altura de la piscina de marea en el litoral (49). Las *Littorinas*, son organismos muy resistentes, es probable que esta sea la causa por la cual se le encuentre dominando las zonas superiores del sustrato rocoso, dependiendo básicamente de la pulverización del agua que llega a esta zona con el rompimiento de la ola (spray salino) (50). Este organismo es capaz de soportar la desecación, insolación y cambios de temperatura (6), además de poseer también la capacidad de respirar aire directamente de la atmosfera durante varios meses en condiciones extremas (adaptación fisiológica) (50).

La zona supralitoral ($H' = 0,6289$) posee la menor diversidad, mientras que las piscinas de marea de la zona mesolitoral poseen la mayor diversidad ($H' = 1,5029$). Se evidencia el solapamiento de especies (del infra y supralitoral) en esta zona media, correspondiendo al concepto de ecotono entre comunidades abiertas. Diversos factores inciden en la diversidad, equidad y naturaleza de una comunidad abierta, por lo que evaluar estas relaciones demanda trabajos de tramas tróficas mucho más avanzados, los cuales se verán influenciados por las características de cada localidad. En la presente investigación, se observó que las zonas meso e infralitoral presentaron los máximos valores, debido a la estabilidad de las condiciones fisicoquímicas, además de la gran variedad de microhábitats y concavidades producto

de la meteorización de la roca del litoral, que en conjunto hacen posible el hospedaje de un mayor número y una distribución homogénea de especies (51).

En el estudio de las variables fisicoquímicas medidas se puede observar como existe un microclima que caracteriza las piscinas de cada zona de manera general (Tabla 1). En la zona supralitoral la ubicación de las piscinas superan el metro de altura, no poseen ningún grado de sombra manteniéndose expuestas completamente a la radiación solar durante el día debido a la heterogeneidad espacial del litoral, presentan el mayor grado de salinidad del litoral llegando a salinidades hasta de 58 ups (promedio 38 ups), producto de la desecación por la constante radiación solar durante el día y el esporádico recambio de agua. La temperatura también es la más alta de litoral y de igual manera se ve influenciada por el grado de radiación solar que reciben estas piscinas durante el día, en el caso de la profundidad las piscinas de esta zona son las menos profundas, por otra parte las piscinas de marea de la zona mesolitoral poseen una estructura microclimática que refleja la transición entre las zonas supra y mesolitoral con temperaturas muy similares a las supralitorales, salinidades medias de 34 ups y una altura y profundidad media, por último las piscinas ubicadas en la zona infralitoral poseen la menor altura y se encuentran en la zona intermareal que es solo descubierta en mareas bajas por esto la temperatura y salinidad de estas piscinas es la menor de todo el litoral (hasta 2°C menos que en las piscinas de zonas superiores) y la profundidad producto de la erosión de la roca por la influencia de las olas es mucho mayor para las piscinas de esta zona (5, 14, 25, 26).

Las variables fisicoquímicas medidas presentaron un patrón de zonación que fue evidente en el Análisis de Dendograma de Similitud (ADS). Se observó la separación de dos grupos: uno que involucra solo a las zonas supralitorales en los diferentes

muestreos y otro que se divide en mesolitoral e infralitoral. Evidenciando con ello la estrecha similitud entre la zona supralitoral con la mesolitoral y la mesolitoral con la infralitoral. Mostrando que la estructura fisicoquímica del litoral si beneficia una zonación patrón para los individuos.

De las correlaciones entre las variables fisicoquímicas medias y los índices comunitarios abundancia, diversidad, dominancia, equidad, constancia y riqueza realizadas, solo esta última presentó una correlación de Pearson significativa altura-riqueza ($d=1,528$; $p=0,0267$), indicando que la riqueza aumenta en el litoral conforme se aproxima a la zona de marea baja (53). Al igual que lo reportado por Menge y colaboradores, (8) y Hernández y colaboradores (28), los índices de riqueza y diversidad varían predeciblemente con el avance desde las zonas altas hasta las bajas del litoral, aunque en algunos casos esta progresión es interrumpida por bandas de alta densidad que reducen bruscamente la biomasa y la diversidad, producto del aumento en la marea o excesos de nutrientes.

