

BOLETÍN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

HALIMEDA OPUNTIA COMO SUSTRATO PARA POTAMILLA sp. EN CAMPOS DE THALASSIA TESTUDINUM. <i>Ricardo Bitter-Soto y Luis Lemus Jiménez.....</i>	1
NUEVO GÉNERO SURETONORPUS DE VENEZUELA (COLEOPTERA: NOTERIDAE: PRONOTERINI). <i>Mauricio García.....</i>	19
VARIACIÓN MULTITEMPORAL DE LA LÍNEA COSTA DE LA BAHÍA SAN LUCAS, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO Y SUS AMBIENTES DE PLAYAS. <i>Luis R. Núñez, Alejandro G. Matiano y Sandra J. Núñez.....</i>	52
PARACYMUS DE VENEZUELA (COLEOPTERA: HYDROPHILIDAE: LACCOBIINI), PARTE IV: ADICIÓN DE SEIS NUEVAS ESPECIES. <i>Mauricio García.....</i>	72
FLORÍSTICA DE COMUNIDADES VEGETALES EN EL ÁREA MINERA CORREGENTE, BOCHINCHE, RESERVA FORESTAL IMATACA, CUENCA DEL RÍO SANTA MARÍA, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA. <i>Wilmer A. Díaz-Pérez y Raúl Rivero.....</i>	101
MELONGENA MELONGENA (LINNAEUS, 1758) EN EL SISTEMA LAGUNAR DE BOCARIPO, NORORIENTE DE DE VENEZUELA. <i>Erickxander Jiménez-Ramos, Jaime Frontado-Salmerón, Lederle Hernández-Otero y Vanessa Acosta-Balbas.....</i>	123
INSTRUCCIONES A LOS AUTORES.....	135
INSTRUCTIONS FOR AUTHORS.....	145

Vol. 56, N^o 1, Pp. 1-154, Enero-Junio 2022

UNA REVISTA INTERNACIONAL DE BIOLOGÍA PUBLICADA POR
LA
UNIVERSIDAD DEL ZULIA, MARACAIBO, VENEZUELA.



***HALIMEDA OPUNTIA* COMO SUSTRATO PARA *POTAMILLA* SP. EN CAMPOS DE *THALASSIA TESTUDINUM*.**

Ricardo Bitter-Soto¹, Luis Lemus-Jiménez²

¹Centro de Investigaciones Marinas (CIMAR), Universidad Francisco de Miranda.
Correo-e: cardenalcoriano@gmail.com

²Dpto. de Botánica, Programa de Agronomía, UNEFM.

RESUMEN

Las algas calcáreas como *Halimeda*, forman agrupaciones muy estables, y constituyen el sustrato sobre el que se establecen organismos sésiles como los anélidos poliquetos, además atrapan sedimento y material orgánico como el nitrógeno. Se muestrearon tres localidades, seleccionadas con base en la distancia a mar abierto y profundidad: 8 km y 30 cm, 7 km, 80 cm y 6 km, 150 cm (A, B y C respectivamente) en el Parque Nacional Morrocoy; en cada una se demarcó un área de 20 x 20 m, se muestreó mensualmente un mínimo de 10 cuadratas (1 m²), seleccionadas mediante una tabla de números aleatorios, para un total de 140 cuadratas/localidad. En cada una se hizo énfasis en la biomasa del alga calcárea *Halimeda opuntia*, la abundancia del poliqueto tubícola *Potamilla* sp. y el contenido de nitrógeno en el sedimento adyacente a *Halimeda opuntia* (Chlorophyta, Bryopsidales) en campos de *Thalassia testudinum*. La abundancia de *Potamilla* sp., y el contenido de nitrógeno presentaron un gradiente escalonado A > B > C, está influenciada por el contenido de nitrógeno en el sedimento y la biomasa de *H. opuntia*. La influencia del alga se notó particularmente en la abundancia de *Potamilla* sp y la cantidad de nitrógeno. La relación estadísticamente significativa entre la abundancia de *Potamilla* sp, la biomasa de *H. opuntia* y en contenido de nitrógeno en el sedimento fue estadísticamente significativa. Los resultados obtenidos están apoyados por un análisis de regresión múltiple (r: 0.6549 p < 0.01).

Palabras clave: *Halimeda opuntia*, *Potamilla*, sustratos algícolas calcáreos.

***HALIMEDA OPUNTIA* AS SUBSTRATE TO POLYCHAETE *POTAMILLA* SP, IN *THALASSIA TESTUDINUM* MEADOWS.**

ABSTRACT

Calcareous algae form very stable groups, and constitutes the substrate to polychaete tube building as *Potamilla* sp. and other sessile organisms, and trap sediment and organic material such as nitrogen. It has been determined that the epiphytic organisms associated with an algae influence it, and this in turn determines the type of organism that can live associated with it. Localities A, B, C were sampled in the Morrocoy National Park; in each one, an area of 20 x 20 m was demarcated, where a minimum of 10 blocks (1 m²) were sampled monthly, selected by means of a table of random numbers, for a total of 140 blocks / location . In each one, emphasis was placed on the biomass of the calcareous algae *Halimeda opuntia* (Chlorophyta, Bryopsidales), the abundance of the polychaete tube building *Potamilla* sp. and nitrogen content in sediment adjacent to *H. opuntia* in *Thalassia testudinum* meadows. The abundance of *Potamilla* sp. varied between A, B and C; it is influenced by the nitrogen content in the sediment and the biomass of *H. opuntia*, both parameters presented a stepped gradient in the direction A > B > C. The influence of the algae was particularly noticeable in abundance of *Potamilla* sp, biomass of *Halimeda opuntia* and nitrogen content. The statistically significant relationship between the abundance of *Potamilla* sp, the biomass of *H. opuntia* and the nitrogen content in the sediment were statistically significant. These results are supported by a multiple regression analysis (r: 0.6549 p < 0.01).

Key Words: *Halimeda opuntia*, *Potamilla*, calcareous green algae, calcareous algae substrates.

