Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, 48 (1): 67-78 (2009); 7 Figs., 1 Tab.

VARIACIONES TEMPORALES DE LA DENSIDAD Y RIQUEZA DE ESPECIES DE MOLUSCOS EN UNA PRADERA DE *THALASSIA TESTUDINUM* EN LA LOCALIDAD DE LOS CACHICATOS, GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA.

MAYRÉ JIMÉNEZ PRIETO[1], DAVID BONE[2] & ILDEFONSO LIÑERO-ARANA[1]

[1] *Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. mayrej@gmail.com.*

[2] *Departamento Biología de Organismos, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.*

RESUMEN: Se estudió la variación temporal de la densidad y riqueza de moluscos en una pradera de *Thalassia. testudinum* en la localidad Los Cachicatos (10º 03' 36" Lat. N y 67º 46' 40" Long. W) Golfo de Cariaco, Venezuela, durante los meses de noviembre de 2000 a diciembre de 2001. Las muestras fueron colectadas con un nucleador PVC de 0,015 m^2, y el sedimento fue tamizado a través de una malla de 1 mm de abertura. Se colectaron 739 moluscos, pertenecientes a las clases Bivalvia y Gasteropoda, contenidos en 56 especies pertenecientes a 28 familias. La clase Bivalvia presentó una abundancia de 601 ejemplares, contenidos en 5 órdenes, 14 familias y 29 especies. La clase Gasteropoda presentó una menor abundancia de organismos, con 138 ejemplares, pertenecientes a 14 familias y 27 especies. La densidad de moluscos presentó variaciones durante el período de estudio, con los valores más elevados en mayo (1.065 ind.m^{-2}) y en julio (1.091 ind.m^{-2}), y las menores abundancias en diciembre de 2000 (481 ind.m^{-2}) y diciembre de 2001 (456 ind.m^{-2}), ($\overline{X}$ = 685,69 ± 199,11 ind.m^{-2}). El análisis de Kruskal-Wallis mostró que no existen diferencias significativas en el número de moluscos entre los meses de estudio (T = 18,65, p = 0,13). Los valores de biomasa total de *T. testudinum* oscilaron entre 2.119,97 y 4.368,19 g.m-2, ($\overline{X}$ = 3.258,84 ± 607,17 g.m-2) observándose los más altos valores en noviembre y diciembre de 2000 (4.368,6 y 3.900,5 g.m-2) con mínimo en enero (2.119,97 g.m-2). La densidad y la riqueza de especies fue mayor en los meses con altos valores de biomasa vegetal, lo cual pudiera indicar que, a pesar de no existir una correlación tan acentuada con todos los compartimientos de la planta, estos se ven beneficiados de manera indirecta por la mayor biomasa de la planta, en el caso de los herbívoros, por mayor producción de materia orgánica, y para los bivalvos, por la protección de sus depredadores.

Palabras claves: Moluscos, *Thalassia*, ecología, bentos.

ABSTRACT: Seasonal changes in density and species richness of molluscs associated with a *Thalassia testudinum* seagrass bed were studied in Los Cachicatos (10º 03' 36" Lat. N; 67º 46' 40" Long. W) Gulf of Cariaco, Venezuela, between November 2000 and December 2001. Samples were collected with a 0.015 m^2 PVC corer, and sediments were washed through a 1 mm mesh sieve. A total of 739 individuals, bivalves and gastropods from 28 families and 56 species, were collected. Six hundred and one specimens from the Class Bivalvia were collected, representing five orders, 14 families, and 29 species. Gastropods were less abundant, with 138 individuals, representing 14 families and 27 species. The density varied during the study period: the highest in May (1,065 ind.m^{-2}) and July (1,091 ind.m^{-2}), and the lowest in December 2000 and 2001 (481 ind.m^{-2} and 456 ind.m^{-2}, respectively, $\overline{X}$ = 685.69 ± 199.11 ind.m^{-2}). The Kruskal-Wallis analysis showed no significant differences in the abundance of mollusks between the months of the study (T = 18.65, p = 0.13). Total biomass of *T. testudinum* varied between 2,119.97 and 4,368.19 g.m-2, (= 3,258.84 ± 607.17 g.m-2), with maximum values in November and December 2000 (4,368.6 y 3,900.5 g.m-2, respectively) and minimum values in January (2,119.97 g.m-2). Species richness and density was greater in the months of high biomass, which could indicate that, despite the lack of a notable correlation between these species and all the parts of the plant, they benefit indirectly from greater biomass – the hervibores, in terms of greater organic matter input, and the bivalves from greater protection from predation.

Key words: Mollusks, *Thalassia*, ecology, benthos

INTRODUCCIÓN

Las praderas de fanerógamas marinas representan un componente importante de los ambientes marinos y estuarinos en zonas tropicales y templadas (HECK & ORTH, 1980). Se ubican en aguas tranquilas, sobre fondos blandos, entre el límite de la marea baja y una profundidad variable, de acuerdo con la penetración de la luz y la intensidad del movimiento de las aguas (BITTER 1988). Constituyen áreas de cría, refugio y alimentación de

muchas especies marinas (TRAYER *et al*. 1984; Hemminga *et al*. 1999; DUARTE & CHISCANO 1999). *Thalassia testudinum* Banks ex KÖNIG 1805 es la fanerógama dominante y de mayor importancia en la región tropical debido a su distribución y abundancia (PATRIQUIN 1973; DAWES 1986; GALLEGOS *et al*. 1993), siendo la biomasa foliar y los rizomas de la planta un factor que influye en la abundancia y organización trófica de la fauna bentónica STONER (1980a).

La fauna asociada a esta fanerógama está caracterizada por una gran variedad de vertebrados e invertebrados, siendo los moluscos uno de los grupos más abundantes e importantes, que habitan estas praderas en busca de hábitat, protección y alimentación (HECK & WESTONE 1977), existiendo una gran variedad de especies de la infauna y la epifauna que vive sobre hojas y tallos, y otra que vive enterrada entre las raíces y rizomas. Los moluscos presentan una alta diversidad, relacionada posiblemente con el hecho de que los integrantes de este grupo pueden seleccionar determinados sustratos para su fijación; así, la amplia distribución en los ecosistemas de zonas tropicales, dificulta su clasificación lo cual hace que se desconozca la variedad faunística.