La riqueza específica es un reflejo de la diversidad ambiental que exhibe cada zona para los organismos característicos del litoral rocoso; en la zona supralitoral con pendientes muy pronunciadas, sólo se encuentran algunas especies de Littorinas y Neritas, mientras que en la zona mesolitoral, se encuentran organismos con mecanismos adaptados para sujetarse a las rocas (1, 6, 50). En la zona supralitoral se hacen presentes aquellas especies que soportan la emersión continua, por lo cual los factores físicos (radiación solar, salinidad, temperatura, entre otros) limitan la riqueza de especies; en cambio, en la zona sumergida, a pesar de que existe una mayor diversidad de especies, la baja abundancia de organismos pudiese corresponder a la acción de depredadores de fondo (7, 9). En el caso de la diversidad perturbaciones intermedias tanto naturales (fuerte oleaje, vientos violentos o cambio en

la marea), competencia interespecífica; así como antropogénicas (extracción de especies, contaminación, entre otros) (9).

Las condiciones fisicoquímicas de las piscinas de marea oscilan vertical y horizontalmente, dependiendo al momento del día (en algunos países subtropicales entre 5 y 15 °C durante el día) (1). Es claro que los patrones fisicoquímicos que conforman los microclimas de las piscinas de marea en el litoral rocoso de Punta Perret se encuentran bien determinados en las tres zonas del litoral, pero las correlaciones no significativas de estos con la diversidad, equidad, abundancia y dominancia indican que existen otros factores que están afectando los patrones de zonación de las especies en este litoral (5).

Connell en 1961 y Paine en 1966 describen el hecho de que no solo es la tolerancia de las especies a la zona la que afecta en la zonación sino que a su vez los patrones de la comunidad son fuertemente controlados por factores bióticos (competencia y depredación), demostrando que los límites son también establecidos por las interacciones de las especies depredadoras tope (17, 18).

Cittarium pica es considerado una de las tres especies de invertebrados más importantes económicamente para el Caribe y clasificado en el libro rojo de la fauna venezolana como especie Vulnerable por la reducción de las poblaciones resultado de la extracción de la especie (53). Por medio de entrevistas informales a las personas de la comunidad se encontró que el *Cittarium pica* para los indígenas que habitan en Castillete y Wincua, ha sido considerado durante muchos años ingrediente principal de la alimentación de esta población. Por lo que se presume que la población de *Cittarium pica* en el litoral rocoso de Punta Perret haya disminuido en los últimos años, así como el tamaño de los individuos encontrados. Esto se podría influir en los organismos utilizados por *Cittarium pica*, como es el caso de las

Littorinas (efecto por remoción de especie clave). Posiblemente la presión por la extracción de esta especie en este litoral tiene una influencia alta en la zonación de los individuos.

Organismos como balanos, isópodos y erizos que están reportados para el resto de los litorales venezolanos con gran abundancia y diversidad, en el litoral rocoso de Punta Perret se encuentran escasas o ausentes. Mayores evaluaciones deben llevarse a cabo para entender el proceso de colonización, reclutamiento y distribución de estas especies en el litoral estudiado. Sin embargo no se descarta que su baja frecuencia sea producto de alteraciones antrópicas directas (pesca artesanal) o indirectas (contaminación) en la zona.

Según las consideraciones anteriores se identificaron los siguientes patrones espaciales de la comunidad de Punta Perret dividiéndose en una zona supralitoral dominada por los Littorinas y Neritas, una zona mesolitoral dominada por Mytilus, Isognomon, una distribución generalmente uniforme de galerías de Poliquetos en todas las piscinas y Littorinas y una zona infralitoral con presencia de littorinas, mejillones, esponjas, cangrejos, isópodos, poliplacóforos y escasos erizos. Zonación que difiere a lo reportado previos autores en la zona de estudio (28-30).