Recibido / Received: 03-01-2022 ~ **Aceptado / Accepted:** 04-05-2022

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se basa en una experiencia anterior, pero con un enfoque diferente, analizando juntos los elementos importantes del ecosistema *Thalassia*, incluyendo la biomasa del alga calcárea *Halimeda opuntia*, la cantidad de nitrógeno en el sedimento y la abundancia del poliqueto tubícola *Potamilla* sp., estos elementos están interconectados por lo que uno influencia a otro. Entre los ambientes marinos litoral,

los talos algales constituyen un sustrato favorable para el establecimiento de organismos sésiles (animales o vegetales), de esta forma, los poliquetos pueden seleccionar el alga que facilita el sustrato, basándose tanto en características internas como externas, aunque la forma (o complejidad estructural) del alga es un regulador más fuerte que la palatabilidad o las defensas químicas (Bates 2009), esto sucede con *Halimeda*. Entre estas defensas se señalan su talo muy calcificado en arreglos compactos, su bajo contenido calórico y la producción de compuestos químicos (diterpenoides) que repelen a algunos herbívoros (Valerie y Van Alstyne 1988).

Las formaciones de algas calcáreas constituyen un sustrato excelente para organismos diversos animales o vegetales; los talos de estas algas forman agrupaciones muy estables, los cuales constituyen el sustrato sobre el que se establecen organismos sésiles; entre esos grupos uno que se presenta en mayor número es el de los anélidos poliquetos (Martin 1987).

Estos hábitats están relacionados generalmente a asociaciones de macrofauna abundante y diversa (Dean y Connell 1987) por lo tanto, tienen una contribución grande a la biodiversidad local. Se piensa que las características físicas de estos hábitats tienen una influencia fuerte en los organismos asociados, debido a que la estructura algal atrapa sedimento y material orgánico (Kelaheer 2002).

En estudios anteriores, se ha determinado que los organismos epifitos asociados a un alga, ejercen influencia sobre la misma, y ésta a su vez determina el tipo de organismo que puede vivir asociado a ella. Por su distribución amplia y la morfología compleja del talo, las algas del género *Halimeda* (Chlorophyta, Bryopsidales) forman microhábitats que son ocupados por diversas especies animales y vegetales (De Macedo Carneiro 2011).

La abundancia de una especie en particular puede estar determinada, además del conjunto de nutrientes, nitrógeno, en particular, por el incremento en la biomasa de las fanerógamas marinas (Heck 1977; Heck y Orth 1980), y por la arquitectura de la planta, lo cual se puede traducir en un incremento de la heterogeneidad y complejidad del hábitat (Virstein *et al.* 1984).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la relación entre la abundancia del poliqueto *Potamilla* sp., la biomasa de *Halimeda opuntia* (Chlorophyta) y la concentración de nitrógeno en el sedimento en campos de *Thalassia testudinum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Parque Nacional Morrocoy, costa Noroeste de 182 Venezuela ($10^{\circ}52'N$ - $69^{\circ}16'W$); allí se seleccionaron tres campos (A, B, C) de *Thalassia testudinum* con base en el tipo de sedimento, profundidad y la distancia al mar abierto (Fig. 1).

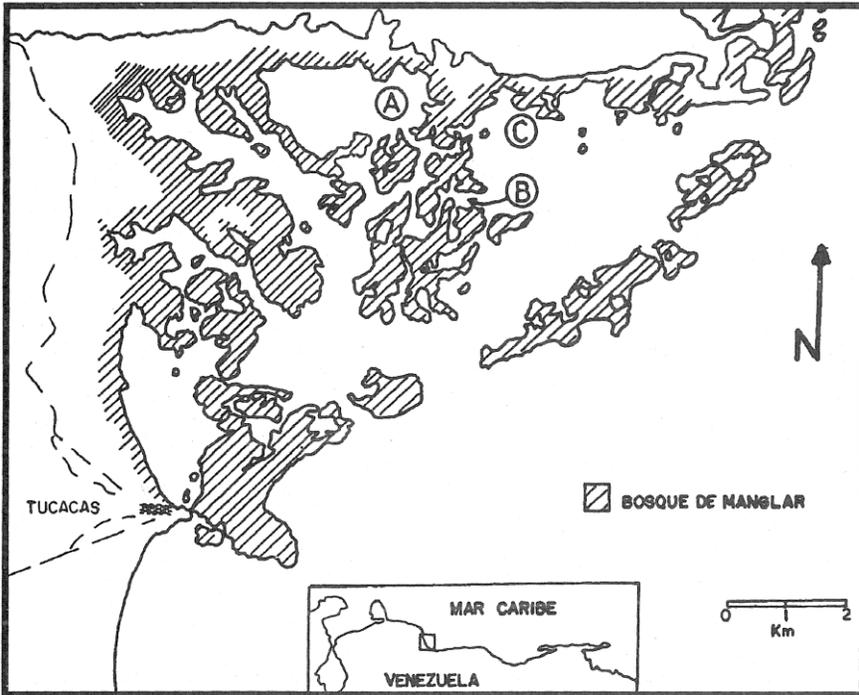


Figura 1. Ubicación de las localidades de muestreo (A, B, C) en el Parque Nacional Morrocoy. (Fuente: Bitter 1993).

En cada localidad se demarcó una superficie de 400 m² (20 x 20 m). El área de trabajo se dividió, formando cuadrados de 1 x 1 m para un mejor muestreo de la fauna bentónica según Weimberg (1981).

Se realizó un muestreo simple al azar, mediante la selección mensual de un mínimo de 10 cuadratas (con ayuda de una tabla de números al azar) en cada localidad de trabajo.

Durante 13 meses consecutivos se muestrearon 140 cuadratas en cada localidad. Se recogieron cinco muestras de sedimento en cada localidad, empleando un cilindro de PVC de 20 cm de alto x 4,5 cm de diámetro. Los núcleos obtenidos eran mantenidos refrigerados hasta su congelación; para su procesamiento se separaron los primeros milímetros (<10 mm) del tope superior, fracción procesada normalmente por los detritívoros (Sambrano *et al.* 1990).