Existen algunas investigaciones sobre las comunidades de moluscos en el Caribe (JACKSON 1972; BELLO 1989; STONER *et al*. 1995; HECK & THOMAS 1981; PETERSON & HECK 2001a). En Venezuela también se han realizado estudios sobre invertebrados asociados a praderas de *T. testudinum,* observándose gran cantidad de organismos y especies que presentan una amplia distribución (BITTER 1988; ISEA 1994; JIMÉNEZ *et al*. 2000; RODRÍGUEZ & VILLAMIZAR 2000, BONE & VIETEZ 2002) LIÑERO-ARANA & DÍAZ 2000.

En cuanto a las comunidades de moluscos, existe, hasta la fecha, una escasa evaluación sistemática, con pocas investigaciones sobre taxonomía y distribución de las comunidades de moluscos que viven asociados a estas praderas, la mayoría de los cuales han sido realizados en las costas del estado Sucre (JIMÉNEZ 1994; SANT 1994; JIMÉNEZ & LIÑERO-ARANA 2002; DÍAZ & LIÑERO-ARANA 2004), pero en el golfo de Cariaco, a pesar de que existen extensas praderas de *T. testudinum,* las investigaciones realizadas son muy escasas (GRATEROL 1986, PRIETO *et al*. 1999), observándose que en estos estudios se presenta información fragmentada que se ha concentrado en algunos de los componentes particulares de estos ecosistemas, y pocas enfocadas a obtener visiones más integradas entre las variables más importantes de estos ambientes: los parámetros ambientales, las características de la planta y las variables ecológicas de la comunidad de los moluscos, por lo que el objetivo de esta investigación es conocer las posibles asociaciones entre los diferentes compartimientos de la planta y las variaciones temporales de la comunidad de moluscos (densidad y riqueza de especies) en una pradera de *T. testudinum* en la localidad de Los Cachicatos, localizada en la costa norte del golfo de Cariaco.

Área de Estudio.

El golfo de Cariaco se encuentra ubicado en la región nororiental de Venezuela entre los 10° 25' y 10° 35' Lat. N y 63° 40' y 64° 13' Long. W, al este de la fosa de Cariaco. En la costa norte, se encuentra la localidad de Los Cachicatos, entre los 10º 03' 36'' Lat. N y 67º 46' 40'' Long. W. Es una playa que se caracteriza porque el agua es generalmente turbia (0.50 m de transparencia) producto de las acumulaciones de sedimentos acarreados por las quebradas que drenan cerca de la estación (CARABALLO 1980), de muy bajo oleaje, con parches de *T. testudinum* que abarcan una extensión de unos 600 m² en un sustrato fino, formado en su mayoría por partículas compuestas de arena fina limosa y limo arenoso (CARABALLO 1982 b; APONTE & ROQUE 2003). Los parches de la fanerógama se encuentran a partir de los dos metros de la línea de marea, a 0,70 m de profundidad hasta los 3 m. La línea de costa presenta manglares bien desarrollados y tupidos de *Rhizophora mangle*.

MATERIALES Y MÉTODOS

De campo. El material de estudio fue colectado mensualmente desde noviembre de 2000 a diciembre de 2001 en la estación establecida para ello. Se midió el tamaño de la pradera y se trazaron transectas perpendiculares, a una distancia (de ± 10 m) lo que produjo al menos 60 intersecciones, con la finalidad de cubrir toda el área de la misma. Para determinar en qué sitio de la pradera se realizaría la colecta, se utilizó una tabla de números aleatorios.

Se tomaron muestras de la temperatura superficial del agua con un termómetro de 0,01 °C de apreciación, y la salinidad con un refractómetro de campo de 1 de apreciación. Así mismo, se tomaron muestras de sedimento mensualmente con un tubo de PVC de 0,001 m², y se

guardaron en bolsas plásticas etiquetadas y refrigeradas para la realización de los análisis granulométricos. El material biológico fue colectado mensualmente con un nucleador de PVC de 0,015 m², el cual fue introducido hasta 0,45 m en el sedimento para tratar de obtener la mayor cantidad posible de la planta y fauna. Esta operación fue realizada 5 veces (réplicas) en cada sitio seleccionado, entre 0,70 y 1,0 m de profundidad, para cubrir un área de 0,075 m². Posteriormente, las muestras fueron lavadas a través de un tamiz de 1 mm de apertura de malla, donde fueron separados los organismos y el material remanente de la planta para su posterior estudio.

De laboratorio. Los análisis granulométricos del sedimento fueron realizados por el método de KRUMBEIN & PETTIJOHN (1938, según CARABALLO 1968). Para la determinación de la biomasa de *Thalassia*, se tomaron todas las plantas presentes en la muestra, y fueron separadas en distintas fracciones: hojas verdes y blancas, tallos cortos, rizomas, raíces vivas y todo el material muerto restante. La metodología utilizada en este estudio fue ajustada al protocolo CARICOMP que es utilizado por varios laboratorios del Caribe que participan en esta red .

En el laboratorio, los organismos se limpiaron de epifitos, cuantificados, para determinar su abundancia, y luego fueron pesados en una balanza analítica de 0,001 g de precisión para estimar la biomasa. Se identificó hasta la categoría de especie a todos los organismos, con la ayuda de un microscopio estereoscópico y el uso de las claves de WARMKE & ABBOTT (1962); ABBOTT (1974); HUMFREY (1975); DÍAZ-MERLANO & PUYANA (1994); ABBOTT & MORRIS (1995); MACSOTAY & CAMPOS-VILLAROEL (2001). En cada estación se calcularon variables ecológicas univariadas de la comunidad: densidad (ind.m^{-2}), biomasa (g.m^{-2}), constancia específica (C) (BODENHEINER 1965 y BALOG 1958, según KREBS 1989); la dominancia mediante la ecuación de Mc Naughton (1968, según KREBS 1989) y riqueza específica (S). Para cada descriptor se calculó el promedio y la desviación estándar.

Los datos de abundancia y riqueza de moluscos no cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, por lo que se les aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, con la finalidad de apreciar la existencia de diferencias significativas de la abundancia de organismos y riqueza de especies entre los meses de estudio. Para determinar la existencia de relaciones entre la biomasa de las distintas fracciones *Thalassia* y las variables abióticas de la columna de agua (temperatura y salinidad), con la abundancia de organismos y la riqueza de especies, se realizó un análisis de Correspondencia Canónica con el programa MVSP 3.0. Para la realización de estos análisis se eliminaron todas las especies que estuvieron presentes con menos de tres organismos, lo cual representó el 0,5 % del total de organismos colectados.