Conclusiones

Los macroinvertebrados asociados a las piscinas de marea del Litoral Rocosos de Punta Perret se encontraron representados por cinco Phyla: Arthropoda, Equinodermata, Annelida, Porifera y Mollusca. Siendo este último el más representativo. De los 20 taxones encontrados las littorinas fueron las más abundantes, constantes y dominantes en las piscinas de marea encontradas en las tres zonas del litoral. Las piscinas con el índice de equidad y diversidad mayor fueron las ubicadas en la zona Mesolitoral, comportándose esta como un ecotono entre las zonas Supralitoral e Infralitoral. La correlación entre la riqueza y la altura fue la única correlación significativa encontrada entre los índices biológicos y las variables fisicoquímicas medidas.

La zonación de los macroinvertebrados asociados al litoral rocoso de Punta Perret no se definió en las tres bandas representadas por Littorina, Cirrípedos y algas. Esto pudiese estar relacionado a la influencia antrópica representada en el litoral por derrames de petróleo (evidenciados y registrados), así como a la extracción de individuos depredadores, ocasionando así una zonación atípica para estos.

Se recomiendan realizar monitores de mayor duración temporal para profundizar en las conclusiones arrojadas por la presente investigación.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su gratitud a los colaboradores y voluntarios del Laboratorio de Ecología General (LUZ) quienes colaboraron en la cristalización de este proyecto; en especial a Efraín Moreno por su apoyo durante los muestreos. Igualmente agradecemos a la oficina de Decanato de la Facultad Experimental de Ciencias, a sus Divisiones de Extensión y de Investigación por el préstamo de vehículo para el traslado a la zona de estudio. Finalmente, quisiéramos agradecer por todo el apoyo logístico a las comunidades Wayuu de las localidades de Castilletes y Wincua por compartir su conocimiento ancestral con nosotros.

Referencias bibliográficas

1. METAXAS, A., SCHEIBLING, R. E. *Marine ecology progress series. Oldendorf* 98, 187-198. 1993.
2. DE WAELE, J., MUCEDDA, M., MONTANARO, L. *Geomorphology* 106, 26-34. 2009.
3. MILOSLAVICH, P., KLEIN, E., in Prioridades De Pdvs En La Conservación De La Biodiversidad En El Caribe Venezolano, E. Klein, Ed. (Petróleos de Venezuela, S.A., Universidad Simón Bolívar, The Nature Conservancy, Caracas, Venezuela, 2008), pp. 16-19.
4. RAMÍREZ, J. F., *Estudio De Los Ecosistemas Formados Por Las Piscinas Litorales Construidas En El Norte De La*