La concentración de nitrógeno se determinó usando el método de micro-kjeldahl. Trimestralmente, en cada localidad se colectaron tres muestras de *Halimeda opuntia* en igual número de cuadrados para determinar la biomasa foliar.

El análisis de los datos se realizó mediante estadística multivariada: análisis de regresión múltiple para la interacción de los parámetros analizados, Análisis de varianza no paramétrico Kruskal-Wallis (H') para la diferencia de los valores de biomasa de *Halimeda*, concentración de nitrógeno en el sedimento, y abundancia del poliqueto *Potamilla* sp. en las localidades muestreadas.

RESULTADOS

La organización biológica de los campos de *T. testudinum* depende de las combinaciones más o menos complejas de las características fisicoquímicas y biológicas y su variación en el tiempo (Zieman 1982). Entre esas variaciones se encuentra la relativa a la calidad y cantidad de nutrientes y la cantidad de biomasa vegetal.

Los valores del porcentaje de nitrógeno en las tres localidades de trabajo presentaron mucha variación, con límites de confianza bastante amplios (CV=18.3, 30.4 y 18.7 en A, B, y C respectivamente). Los valores medios en las zonas A, B y C fueron 4.5, 3.99 y 2.5 mg N/g sedimento respectivamente. Las muestras fueron significativamente diferentes (Kruskal - Wallis, $p < 0.01$) (Tabla 1).

Según los datos obtenidos, la abundancia (ind/m²) de *Potamilla* sp. (21.5, 6 y 1.1. en A, B y C, respectivamente) está influenciada por el contenido de nitrógeno en el sedimento y la biomasa del alga calcárea *H. opuntia*: ambos parámetros presentaron un gradiente escalonado en el sentido A > B > C. La influencia del alga se notó particularmente en la abundancia de *Potamilla* sp. y la cantidad de nitrógeno en el sedimento. Los resultados obtenidos están apoyados por un análisis de regresión múltiple ($r: 0.6549$ $p < 0.01$) (Bitter 1993).

La biomasa de *H. opuntia* también presentó un gradiente similar, encontrándose que en la localidad A la biomasa de *Halimeda* triplicaba a la registrada en las localidades B y C (Tabla 2). Se determinó que las tres poblaciones de datos eran diferentes (Kruskal-Wallis $p < 0.05$). Los valores medios de la biomasa fueron 1125.33, 401, 20 y 3 70,45 g/m² en las localidades A, B y C, respectivamente. En la localidad A hay predominio amplio del poliqueto *Potamilla* sp. con un 82 % de dominancia relativa y 91% de frecuencia de aparición, con respecto a las 17 especies registradas en esta localidad. En las localidades B y C esta especie ocupó el 4 y 5 puesto respectivamente (Bitter 1988). Se comparó la abundancia promedio de *Potamilla* sp. en los sitios muestreados. El coeficiente de rango de Spearman (rs) indicó que las diferencias en las abundancias interlocalidades son significativas: A-E = 4 .18; A-C = 13 .30; B-C = 12.56 ($p < 0.01$). Utilizando el análisis de regresión múltiple se encontró correlación estadísticamente significativa entre *Potamilla* sp. y *H. opuntia* ($r = 0.6549$), % Nitrógeno ($r = 0.6498$, % Arcilla ($r: 0.7270$) ($p < 0.01$). Estas relaciones se muestran en las Figs. 2 y 3.

En la localidad A, la combinación de *T. testudinum* y *H. opuntia* fue la dominante (Fig. 4). En la localidad B, *T. testudinum* domina la composición florística del hábitat. En la localidad C, la dominancia de *Thalassia* aumenta y la de *Halimeda* disminuye con respecto a la localidad B, En C, las algas epifitas están prácticamente ausentes.

En general, la mayor abundancia de *Potamilla* se registró en aquellos sitios (Fig. 4) donde la biomasa de *H. opuntia* fue abundante. En efecto, los tubos de este poliqueto se encuentran densamente entre las hojas de *H. opuntia*, las cuales parecen servir como barrera protectora contra las corrientes marinas y los depredadores.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos medidos en las localidades muestreadas.

Parámetros	Localidades		
	A	B	C
% Materia orgánica	9,68 ± 1,19	6,91 ± 2,1	4,71 ± 1,5
% Carbono	5,60 ± 0,69	3,99 ± 1,2	2,76 ± 0,9
% Nitrógeno	0,45 ± 0,58	0,38 ± 0,96	0,25 ± 0,4
% Arena	67,9 ± 7,82	75,5 ± 7,7	80,5 ± 4
% Limo	14,1 ± 14,1	14,2 ± 8,9	12 ± 1,9
% Arcilla	18,07 ± 8,13	10,5 ± 2,4	7,5 ± 2.3
Temperatura del agua °C	31,5 ± 1,2	29,4 ± 1,2	29,2 ± 1

Tabla 2. Biomasa de *H. opuntia* y *T. testudinum* en las localidades muestreadas

	Localidades		
	A	B	C
Biomasa foliar <i>Thalassia</i> *	430 ± 295 (40 %)	532,8 ± 186 (32 %)	609,7 ± 253 (26 %)
Biomasa rizoma <i>Thalassia</i> *	634,9 ± 520 (60 %)	1.132 ± 421 (70 %)	1496 ± 599 (74 %)
Biomasa <i>Halimeda</i> <i>opuntia</i> *	1125 ± 876	401 ± 306	370± 93
Abundancia de ** <i>Potamilla</i> sp.	21,5	6	1

La cifra entre paréntesis es el porcentaje que representa de la biomasa total
 *g peso seco/m² **Tubos de *Potamilla* sp/m²