RESULTADOS

La temperatura y salinidad mostraron variaciones durante el período de estudio, observándose que la salinidad estuvo comprendida entre 32 y 39 ($\overline{X}$ = 36,07 ± 2,27), con máximos en marzo y abril, y mínimos en noviembre de 2000 (32) y enero de 2001 (33). Los valores de la temperatura fluctuaron entre 22,5 y 29 °C ($\overline{X}$ = 26 ± 2,01 °C), con un período de temperaturas bajas desde diciembre hasta abril (época de surgencia en la zona de estudio), aumentando a partir de julio, con el valor más alto en septiembre (29 °C), para luego mantener valores casi constantes entre noviembre y diciembre (28 °C; Fig. 1).

Los resultados del análisis granulométrico del sedimento muestran que estuvo constituido, en su mayoría, por un alto contenido de arenas finas ($\overline{X}$ =77,86 ± 9,67 %), un máximo de 89,86 % en el mes de enero de 2000 y mínimo de 61,85 % en el mes de marzo. En cuanto a las fracciones gruesas (gravas), estuvieron constituidas, en su mayoría, por conchas de organismos muertos, presentando una media anual de $\overline{X}$ =8,94 ± 7,76 %, con un máximo de 28,47 % marzo, y un mínimo de 2,34 % para el mes de enero de2001.

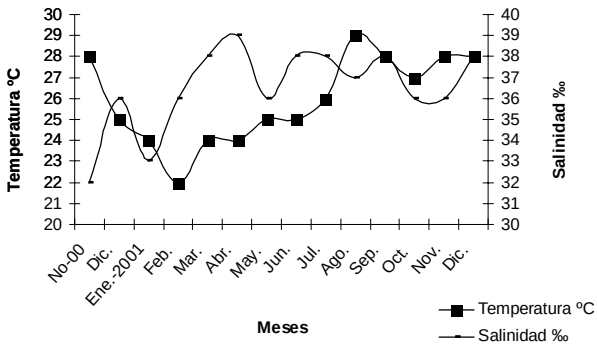


Fig. 1. Valores mensuales de temperatura y salinidad durante el período de estudio

Características de la pradera de *Thalassia testudinum*.

Los valores de biomasa total de *T. testudinum* oscilaron entre 2.119,97 y 4.368,19 g.m^{-2} ($\overline{X}$ = 3.258,84 ± 607,17 g.m-2), observándose los más altos valores en noviembre y diciembre de 2000 (4.368,6 y 3.900,5 g.m^{-2}) con un descenso en el primer trimestre de 2001, con mínimo en enero (2.119,97 g.m^{-2}), valores parecidos entre abril - mayo, y agosto - octubre, para descender nuevamente entre noviembre y diciembre de 2001 (Figura 2). El análisis de Kruskal-Wallis para los valores totales de peso seco de *T. testudinum*, mostró que no existen diferencias significativas entre los meses de estudio (T= 8,71; p = 0,79).

Los valores de tejido muerto (g.m^{-2}) de *T. testudinum* durante el período de estudio, indican que fue ésta la fracción de la planta que más contribuyó a la biomasa total (30,70%), seguido por los rizomas y raíces (25,05 %), la fracción de hojas (23, 12%) y por último tallos cortos (21,23 %) (Figura 3).

Estructura y composición de la comunidad de moluscos.

Se recolectaron 739 moluscos pertenecientes a las clases Bivalvia y Gasteropoda, contenidos en 56 especies pertenecientes a 28 familias. La clase Bivalvia presentó una abundancia de 601 ejemplares, contenidos en 5 órdees, 14 familias y 29 especies. Las familias Mytilidae y Arcidae fueron las mejor representadas, con 6 y 4 especies respectivamente. Las familias restantes presentaron 1 ó 3 especies. La clase Gasteropoda presentó una menor abundancia de organismos, con 138 ejemplares, pertenecientes a 14 familias y 27 especies. La familia Muricidae fue la mejor representada, con 5 especies,

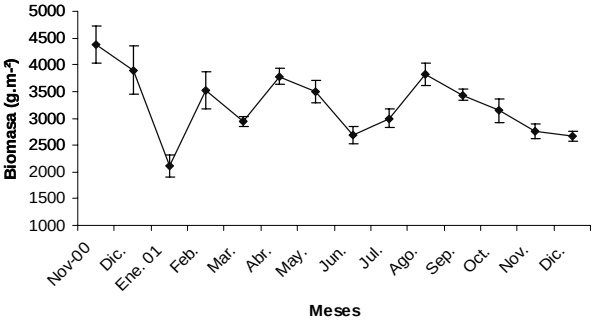


Fig. 2.-Valores de biomasa total (g.m-²) de *T. testudinum* durante el período de estudio.

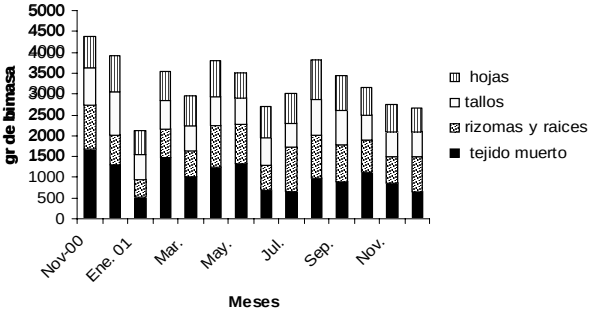


Fig. 3. Valores de biomasa (g) de los diferentes compartimientos de *T. testudinum* durante el período de estudio.

Fissurellidae, y Turbinidae, con 3 especies. La familia Modulidae obtuvo la mayor abundancia, con la especie *Modulus modulus* con 57 ejemplares. Las demás especies presentaron pocos organismos (Tabla 1).