- Isla De Gran Canaria. (Fundación Universitaria de Las Palmas, 2004).
5. CHAPPUIS, E., TERRADAS, M., CEFALÌ, M. E., MARIANI, S., BALLESTEROS, E. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 147, 113-122. 2014.
 6. RODRÍGUEZ, G., *Las Comunidades Bentónicas*. Ecología Marina (Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Margarita, Venezuela, 1972), pp. 570-600.
 7. BARNES, R. S. K., HUGHES, R. N., *An Introduction to Marine Ecology*. (John Wiley & Sons, 2009).
 8. MENGE, B. A., CHAN, F., LUBCHENCO, J. **Ecology Letters** 11, 151-162. 2008.
 9. CABRAL-OLIVEIRA, J., DOLBETH, M., PARDAL, M. **Marine and Freshwater Research** 65, 750-758. 2014.
 10. HIELSCHER, N., MALZAHN, A., DIEKMANN, R., ABERLE, N. **Helgoland Marine Research** 69, 385. 2015.
 11. DROOP, M. R. **Acta Botanica Fennica** 51, 1-52. 1953.
 12. HUGGETT, J., GRIFFITHS, C. **Marine Ecology Progress Series** 29, 189-197. 1986.
 13. PYEFINCH, K. **The Journal of Animal Ecology**, 82-108. 1943.
 14. VELÁSQUEZ, C., JARAMILLO, E., CAMUS, P. A., MANZANO, M., SÁNCHEZ, R. **Revista de biología marina y oceanografía** 51, 33-50. 2016.
 15. SAGARIN, R. D., BARRY, J. P., GILMAN, S. E., BAXTER, C. H. **Ecological monographs** 69, 465-490. 1999.
 16. GILMAN, S. E., URBAN, M. C., TEWKSBURY, J., GILCHRIST, G. W., HOLT, R. D. **Trends in Ecology & Evolution** 25, 325-331. 2010.
 17. CONNELL, J. H. **Ecological Monographs** 31, 61-104. 1961.
 18. PAINE, R. T. **American Naturalist** 100, 65-75. 1966.
 19. BENTGSSON, J. **Nature** 340, 713-715. 1989.
 20. HANSKI, I., SIMBERLOFF, D. **Metapopulation biology** 1, 5-26. 1997.
 21. ARDITO, S., GARCÍA, M. **Acta Botánica Venezuelica**, 113-143. 2009.
 22. AYALA, Y., MARTÍN, A. **Boletín. Instituto Español de Oceanografía** 19, 171-182. 2011.
 23. GARCÍA, M., GÓMEZ, S. **Acta Botanica Venezuelica** 27, 43-55. 2004.
 24. SOLÉ, M., VERA, B. **Caribb. J. Sci** 33, 1997.
 25. FERNÁNDEZ, J., JIMÉNEZ, M. **Revista de Biología Tropical** 54, 121-130. 2006.
 26. FERNÁNDEZ, J., JIMÉNEZ, M., ALLEN, T. **Revista de Biología Tropical** 62, 947-956. 2014.
 27. CRUZ-MOTTA, J. J. **Ciencias marinas** 33, 133-148. 2007.
 28. HERNÁNDEZ, N., GUERRERO, R., MORALES, F. **Ciencia** 23, 5-13. 2015.
 29. PARDO, C., SEVEREYN, H., MORAN, L., PERNIA, Y., NAVA, M., **Moluscos Bentónicos Asociados Al Litoral Rocoso De Punta Perret, Castillete, Alta Guajira Venezolana, Golfo De Venezuela**. VIII Congreso Venezolano de Ecología, Falcon, Venezuela, 154. 2009.
 30. PERNIA, Y., MORAN, L., SEVEREYN, H., PARDO, C., **Zonación De Moluscos Bentónicos En Litoral Rocoso De Punta Perret, Castillete, Alta Guajira Venezolana, Golfo De Venezuela**. VIII Congreso Venezolano de Ecología, Falcon, Venezuela, 155. 2009.
 31. BARRIOS-GARRIDO, H. *et al.* **Ciencia** 24, 27-40. 2016.
 32. MEDINA, E., BARBOZA, F. **Ecotropicos** 16, 75-82. 2003.
 33. BARRIOS-GARRIDO, H., MONTIEL-VILLALOBOS, M. G. **Herpetological Conservation and Biology** 11, 244-252. 2016.