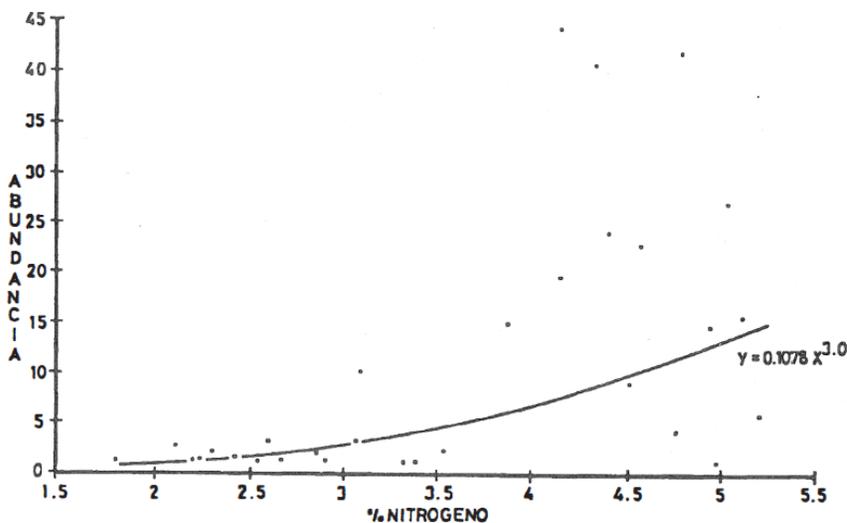


Figura 2. Variación de la abundancia de *Potamilla* sp. en relación al porcentaje de nitrógeno en el sedimento.

Fuente: Bitter (1993)

8

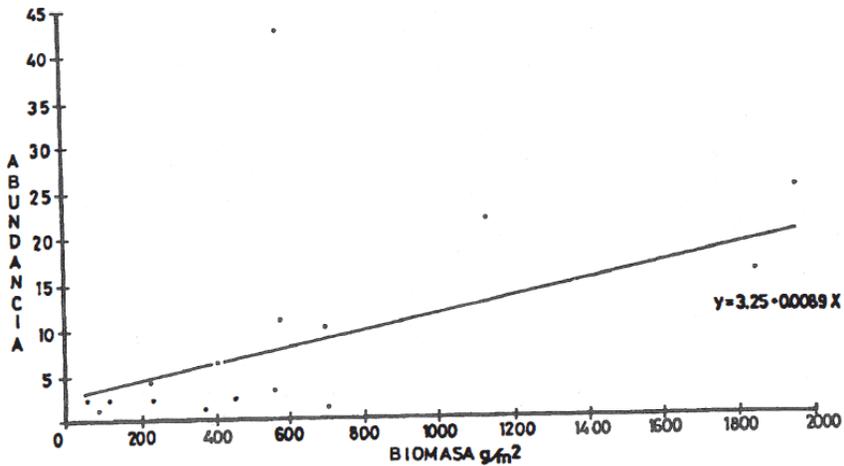


Figura 3. Variación de la abundancia de *Potamilla* sp. en relación a la biomasa del alga calcárea *Halimeda opuntia*.

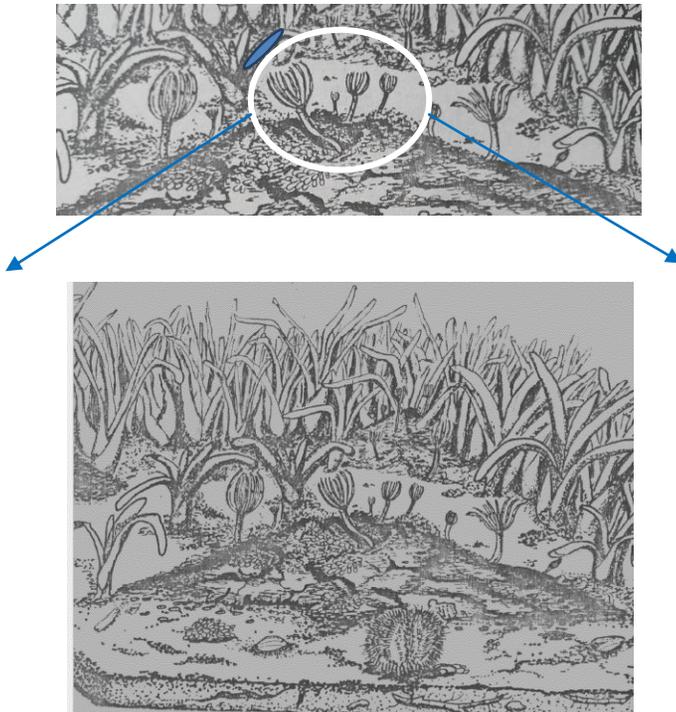


Figura 4. Esquema representativo de la ubicación de *Potamilla* en la estructura comunitaria.

DISCUSIÓN

La abundancia (ind/m²) de *Potamilla* sp. (21.5, 6 y 1.1. en las localidades A, B y C, respectivamente) está influenciada por el contenido de nitrógeno en el sedimento y la biomasa del alga calcárea *H. opuntia*: ambos parámetros presentaron un gradiente escalonado en el sentido A > B > C. La influencia del alga se notó particularmente en el índice de agregación (I_g).

Aspectos Fisiocológicos de *Halimeda*

Los frondes algales constituyen un sustrato favorable para el asentamiento de epibiontes (Winston y Eiseman, 1980; Seed y O'Connor 1981), de esta forma los poliquetos seleccionan el alga facilitadora, basándose tanto en características internas como externas, aunque la forma (o complejidad estructural) del alga es el regulador más fuerte que la palatabilidad o las defensas químicas (Bates 2009).

Las formaciones de algas calcáreas constituyen un sustrato excelente para organismos animales o vegetales diversos; los talos de estas algas forman agrupaciones muy estables, lo cual constituye el sustrato sobre el que se establecen organismos sésiles; entre esos grupos uno que se presenta en mayor número es el de los anélidos poliquetos (Martin 1987). En la localidad A, la cantidad de biomasa de *H. opuntia* fue mayor que en B y C, en baja marea, el follaje de *T. testudinum* y la formación compacta y abundante del alga calcárea *H. opuntia*, protege a las capas inferiores del efecto del aumento de temperatura y mantiene la humedad durante la marea baja.