La densidad de moluscos presentó variaciones durante el período de estudio, observándose los valores más elevados en mayo (1.065 ind.m^{-2}) y en julio (1.091 ind.m^{-2}), con valores también elevados en marzo y abril, y las menores abundancias en diciembre de 2000 (481 ind.m^{-2}) y diciembre de 2001 (456 ind.m^{-2}, $\overline{X}$ = 685,69 ± 199,11 ind.m^{-2} (fig. 3). El análisis de Kruskal-Wallis mostró que no existen diferencias significativas en el número de moluscos entre los meses de estudio (T = 18,65, p = 0,13). Los bivalvos presentaron un aumento progresivo desde el primer trimestre de 2001 hasta julio, con altos valores en marzo (con 792 ind.m^{-2}), y su mayor densidad en mayo (805 ind.m^{-2}), seguido de julio (740 ind.m^{-2}), para experimentar un descenso a partir de agosto, con los valores más bajos en septiembre (390 ind.m^{-2}) y diciembre de 2001 (325 ind.m^{-2}) ($\overline{X}$ = 557,64 ± 157,08 ind.m^{-2}). El análisis de Kruskal-Wallis, indicó que no existen diferencias significativas entre los meses de estudio (T= 18,30 p = 0,1465). Los gasterópodos presentaron valores bajos de abundancia durante todo el período, con máximos de 260 ind.m^{-2} y 351 ind.m^{-2} en mayo y julio respectivamente, y mínimos de 13 ind.m^{-2} en enero, y 26 ind.m^{-2} en marzo ($\overline{X}$ = 123,16 ± 99,82 ind.m^{-2}, figura 4). El análisis de Kruskal-Wallis mostró que existen diferencias significativas en la abundancia de los gasterópodos entre los meses de muestreo (T = 25,12 p = 0,0222). La prueba a posteriori mostró la formación de 4 grupos homogéneos, indicando que los meses de menor abundancia (dic-2000, ene, feb, mar, abr, mayo, sep, oct, nov y dic-2001) son significativamente diferentes a los demás meses.

TABLA 1. Lista y frecuencia de aparición de especies. CON: constante; ASC: aaccesoria; ACC: accidental.

Clase Bivalvia		**Clase Gasteropoda**	
Familia Arcidae		**Familia Fissurellidae**	**ACC**
Arca zebra	**CON**	*Diodora minuta*	**ACC**
Barbatia dominguensis	**ASC**	*Diodora cayennensis*	
Barbatia tenera	**ACC**	*Lucapina sowerbyi*	**ACC**
Anadara notabilis	**CON**	**Familia Neritidae**	
Familia Mytilidae		*Smaragdia viridis viridemaris*	**CON**
Perna viridis	**ACC**	**Familia Turbinidae**	
Perna perna	**ACC**	*Astraea phoebia*	**ACC**
Brachidontes exustus	**CON**	*Astraea caelata*	**ACC**
Musculus lateralis	**ACC**	*Turbo castanea*	**ACC**
Modiolus modiolus	**CON**	**Familia Turritellidae**	
Lithopaga aristata	**ACC**	*Turritella acropora*	**CON**
Familia Pinnidae		**Familia Nassaridae**	
Pinna carnea	**ACC**	*Nassarius hotessieri*	**ACC**
Atrina seminuda	**ACC**	*Nassarius bivex*	**CON**
Familia Pteriidae		**Familia Fasciolariidae**	
Pinctada imbricata	**CON**	*Fasciolaria tulipa*	**ACS**
Familia Pectinidae		*Leucozonia nassa*	**ACC**
Pecten chazalie	**ACC**	**Familia Marginellidae**	
Familia Lucinidae		*Hyalina albolineata*	**ACC**
Codakia orbicularis	**ACS**	*Hyalina avena*	**ACC**
Codakia orbiculata	**ACC**	**Familia Modulidae**	
Divaricella quadrisulcata	**ACC**	*Modulus modulus*	**CON**
Familia Chamidae		**Familia Calyptraeidae**	
Chama macerophyla	**CON**	*Crepidula convexa*	**ACC**
Chama congregata	**ACC**	*Crepidula plana*	**ACC**
Familia Mactridae		**Familia Muricidae**	
Mactra fragilis	**ACS**	*Murex cabritii*	**ACC**
Familia Tellinidae		*Murex pomun*	**ACC**
Tellina lineata	**ACS**	*Murex recurvirostris rubidus*	**ACC**
Familia Solecurtidae		*Murex brevifrons*	**ACC**
Tagelus divisus	**ACC**	*Murex olssoni*	**ACC**
Familia Semelidae		**Familia Buccinidae**	
Semele proficua	**ACC**	*Engoniophos unicinctus*	**ACC**
Familia Corbulidae		*Antillophos candei*	**ACC**
Corbula contracta	**CON**	**Familia Conidae**	
Familia Cardiidae		*Conus spurius lorenzianus*	**ACC**
Trachycardium muricatum	**CON**	**Familia Columbellidae**	
Trachycardium isocardia	**ACS**	*Anachis sparsa*	**ACC**
Familia Veneridae		**Familia Bullidae**	
Chione cancellata	**CON**	*Bulla striata*	**ACC**
Pitar fulminatus	**ACS**		
Pitar albidus	**ACS**		

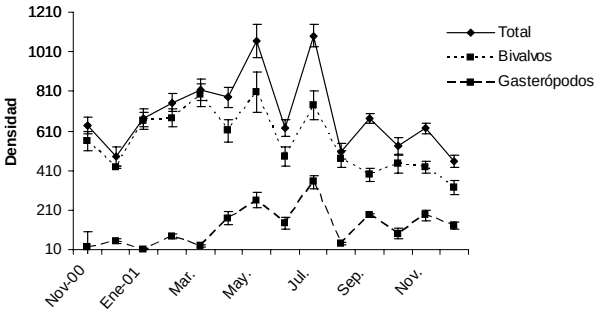


Fig. 4.-Valores mensuales de la densidad (ind.m^{-2}) total, de bivalvos y gasterópodos durante el período de estudio.

De las 29 especies de bivalvos, 7 fueron constantes, 10 accesorias y 12 accidentales. Las especies *Chione cancellata*, *Modiolus modiolus*, *Brachidontes exustus*, *Anadara notabilis*, *Arca zebra*, *Pinctada imbricata* y *Trachicardium muricatum* fueron las especies constantes y también dominantes en número de individuos. Para los gasterópodos de las 27 especies, 4 fueron constantes, 3 accesorias y 20 accidentales, siendo *Modulus modulus*, *Smaragdia viridis*, *Turritella acropora* y *Nassarius bivex*, las constantes, observándose el mismo patón de los bivalvos, ya que también fueron las dominantes en cuanto a número de organismos.