34. MORÁN, L., SEVEREYN, H., BARRIOS-GARRIDO, H. *Interciencia* 39, 136-139. 2014.
35. NAVA, M., SEVEREYN, H., DE SEVEREYN, Y. G. *Ciencia* 16, 296-302. 2008.
36. REYES, J. *et al. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 41, 376-393. 2007.
37. NIETO-BERNAL, R. *et al. Revista de Biología Tropical* 61, 683-700. 2013.
38. ABBOTT, R. T., *American Seashells; the Marine Mollusks of the Atlantic and Pacific Coasts of North America*. (Van Nostrand Reinhold, 1974).
39. BITTER, S. R., *Conchas Marinas Del Estado Falcón (Venezuela). Guía Práctica Para Su Colección E Identificación*. Cent. Invest. Mar. Univ. Nacional Experimental Francisco De Miranda (Cent. Invest. Mar. Univ. Nacional Experimental Francisco de Miranda, Coro, Venezuela, 2003), pp. 125.
40. RIVERA, R. Diversidad Y Patrones De Distribución Espacial De Las Comunidades De Moluscos De La Fachada Atlántica Venezolana: El Efecto De Los Parámetros Ambientales. División de Estudios para Graduados. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela pp. 2007.
41. WARMKE, G. L., ABBOTT, R. T., *Caribbean Seashells; a Guide to the Marine Mollusks of Puerto Rico and Other West Indian Islands, Bermuda and the Lower Florida Keys*. (1961).
42. LOPEZ, J., *Manual De Ecología*. (Editorial Trillas, Ciudad de Mexico, Mexico, 2005), pp. 135.
43. SAMPAIO, E., ROCHA, O., MATSUMURA-TUNDISI, T., TUNDISI, J. *Brazilian Journal of Biology* 62, 525-545. 2002.
44. LUDWING, J. A., REYNOLDS, J. F., *Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing*. (John Wiley & Sons, 1988).
45. GLIESSMAN, S. (1998). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Sleeping Bear Press. Costa Rica. 242 pp.
46. FRANCO, J. *et al. Manual de Ecología*. Editorial Trillas. 266 pp. (2005).
47. AMEZCUA, F., PORTILLO, A. *Revista de biología marina y oceanografía* 45, 335-340. 2010.
48. MORAN, L. Composición, Abundancia, Diversidad De Moluscos En La Laguna De Cocinetas, Alta Guajira Venezolana Golfo De Venezuela. Departamento de Biología. Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela 68 pp. 2009.
49. SZE, P. *Botanica Marina* 25, 269-276. 1982.
50. SHAHRIARI, A., DAWSON, N. J., BELL, R. A., STOREY, K. B. *Enzyme research* 2013, 1-7. 2013.
51. KREBS, C. J., "Ecological Methodology," (Harper & Row New York, 1989).
52. MCQUAID, C. *Oecologia* 53, 123-127. 1982.
53. BASTIDAS, C., CIPRIANI, R., MARTINEZ, R., MILOSLAVICH, P. (2015). Quigua, Cittarium pica. www.animalesamenazados.provita.org.ve/content/quigua

BIOLOGÍA/BIOLOGY

Distribución y diversidad de actinarios en Areas Naturales Protegidas: Arrecifes Alacranes y Cozumel

Actinaria diversity and distribution in Areas natural protected: Reef Alacranes and Cozumel

Alicia González-Solis, Daniel Torruco y Ángel Daniel Torruco-González
(Yucatán, México)

6

Comunidades de macroinvertebrados asociadas a piscinas de marea del litoral rocoso Punta Perret, edo. Zulia, Venezuela

Macroinvertebrates community's structure associated to tide pools in the rocky shore of Punta Perret, Zulia state, Venezuela

Graciela Pulido Petit, Natalie Wildermann y Héctor Barrios-Garrido
(Maracaibo, Venezuela)

15

Sinergistic effects of steroidal glycosides of solanum upon human A375 melanoma cells. A comparison with Ketoconazole

Efectos sinérgicos de glicósidos esteroidales de solanum sobre células del melanoma humano A375. Una comparación con ketoconazol

Bernardo Chataing and Alfredo Usubillaga
(Mérida, Venezuela)

29

QUÍMICA/ CHEMISTRY

Transformación de etileno sobre zeolita tipo MFI sintetizada en medio inorgánico e intercambiada con metales

Transformation of ethylene over MFI zeolite synthesized in inorganic medium and exchanged with metals

Maria Isabella Brikgi Aslan y Carmen Milena López
(Caracas, Venezuela)

38