El alga *Halimeda* está compuesta por una serie de segmentos calcificados como una placa denominados genículos, generalmente duros y unidos por nodos pequeños no calcificados denominados intergenículos, en la cadena ramificada lo cual origina una planta más o menos arbustiva. Por ello puede servir como refugio para una fauna pequeña y críptica; se le ha denominado también como sustrato refugio o microhabitats, que proporciona supervivencia aumentada (Gordon y Littman 1986; Bastos de Macedo 2011). Según algunos autores como Nahim (1988) se sabía poco acerca del alga *Halimeda* como microambiente que hospeda una fauna sésil y móvil; sin embargo, Hendler y Littman (1986) aportan evidencias de esta especie de alga como un refugio para especies y juveniles de ofiuroideos, los cuales son muy abundantes en *H. opuntia*.

Este tipo de sustrato refugio también es ofrecido por las algas rojas; el asentamiento de las especies de poliquetos *Hydroides sanctaecrusis* y *Sabellaria floridensis* en los frondes de algas rojas, probablemente se debe a que éstos se constituyen un sustrato adecuado para construcción de tubos de carbonato de calcio y arena. Por otro lado, la acumulación de sedimentos sobre estos frondes, permite a *Pista palmata* construir sus galerías a pequeña escala dentro de los sedimentos (Quirós-Rodríguez *et al.* 2013).

Aunado a esto, según Zieman (1982), la temperatura entre 30° y 34° C, excluye el 50% de los invertebrados, de hecho, *Potamilla* sp. fue la especie dominante, tanto en la abundancia (80%) de los ejemplares capturados como en el grupo funcional de los filtradores (Bitter 1993).

En efecto similar a lo antes expresado, es el reportado por Quirós-Rodríguez *et al.* (2013). La alta sensibilidad de algas rojas a la intensidad solar, puede ser de algún modo reducida por la forma de crecimiento tan compacto, y en donde las múltiples ramificaciones de los frondes les permite retener por más tiempo la humedad en el intermareal, evitando el deterioro en su estructura vegetativa (Johansen 1974). Esta característica según Taylor (1975) y Stewart (1989), les confiere una gran capacidad de concentrar sedimentos, favoreciendo el desarrollo de una comunidad de poliquetos característica de sustratos de fondos blandos y rocosos (Quirós-Rodríguez *et al.* 2013).

La organización biológica de los campos de *T. testudinum* depende de las combinaciones más o menos complejas de las características fisicoquímicas y biológicas y su variación en el tiempo (Zieman 1982). Entre esas variaciones se encuentra la relativa a la calidad y cantidad de nutrientes y la cantidad de biomasa vegetal. En el Parque Nacional Morrocoy, la correlación entre la abundancia del poliqueto tubícola *Potamilla* sp. y el porcentaje de nitrógeno encontrado en los sedimentos de los sitios muestreados, es similar a lo que sucede con *Halimeda opuntia* en otra latitud según lo señala Longbotom (1970).

H. opuntia presenta adaptaciones para evitar su consumo. Entre éstas se señalan: su talo muy calcificado en arreglos compactos, su bajo contenido calórico y la producción de compuestos químicos (diterpenoides) que repelen a algunos

herbívoros. En esta última categoría de defensa se mencionan dos metabolitos diterpenoides: halimeda tetracetato y halimedatrial. Este último es un compuesto más repelente que el anterior. Se ha propuesto que estos metabolitos juegan un papel en la defensa química contra herbívoros, basado en su estructura química y la actividad biológica demostrada (Valerie y Van Alstyne 1988), al hacer menos palatable a la planta. Adicionalmente a la defensa química está la defensa mineral (CaCO_3), como una gran porción de su biomasa (Hay 1997). A pesar de esto, Randall (1967) evidencia el consumo de *H. opuntia* por 13 especies de peces que son abundantes en los arrecifes del Caribe (García-Ríos *et al.* 2008).

La alta sensibilidad de estas algas a la intensidad solar, puede ser de algún modo reducida por la forma de crecimiento tan compacto, y en donde las múltiples ramificaciones de los frondes les permite retener por más tiempo la humedad en el intermareal, evitando el deterioro en su estructura vegetativa (Johansen 1974). Esta característica según Taylor (1975) y Stewart (1989), les confiere una gran capacidad de concentrar sedimentos, favoreciendo el desarrollo de una comunidad de poliquetos característica de sustratos de fondos blandos y rocosos (Quirós-Rodríguez *et al.* 2013). Contrario a lo que podría suponerse, la presencia de *H. opuntia* no tiene un efecto en la supervivencia de larvas o en el establecimiento de *Potamilla* sp.

Relación entre *Potamilla* sp. y el Contenido de Nitrógeno en el Sedimento.

En el Parque Nacional Morrocoy, la correlación entre la abundancia del poliqueto tubícola *Potamilla* sp. y el porcentaje de nitrógeno encontrado en los sedimentos de los sitios muestreados, es similar a lo que sucede con *Halimeda opuntia* en otra latitud según lo señala Longbotom (1970).

La concentración en el contenido de nitrógeno hace que en el sitio A, debido a la poca profundidad (aprox. 30 cm), el dosel de *Thalassia* actúe como barrera que atenúa la corriente marina y disipa la energía turbulenta, dando como resultado la sedimentación de la materia suspendida e impidiendo la resuspensión del material sedimentado por la acción de las ramas y rizomas de *Thalassia* (Ward *et al.* 1984; Bitter 1988). Esto a su vez, crea un ambiente quieto con alta concentración de materia orgánica, cuya descomposición se ve favorecida por la alta temperatura registrada en esta localidad.

Halimeda tiene la capacidad de secretar una cubierta calcárea en la parte exterior de la cubierta citoplasmática. Hoy día se le reconoce como un contribuyente importante de sedimentos carbonados, desde partículas del tamaño de las arcillas (agujas de Aragonita) hasta granos gruesos (arena o grava) (Granier 2012).