Los valores de la riqueza específica para la comunidad de moluscos, muestran los valores más bajos en enero, abril y diciembre de 2001 (10, 11 y 13 especies respectivamente), un máximo de 26 especies en julio, con valores también altos en mayo y septiembre, con 20 especies para cada mes ($\overline{X}$ = 15,79 ± 4,12). El análisis de Kruskal-Wallis mostró que no existen diferencias significativas en el número de especies entre los meses de estudio (T = 19,83 ; p = 0,09). La riqueza específica de los bivalvos observaron pocas variaciones, con valores comprendidos entre 8 y 15 especies durante los catorce meses de estudio ($\overline{X}$ =11 ± 2), con el mayor número de especies en los meses de marzo y julio, con 15 y 14 especies, respectivamente, y los valores bajos en enero, junio, octubre, con 9 especies cada uno, para encontrar su valor mínimo en diciembre de 2001 con 8 especies. El análisis de Kruskal-Wallis mostró que no existen diferencias significativas del número de especies de bivalvos entre los meses de estudio (T = 14,09; p = 0,36). En los gasterópodos se observaron bajos valores de la riqueza de especies durante el período, con una sola especie en enero, y dos especies en marzo, abril y octubre, respectivamente ($\overline{X}$ =4,79 ± 3,312), con los valores más altos en julio y septiembre, con 12 y 10 especies respectivamente. El análisis de Kruskal-Wallis mostró que existen diferencias significativas en el número de especies de gasterópodos entre los meses de estudio (T = 28,90; p = 0,006). La prueba a posteriori dio como resultado la formación de 6 grupos homogéneos, de los cuales 27 pares de ellos presentaron diferencias significativas, indicando que los meses de menor número de especies (ene, feb, mar, abr, may, jul, sep, oct, nov y dic-2001) son significativamente diferentes a los demás meses (Fig. 5). Se pudo apreciar que en la distribución de la abundancia de las especies durante el período de estudio, hay un número considerable de las 56 especies (33 de ellas) que estuvieron representadas por 6 individuos (57,46 % del total). 10 especies estuvieron representadas entre 7 y 10 organismos (16,86 %), 5 especies entre 11 y 20 organismos (8,90 %) y únicamente 8 especies presentaron más de 20 organismos (16,78 %).

Asociación entre las variables bióticas y abióticas de la comunidad

La nomenclatura utilizada para el análisis de correspondencia (AC) proviene de las abreviaciones de las diferentes especies. El análisis mostró que las especies de moluscos se asociaron formando 3 grupos. El primero de ellos, denominado A, quedó conformado por dos especies de gasterópodos que presentaron valores parecidos de abundancia, y éstas son: *Turritella acropora* con un total de 12 ejemplares, con un sólo organismo en el primer mes de estudio (noviembre de 2000), ausente desde diciembre del mismo año, y el primer trimestre de 2001; y *Nassarius bivex*, con 16 especimenes, estando ausente en los cuatro primeros meses del estudio. El segundo grupo, llamado B, quedó

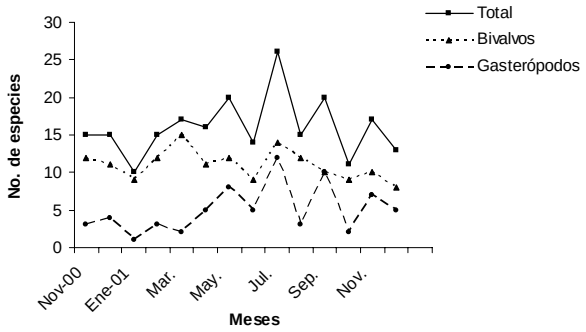


Fig. 5.-Valores mensuales de la riqueza específica total de la comunidad de moluscos, bivalvos y gasterópodos

conformado por 5 especies, que presentaron diversos valores de abundancia: el gasterópodo *Modulus modulus* (57 ejemplares), y los bivalvos *Chione cancellata* (124), *Modiolus modiolus* (108) y *Anadara notabilis* (61), las cuales presentaron el mayor número de organismos, y estuvieron presentes durante todo el estudio (100% constantes), además de *Brachidontes exustus*, con 71 ejemplares, que a pesar de ser constante, estuvo ausente en varios meses del periodo de estudio. Y el tercer grupo (C), conformado por tres bivalvos, *Arca zebra* (56), *Pinctada imbricata* (30) y *Trachycardium muricatum* (20), con valores de abundancia mayor o igual a 20 ejemplares, las cuales estuvieron ausentes en los mismos meses del estudio (Fig. 6).

Se realizó un análisis de correspondencia canónica para determinar la posible asociación entre las especies más abundantes y constantes de moluscos, con las diferentes fracciones de *T. testudinum*, la cual mostró poca absorción, observándose que para el primer componente, los bivalvos *C. cancellata*, *M. modiolus*, *B. exustus*, y los gasterópodos *Modulus modulus N. bivex* y *T. acropora* presentaron relación con los rizomas-raíces y hojas de la planta, y para el segundo componente *A. notabilis*, *P. imbricata*, *T. muricatum* y *A. zebra*, con los tallos y tejido muerto, con una relación de 44,71 % (Fig. 7).

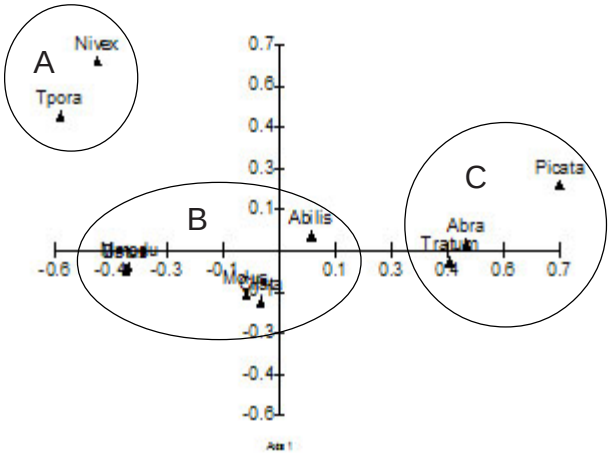


Fig. 6.-Proyección ortogonal del AC que agrupa las especies más abundantes durante el período de estudio. **(**Cllata = *C. cancellata;* Mdiolus= *M. modiolus*, *Abilis*= *A. notabilis*, Picata= *P. imbricata*, Tratum= *T. muricatum;* Bstus= *B. exustus*, Nivex= *N. bivex;* Tpora= *T. acropora*, Mmodu= *M. modulus*, Abra= *A. zebra***)**