Competencia entre *Halimeda opuntia* y *Thalassia testudinum*.

Con base en lo señalado por Williams (1990), el desplazamiento competitivo de las macroalgas, bien sea por perturbaciones a pequeña escala o diferencias en las proporciones de requerimientos de recursos, no sucede siempre así, esto puede llevar a una coexistencia por parte de *T. testudinum*, bien sea por perturbaciones en pequeña escala o por diferencias en las proporciones de requerimientos de recursos.

Razones para esta coexistencia puede incluir la disponibilidad a la fuente de nutrientes, *Halimeda opuntia* en su capacidad para obtener nutrientes directamente del sedimento, adicionalmente a la fuente de la columna de agua, que a veces es limitado, fue reportado por Williams (1984), el reporte señala que las especies de *Halimeda* toman el Amonio de los sedimentos y lo traslocan a la parte alta del talo. (Gray Multer 1988).

Los resultados presentados por Davis y Fourqurean (2001) indican que hay competencia por nutrientes, específicamente el Nitrógeno, entre las macroalgas (*Halimeda*) y *Thalassia*: en opinión de estos autores, podría indicar que hay reciclaje de nutrientes desde la misma fuente (reservorio común). La presencia de las fanerógamas tiene un efecto más pronunciado sobre las macroalgas que de éstas sobre las fanerógamas.

Los sedimentos con cobertura vegetal actúan como sumideros (Kenworthy *et al.* 1982). Se señala a *Halimeda opuntia* como el principal productor de sedimentos (Hudson 1985), por largo tiempo ha sido señalada como un contribuyente importante de sedimentos de carbonato y el alga verde tropical de mayor éxito en el mundo (Gray Multer 1988). La remoción de las algas calcáreas, conduce a un aumento del contenido de Nitrógeno, por la disminución de la proporción C: N. Luego de la colonización de un área perturbada, la abundancia de las algas disminuye; evidencias de esto las proporcionan Davis y Fourqurean (2001).

Los géneros de algas calcificadas son bien reconocidas como productoras de sedimento, las algas rizofíticas proveen hábitat a la fauna y estabilizan el sedimento. Las algas colonizan espacios (parches) de arena vacíos y se considera que facilitan la colonización de fanerógamas marinas, aunque estabilizan el sedimento y suministran materia orgánica que enriquece los nutrientes del sedimento una vez que el talo se descompone (Williams 1990).

Las especies de algas verdes producen una red de rizoides para anclarse en sedimentos no consolidados y adquirir los nutrientes (Bedinger *et al.* 2013).

El movimiento del agua en las comunidades de *Thalassia*, tiene un efecto significativo en el crecimiento de esta fanerógama marina, típicamente estimula la abundancia y la diversidad a velocidad de corriente entre baja y moderada, y reduce el crecimiento a alta velocidad. Esto a su vez ocasiona que *Thalassia* reduzca la velocidad de corriente en el interior del campo de esta fanerógama y en las zonas aledañas a éstas; incrementa la sedimentación de partículas en suspensión, esto influye en la distribución de la granulometría del sedimento; además, reduce por ende la turbidez del agua, por lo cual aumenta la disponibilidad de luz, por lo que se incrementa el crecimiento de éstas; esta interacción es compleja como lo señala Madsen *et al.* (2001).

Los tubos de animales se han asociado tanto a la estabilización como a la desestabilización del sedimento marino (Eckman *et al.* 1981). Zühlke *et al.* (1998) resaltan la influencia de los poliquetos tubícolas en las características principales de la estructura biogénica en los patrones de distribución de la fauna béntica.

En las localidades estudiadas, en A se observó poca profundidad de la columna de agua, sedimentación alta por el poco movimiento del agua y no hay resuspensión del sedimento debido a la poca altura de la columna de agua. En la localidad C la profundidad es mayor que en las dos anteriores, el campo de *Thalassia* no queda expuesto en marea baja como sucede en la localidad A y es de alta energía. La localidad B es intermedia entre A y C. En la localidad A, la estabilidad observada puede ser debida a un proceso compensador como el aumento en el flujo de difusión producido por los tubos de *Potamilla* sp. según lo planteado por Fager (1964), debido a procesos como la producción de mucus por bacterias, diatomeas bénticas, algas filamentosas y la propia *Thalassia*, aunque la estabilidad dentro de un campo de *Thalassia* persiste a pesar de la influencia desestabilizadora de tubos de organismos como los poliquetos tubícolas según Eckman *et al.* (1981) y Luckenbach (1986).

La distribución de la biomasa de *H. opuntia* en parches con densidad variable en las localidades estudiadas, contribuye al aumento de la heterogeneidad del hábitat (Vistean *et al.* 1984, Bitter 1988). Esta contribución ciertamente influye en la distribución y abundancia de *Potamilla* sp., esto es particularmente cierto en la localidad A, donde se registró la mayor abundancia de este poliqueto. *H. opuntia* junto con *T. testudinum* constituye el tipo de substrato dominante en este sitio. En general, la mayor abundancia de *Potamilla* se registró en aquellos sitios donde la biomasa de *H. opuntia* fue abundante.

La heterogeneidad del hábitat, medida como la distribución de éste en parchos en las localidades estudiadas, se traduce en una selección diferencial por parte de los organismos y la complejidad del hábitat (medida como la biomasa del alga) es la estructura física del mismo: esto último explica la dominancia de *Potamilla* en la localidad A, con respecto a las localidades B y C, debido a la mayor abundancia de la biomasa de *Halimeda* y la poca altura de la columna de agua lo cual favorece el mantenimiento de la concentración de nutrientes, entre ellos el % de nitrógeno y el mayor desarrollo de la arquitectura compleja (mayor biomasa), su efecto se visualiza en la mayor densidad de *Potamilla* (21,5 individuos/m²), con respecto a la localidad C, donde el hábitat presenta mayor abundancia de parchos de *Halimeda* pero con la menor cantidad de biomasa de *Halimeda*, esto se traduce en un índice de agregación mayor de *Potamilla* (I_s: 28,1), pero su abundancia es la menor de las tres localidades (1 individuo/m²).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS DE MACEDO CARNEIRO, P. 2011. Aspectos Ecológicos de *Halimeda opuntia* (L.) J. V. Lamour. (Chlorophyta, Bryopsidales) em Trecho Recifal da Praia de Pirangi, Rio Grande do Norte. Dissertação para optar al título de Mestrem Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar.

BATES, C. R. 2009. Host taxonomic relatedness and functional-group affiliation as predictors of seaweed–invertebrate epifaunal associations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 387: 125–136.

BEDINGER, L. A., S. S. BELL y C. J. DAWES. 2013. Rhizophytic Algal Communities of Shallow, Coastal Habitats in Florida: Components Above and Below the Sediment

Surface. Bull. Mar. Sci. 89(2):437–460. <http://dx.doi.org/10.5343/bms.2011.1151>.

BITTER, R. 1988. Análisis Multivariado de la Comunidad Asociada a *Thalassia testudinum* en el Parque Nacional Morrocoy. Tesis Doctoral, postgrado en Ciencias mención Ecología. Facultad de Ciencias, UCV.153 pp.

BITTER, R. A. 1993. Influencia del nitrógeno y *Halimeda opuntia* (Chlorophyta) en la abundancia de *Potamilla* sp. (Polychaeta: Sabellidae) en campos de *Thalassia testudinum*. Rev. Biol. Trop. 41(2): 181-186.

DAVIS, B. C. y J. W. FOURQUREAN. 2001. Competition between the tropical alga, *Halimeda incrassata*, and the seagrass, *Thalassia testudinum*. Aquatic Botany. 71: 217–232.

DE MACEDO CARNEIRO, P. B. 2011. Aspectos Ecológicos de *Halimeda opuntia* (L.) J. V. Lamour. (Chlorophyta, Bryopsidales) em Trecho Recifal da Praia de Pirangi, Rio Grande do Norte. Disertación para obtener el grado de Maestro en Ciencias Marinas Tropicales. Universidad Federal do Ceará, Brasil. 79 pp.

DEAN, R. y J. H. CONNELL. 1987. Marine Invertebrate in an Algal Succession III, Mechanisms Linking Habitat Complexity with Diversity. J. Exp. Mar Biol. Ecol. 109: 249-273.

ECKMAN, J. E., A. R. M. NOWELL y P. A. JUMARS. 1981. Sediment destabilization by animal tubes. J. Marine Res. 39 (2): 361-374.

FAGER, E. W. 1964. Marine Sediments: Effects of a Tube-Building Polychaete. Science. 143: 356-358.

GARCÍA-RÍOS, C. I., J. FRANCISCO, F. J. SOTO-SANTIAGO, R. J. COLÓN-RIVERA y J. R. MEDINA HERNÁNDEZ. 2008. Gasterópodos asociados al alga calcárea *Halimeda opuntia* (Udoteaceae) en Puerto Rico. Rev. Biol. Tropical. 56(4): 1665-1675.

GORDON, G. y B. S. LITTMAN. 1986. The ploys of sex: relationships among the mode of reproduction, body size and habitats of coral-reef brittlestars. Coral Reefs. 5: 31-42.

GRANIER, B. 2012. The contribution of calcareous green algae to the production of limestones: a review. Geodiversitas. 34 (1): 35-60. <http://dx.doi.org/10.5252/g2012n1a3>.

GRAY MULTER, H. 1988. Growth rate, ultrastructure and sediment contribution of *Halimeda incrassate* and *Halimeda monile*, Nonsuch and Falmouth Bays, Antigua,

W. I. Coral Reefs. 6: 179-186.

HAY, M. E. 1997. Calcified Seaweeds on Coral Reefs: Complex Defenses, Trophic Relationships, and Value as Habitats. Proc 8th Int Coral Reef Sym.1: 713-718.

HECK, K. L. JR. 1977. Comparative Species Richness, Composition and Abundance of Invertebrates in Caribbean seagrass (*Thalassia testudinum*) Meadows (Panamá), Mar. Biol. 41(4): 335-348.

HECK, K. L. JR. y R. J. ORTH. 1980. Seagrass Habitats: The Roles of Habitat Complexity; Competition and Predation in Structuring associated Fish and Motile Macroinvertebrate Assemblages. En: Estuarine Perspectives: 449-464. V.S. Kennedy, Academic Press, New York.

HENDLER, G. y B. S. LITTMAN. 1986. The ploys of sex: relationships among the mode of reproduction, body size and habitats of coral-reef brittlestars. Coral Reefs. 5: 31-42.

HUDSON, H. 1985. Growth Rate and Carbonate Production in *Halimeda opuntia*: Marquesas Keys, Florida. 20. DOI:10.1007/978-3-642-70355-3_20

JOHANSEN, H. W. 1974. Articulated coralline algae. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review. 12: 77-127.

KELAHER, B. P. 2002. Influence of physical characteristics of coralline turf on associated macrofaunal assemblages. Mar. Ecol. Prog. Ser. 232: 141-148.

KENWORTHY, W. J., J. E. ZIEMAN Y G.W. THAYER. 1982. Evidence for The Influence of Seagrasses on The Benthic Nitrogen Cycle in a Coastal Plain Estuary near Beaufort North Carolina (USA). Oecologia. 54: 152-158.

LONGBOTTOM, M. R. 1970. The Distribution of *Arenicola marina* (L.) with Particular Reference to the Effects Particle Size ad Organic Matter of the Sediments. J. Exp. Mar, Biol. Ecol. 5: 138-157.

LUCKENBACH, M. W. 1986. Sediment stability around animal tubes: The roles of hydrodynamic processes and biotic activity, Limnol. Oceanogr. 31(4): 719-787.