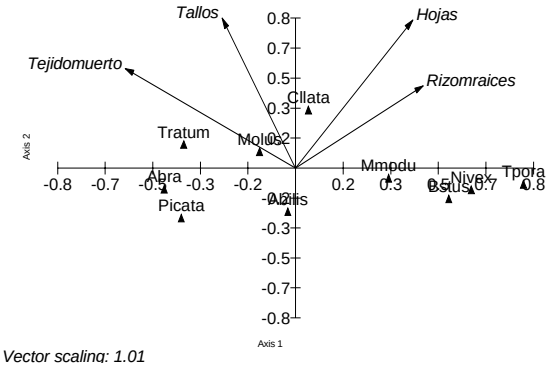


Fig.7.-Proyección ortogonal del AC de las especies de moluscos más abundantes y constantes con los diferentes compartimientos de la planta (Cllata = *C. cancellata*; Mdiolus= *M. modiolus*, Abilis= *A. notabilis*, Picata= *P. imbricata*, Tratum= *T. muricatum*; Bstus= *B. exustus*, Abra= *A. zebra*, Nivex= *N. bivex*; Tpora= *T. acropora*, Mmodu= *M. modulus*)

DISCUSIÓN

Las variaciones de la temperatura y salinidad están ligadas al fenómeno de surgencia costera que afecta el golfo de Cariaco (región nororiental de Venezuela) durante los primeros meses del año, relacionado con el régimen de vientos alisios, que ocasiona que las aguas profundas, más frías y ricas en nutrientes, suban a la superficie, por lo que la temperatura superficial del agua es más baja que las encontradas durante el resto del año, y un período de pocos vientos, con temperaturas más elevadas. Con respecto a la salinidad, los valores más altos se observaron en los primeros meses del año, para descender significativamente en el último trimestre, debido a un período intenso de lluvias. Los resultados concuerdan con los reportados por Okuda & Benítez (1985); Quintero & Lodeiros (1996), Allen & Jiménez (2001) para el golfo de Cariaco, y los señalados por Jiménez & Liñero-Arana (2002), y Díaz & Liñero-Arana (2004) en praderas de *T. testudinum* en la bahía de Mochima.

La granulometría del sedimento presentó un predominio de las fracciones de arena, con un claro sesgo hacia las fracciones finas, debido posiblemente a que esta localidad, está bordeada por extensas franjas del mangle *R. mangle*, lo cuales junto con la extensa pradera de la fanerógama, aportan considerables volúmenes de material detrítico, que ocasiona un aumento en los porcentajes de las fracciones finas, además de la acumulación de sedimentos finos, acarreados por las quebradas existentes

en la zona, y el poco oleaje, que contribuye con la acumulación de sedimentos finos. CARABALLO (1968) señala que el origen de los sedimentos interviene en gran medida en la característica de los mismos. Resultados similares a los de esta investigación han sido reportados por CARABALLO (1982) y APONTE & ROQUE (2003) para las mismas áreas de estudio, y por JIMÉNEZ & LIÑERO-ARANA (2002) y DÍAZ & LIÑERO-ARANA (2004) en praderas de fanerógamas marinas en la Bahía de Mochima**.**

Con respecto a la biomasa de la pradera de *T. testudinum*, altos valores pudieran estar relacionados con la poca profundidad que existe en la zona de estudio, y de allí una mejor penetrabilidad de la luz. Al respecto, PÉREZ *et al*. (2006), señalan que el crecimiento de las praderas de fanerógamas dependen de la salinidad, temperatura y régimen de luz, y PETERSON & HECK (1999, 2001 a, b) indican que la productividad de las fanerógamas marinas está limitada principalmente por la disponibilidad de nutrientes y la luz. En otras zonas del Caribe, BONE *et al*. (2001) señalan altos valores de biomasa en Belice, Barbados y México (entre 1.000 y 4.000 $g.m^{-2}$), y GALLEGOS *et al*. (1993) indican valores máximos de 1.000 $g.m^{-2}$ para *T. testudinum* en México. Al comparar los valores de biomasa de la zona de estudio (2.119-4.368$g.m^{2}$), se encontró que son superiores a los reportados para otras áreas de Venezuela (DÍAZ & LIÑERO-ARANA, 2004; PÉREZ *et al*. 2006) lo cual nos indica que el golfo de Cariaco, es un área excelente para el desarrollo de estas praderas. Los valores más bajos de biomasa ocurrieron entre enero y marzo, coincidiendo con las bajas temperaturas del período de surgencia. El crecimiento óptimo de *T. testudinum* está relacionado con temperaturas de 30 ºC (ZIEMAN 1985). La productividad de esta fanerógama ha sido positivamente relacionada con el incremento de la temperatura desde 20 a 30 º C, en áreas subtropicales (BARBER & BEHRENS 1985).

Las mayores densidades de organismos fueron observadas en dos épocas. La primera, entre marzo y abril (2001), lo cual pudiera estar relacionado con el enriquecimiento aportado por la surgencia, que ocurre desde diciembre hasta abril (MANDELLI 1982; FERRAZ-REYES 1987; 1989); y la segunda, en los meses de mayo-junio, coincidiendo con un segundo período de surgencias menores que se presentan entre junio y agosto, existiendo una mayor disponibilidad de nutrientes (OKUDA & BENÍTEZ 1985; FUKUOKA 1966; RUEDA 2000). Otros estudios realizados en la zona (MÁRQUEZ *et al*. 2000, JIMÉNEZ & LIÑERO-ARANA 2002) señalan que las mayores densidades de organismos ocurren en los meses posteriores a la surgencia, observándose esta misma condición en la biomasa y cobertura de la planta, lo cual proporciona mayor protección contra la depredación, y una mayor disponibilidad de recursos. Los bivalvos fueron más abundantes en los períodos de surgencia, debido a que son, en su mayoría, organismos filtradores, por lo que existe mayor disponibilidad de alimento en estas épocas del año. Con respecto a la baja abundancia de gasterópodos, podría deberse a que la mayoría de estos organismos son epifaunales, y al habitar sobre la pradera, están más expuestos a la acción de los depredadores por parte de peces y cangrejos bentónicos, ya que estos constituyen su principal alimento. La depredación podría ser un factor ecológico importante en la estructuración de la comunidad de gasterópodos, que pudiera explicar las fluctuaciones de la misma (GRAHAM 1990; HECK & THOMAS 1981), pudiendo ser el factor que determine no sólo la variabilidad, sino también la talla.

En estudios realizados en zonas tropicales y templadas se ha encontrado una mayor riqueza y densidad de organismos bentónicos en praderas donde es mayor la biomasa de la planta respecto a praderas cercanas con vegetación menos densa o sin vegetación (STONER 1980; HECK & WESTONE 1977; HECK 1979; VALENTINE & HECK JR. 1993; JIMÉNEZ *et al*. 2000). Valores altos de biomasa representan un mayor número de hábitats y disponibilidad de alimento; sin embargo, esta relación organismos-planta no ocurre por un parámetro en particular, sino por el conjunto de características de la pradera (STONER 1980; LEWIS & STONER 1983, PARKER *et al*. 2001). Los resultados obtenidos en este estudio mostraron algunas relaciones con los diferentes compartimientos de las plantas. Así los bivalvos más abundamtes (*C. cancellata* y *B. exustus*) y los gasterópodos *M. modolus*, *N. bivex* y *T. acropora*) presentaron mejor correlación en las hojas y los rizomas-raíces de las plantas, mientras que *M. modolus*, *A. zebra*. y *A. notabilis*, guardaron una relación más acentuada con el tejido muerto y talos de la planta, los cuales aportan alimento y protección a estas especies. Asímismo, la densidad y la riqueza de especies, fueron mayores durante los meses con altos valores de biomasa vegetal, lo cual pudiera indicar que, a pesar de no existir una correlación tan acentuada con todos los compartimientos de la planta, estos se ven beneficiados de manera indirecta por la mayor biomasa de la fanerógama, en el caso de los herbívoros, por mayor producción de materia orgánica, y para los bivalvos, por la protección contra sus depredadores.

PARKER *et al.* (2001) señalan que los organismos de la epifauna están más afectados por cambios en las características de la planta que los organismos de la infauna.

La ausencia de diferencias significativas de la abundancia de moluscos entre los meses de estudio, pudo ser debida al reclutamiento de organismos, a diferencias en los ciclos reproductivos de dichas especies; a su migración para reproducción, o a una mayor depredación sobre éstos, ya que durante todo el período de estudio fueron observados tanto juveniles como adultos. Por otro lado, la existencia de un patrón temporal en la abundancia de organismos es independiente de las variaciones que puedan presentarse en las características de la vegetación. A pesar de que no se encontró una relación acentuada entre la densidad de los moluscos y la biomasa de las fracciones de *Thalassia*, se observó una disminución de ambas variables, en el período septiembre-noviembre, coincidiendo con la época de mayor precipitación. Finalmente, es posible que los patrones encontrados en este estudio sean consistentes en el tiempo para la zona del golfo de Cariaco, pero no pudieron demostrarse debido a la elevada variabilidad de los datos, por lo cual sugerimos que en futuros estudios, se tome en cuenta una mayor replicación de las variables a considerar.

AGRADECIMIENTO

A la asistente de Investigación MSc. THAYS ALLEN, y los técnicos CARLOS FIGUEROA, ANGEL ANTÓN y FIDEL MARCHÁN por su valioso trabajo de campo, y al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente por la asignación de materiales y viáticos para la realización del presente estudio a través del proyecto CI. 5-1803-0979-01.

REFERENCIAS

ABBOTT, R. T. 1974. *American Seashells*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, USA. 663 pp.

_____. & P. MORRIS. 1995. *Shells of the Atlantic & Gulf Coast & the West Indies*. Peterson Field Guides. New York, USA 350 pp.

ALLEN, T. & M. Jiménez. 2001. Comunidad de peces en tres praderas de *Thalassia testudinum* del Golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 40 (1&2): 39-48.

APONTE, I. & A. ROQUE. 2003. Evaluación granulométrica y mineralógica de los sedimentos recientes del litoral marino del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Trab. Grad. Ingeniero Geólogo, Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar, Venezuela. 206 pp.

BARBER, B. J. & P. J. BEHRENS. 1985. Effects of elevated temperature on seasonal *in situ* leaf productivity of *Thalassia testudinum* Banks ex Köning and *Syringodium filiforme* Kützing. *Aquat. Bot.* 22: 61-69.

BARNES, R. 1988. *Zoología de los invertebrados*. Interamericana McGraw-Hill, México. 5a edición. 957 pp.

BELLO, G. 1989. Comunita di gasterópodo di una partería di *Thalassia testudinum* di st. Croix Caraibi. *Mem. Biol. Mar. Edi. Oceanogr*. 17: 17-26.

BITTER, R. 1988. Análisis multivariado de la comunidad asociada a *Thalassia testudinum* en el Parque Nacional Morrocoy. Trab. Grad. Doctorado, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 144 pp.

BONE, D. & J. M. VIETEZ. 2002. Spionidae (Annelida: Polychaeta) from the Parque Nacional Morrocoy, Falcón, Venezuela. *Rev. Biol. Trop*. 50(1):69-75.

_____., A. CRÓQUER, E. KLEIN, D. PÉREZ, F. LOSADA, A. MARTÍN, C. BASTIDAS, M. RADA, L. GALINDO &. P. PENCHASZADEH. 2001. *Programa CARICOMP a largo plazo de los ecosistemas marinos del Parque Nacional Morrocoy.* Interciencia. 26 (10): 457-462.

CARABALLO, L. F. (1968). Sedimentos recientes de las playas de la Bahía de Mochima. *Bol. Inst. Oceanogr.* 9 (1&2): 9-20.

_____. (1980)**.** *Batimetría, sedimentos y estructuras del Golfo de Cariaco, Cumaná, Venezuela***.** Trab. Ascenso. Profesor titular. Universidad de Oriente. 130 pp.

_____. 1982 . El Golfo de Cariaco. Parte II. Los sedimentos superficiales y su distribución en el fondo. Fuente de sedimentos. Análisis

Mineralógico. *Bol. Inst. Oceanogr.* 21 (1&2): 37-65.

CARICOMP. 1991. *Manual of methods for mapping and monitoring of physical and biological parameters in the coastal zone of the Caribbean Level I*. CARICOMP Data Management Centre, University of the West Indies, Mona, Kingston, Jamaica. 54 pp.