MADSEN, J. D., P. A. CHAMBERS, W. F. JAMES, E. W. KOCH Y D. F. WESTLAKE. 2001. The Interaction between Water Movement, Sediment Dynamics and Submersed Macrophytes. Hydrobiologia. 444: 71-84.

MARTIN, D. 1987. Anélidos Poliquetos Asociados a las Concreciones de Algas Calcáreas del Litoral Catalán. Misc. Zool. 11:61-75.

MORIARTY, D. J. W. 1982. Feeding of *Holothuria atra* and *Stichopus chloronotus* on Bacteria, Organic Carbon and Organic Nitrogen in Sediments of the Great Barrier Reef J. Mar. Fresh Water Res. 33: 225-263.

NAHIM, O. 1988. Distributional patterns of mobile fauna associated with *Halimeda* on the Tiahura coral-reef complex (Moorea, French Polynesia). Coral Reefs. 6:237-250.

QUIRÓS-RODRÍGUEZ, L. J., P. DUEÑAS RAMÍREZ Y N. HERNANDO CAMPOS. 2013. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) asociados a algas rojas intermareales de Córdoba, Caribe Colombiano. Revista de Biología Marina y Oceanografía. 48(1): 87-98.

RANDALL J. E. 1967 Food habits of reef fishes of the West Indies. Stud. Trop. Oceanogr. 5: 665-847. 1967.

SAMBRANO, A., Y. HUMBERTO DÍAZ y J. E. CONDE. 1990. Caracterización de la ingesta en *Isostichopus badionotus* (Salenka) y *Holothuria mexicana* Ludwig (Echinodermata: Holothuroidea). Caribbean Journal of Science. 26 (1-2): 45-51.

SEED, R. Y R. J. O'CONNOR. 1981. Community organization in marine algal epifauna. Annual Review of Ecology and Systematic. 12: 49-74.

STEWART, J. G. 1989. Establishment, persistence and dominance of *Corallina* (Rodophyta) in algal turf. Journal of Phycology. 25: 436-446.

TAYLOR, R. 1975. Marine algae of Great Swan Island. Atoll. Research Bulletin. 185: 6-10.

VALERIE, J. P. y K. VAN ALSTYNE. 1988. Chemical defense and Chemical Variation in some Tropical Pacific Species of *Halimeda* (Halimedaceae; Clorophyta). Coral Reef. 6: 263-269.

VIRNSTEIN, R.W., W.G. NELSON, F. GRAHAM KEWIS III y R. K. HOWARD. 1984. Latitudinal Patterns in Seagrass Epifauna: Do Patterns Exist, and Can They Be Explained? Estuaries. 7 (4A): 310-330.

WARD, L. R., W. M. KEMP Y W. R. BOYNTON. 1984. The Influence of Waves and Seagrass Communities on Suspended Particulates in An Estuarine Embayment. Mar. Geol. 59: 85-103.

WEINBEREG, S. 1981. A comparison of coral reef survey methods. *Bijdragen tot de Dierkunde*. 51 (2): 199-218.

WILLIAMS, S. 1984. Uptake of sediment ammonium and translocation in a marine green macroalga *Caulerpa cupressoides*. *Limnol. Oceanogr.* 29: 374-379.

WILLIAM, S. 1990. Experimental Studies of Caribbean Seagrass Bed Development. *Ecological Monographs*. 60(4): 449-469.

WINSTON, J. E. Y N. J. EISEMAN. 1980. Bryozoan-algal Associations in Coastal and Continental Shelf Waters of Eastern Florida. *Florida Scientist*. 43(2): 65-74.

ZIEMAN, J. C. 1982. The Ecology of the Seagrasses of South Florida: A Community Profile. U. S. Fish and Wildlife Services, Office of Biological Services, Washington, D. C. FWS/OBS-82/25. 158 pp.

ZÜHLKE, R., D. BLUME, K. HEINZ VAN VERNEN y S. DITTMANN. 1998. Effects of the Tube-Building Polychaete *Lanice conchilega* (Pallas) on Benthic Macrofauna and Nematodes in an Intertidal Sandflat. *Mar. Biodiversity. Senckenbergiana Maritima*. 29(1/6): 131-138.

BOLETÍN
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
 AN INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGY
 PUBLISHED BY THE UNIVERSITY OF ZULIA, MARACAIBO, VENEZUELA
 Vol. 56, N° 1, Pp. 1-154, Enero-Junio 2022

CONTENTS

HALIMEDA OPUNTIA AS SUSTRATE TO POLYCHAETE POTAMILLA sp. IN THALASSIA TESTUDINUM MEADOWS. <i>Ricardo Bitter-Soto y Luis Lemus Jiménez.....</i>	1
NEW GENUS SURETONORPUS FROM VENEZUELA (COLEOPTERA: NOTERIDAE: PRONOTERINI). <i>Mauricio García.....</i>	19
MULTITEMPORAL VARIACIÓN OF THE COASTLINE OF SAN LUCAS BAY, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO AND ITS BEACH ENVIRONMENTS. <i>Luis R. Núñez, Alejandro G. Matiano y Sandra J. Núñez.....</i>	52
PARACYMUS FROM VENEZUELA (COLEOPTERA: HYDROPHILIDAE: LACCOBIINI), PARTE IV: ADICIÓN OF SIX NEW SPECIES. <i>Mauricio García</i>	72
FLORÍSTIC OF PLANT COMMUNITIES ON THE CORREGENTE MINING, AREA BOCHINCHE, IMATACA FORESTRY RESERVE, SANTA MARÍA RIVER BASIN, BOLÍVAR STATE, VENEZUELA. <i>Wilmer Díaz-Pérez y Raúl Rivero.....</i>	101
MELONGENA MELONGENA (LINNAEUS, 1758) IN BOCARIPO LAGOON SYSTEM, NORTHEASTERN DE FROM VENEZUELA. <i>Erickxander Jiménez-Ramos, Jaime Frontado-Salmerón, Lederle Hernández-Otero y Vanessa Acosta-Balbás.....</i>	123
INSTRUCTIONS FOR AUTHORS.....	145