DAWES, C. L. 1986. *Botánica Marina*. Editorial Limusa . México. 673 pp.

DIAZ-MERLANO, J. M & M. PUYANA HEGEDUS. 1994. *Moluscos del Caribe Colombiano*. *Un catálogo Ilustrado*. COLCIENCIAS. Fundación Natura. INVEMAR, Colombia. 291 pp.

DÍAZ DÍAZ O. & I. LIÑERO-ARANA. 2004. Comunidad de moluscos asociados a praderas de *Thalassia testudinum* (Bank et Köning 1805), en la Bahía de Mochima, Venezuela. *Acta Cient. Venez.* 55: 23-39.

DUARTE, C. M. & C. CHISCANO. 1999. Seagrass biomass and production: a reassessment. *Aquat. Bot*. 65: 159-174.

FERRAZ-REYES, E. 1987. Productividad primaria del Golfo de Cariaco (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 26 (1&2):97-110.

_____. 1989. Influencia de los factores físicos en la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en el Golfo de Cariaco (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 28 (1&2):47-56.

FUKUOKA, J. 1966. Coastal upwelling near Venezuela (II): Anual periodicities of hydrographical conditions. *Bol. Inst. Oceanogr.* 5(1&2): 84-95.

GALLEGOS, M. E., M. MERINO, N. MARBA & C. M. DUARTE. 1993. Biomass and dynamics of *Thalassia testudinum* in the Mexican Caribbean: elucidating rhizome growth. *Mar. Ecol. Prog. Ser*. 95: 185-192.

GRAHAM, J. E. 1990. Population regulation, population dynamics and competition amongst mobile epifauna associated with seagrass. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 144: 205-234.

GRATEROL, A. 1986. *Diversidad de moluscos en dos localidades del golfo de Cariaco, Edo. Sucre.* Trab. Grad. Licenciado Biología, Universidad de Oriente, Cumaná , Venezuela. 36 pp.

HECK, K. L. JR. & S. WESTONE. 1977. Habitat complexity and invertebrate species richness and abundance in tropical seagrass meadows. *J. Biogr. Geogr*. 4: 135-142.

_____. 1979. Some determinants of the composition and abundance of motile macroinvertebrates species in tropical and temperate turtlegrass (*Thalassia testudinum*) meadows. *J. Biogeogr*. 6: 183-200.

_____. & R. ORTH. 1980. Structural components of eelgrass (*Zostera marina*) meadows in the lower Chesapeake Bay. Decapod Crustacea. *Estuaries,* 3: 289-295.

_____. & T. A. THOMAS. 1981. Experiments on predator-prey interactions in vegetated aquatic habitats. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol*. 53: 125-134.

HEMMINGA, M. A., N. MARBA & J. STAPEL. 1999. Leaf nutrient resorption, leaf lifespan and the retention of nutrients in seagrass system. *Aquatic. Botany.* 65: 141-158.

HUMFREY, M. 1975. *Sea Shells of The West Indies*. Collings St. James S Place, London. UK. 351 pp.

ISEA, J. 1994. *Variación espacial y temporal de la epifauna móvil asociada a las praderas de Thalassia testudinum*. T.E.G. en Ciencias Biológicas. USB. 119 p.

JACKSON, J. 1972. The ecology of the molluscs of *Thalassia* communities, Jamaica. West Indies. II. Molluscan population variability along an enviromental stress gradient. *Mar. Biol*. 14: 304-337.

JIMÉNEZ, M. 1994. Comunidad de moluscos asociada a *Thalassia testudinum* en la Ensenada de Reyes, Bahía de Mochima, Edo. Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 33 : 67-76.

_____., I. LIÑERO-ARANA, J. P. BLANCO & J. FERMÍN. 2000. Macrofauna béntica asociada a *Thalassia testudinum* en la bahía de Mochima, Edo. Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop*. 48 Supl. 1:233-242.

_____. & I. Liñero-Arana 2002. Moluscos asociados a *Thalassia testudinum* en Isla Larga, Bahía de Mochima, Edo. Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 41 (1&2) : 55-65.

Krebs, C. 1989. *Ecology.* Ed. Harper & Row. New York, USA. 964 pp.

Lewis, F. G. & A. W. Stoner. 1983. Distribution of macrofauna within seagrass beds: an explanation for patterns of abundance. *Bull. Mar. Sci*. 33:296-304.

Macsotay, O. & R. Campos Villarroel. 2001. *Moluscos representativos de la Plataforma de Margarita, Venezuela. Descripción de 24 especies nuevas*. Ed. Rivolta, Valencia, Venezuela. 280 pp.

Márquez, B., C. Lodeiros, M. Jiménez & J. Himmelman. 2000. Disponibilidad de juveniles por captación natural de la ostra *Pteria colymbus* (Bivalvia: Pteriidae) en el golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Trop*. 48 Supl. 1:151-158.

Mendelli, E. F. 1982. Primary production and phytoplannkton dynamics in a tropical inlet Gulf of Cariaco, Venezuela. *Int. Revueges Hydrobiol*. 67 (9): 85-95.

Okuda. T. & J. Benítez. 1985. Variación estacional de diversas formas de nitrógeno en el Golfo de Cariaco (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 24 (1&2):185-198.

Parker, J., E. Duffy & R. Orth. 2001. Plant species diversity and composition experimental effects of marine epifaunal assamblegues. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 224: 55-67.

Patriquin, D. 1973. Estimation of growth rate, production anda ge of the marine angiosperm *Thalassia testudinum* Köning. *Carib. J. Sci*. 13: 111-123.

Peterson, B. J. & K. L. Heck, Jr. 1999. The potential for suspension feeding bivalves to increase seagrass productivity. *J. Exp. Mar. Ecol*. 240: 37-52.

_____. & K. L. Heck, Jr. 2001 a. Positive interactions between suspension-feeding bivalves and seagrass-a facultative mutualism. *Mar. Ecol. Prog. Ser*. 213: 143-155.

Pérez, D., M. Guevara & D. Bone. 2006. Temporal variation of biomass and productivity of *Thalassia testudinum* (Hydrocharitaceae) in Venezuela, Southern Caribbean. *Rev. Biol. Trop*. 54 (2): 1-11.

Pielou, E. C. 1977. *Mathematical Ecology*. Wiley & Sons, Inc., New York, USA. 385 pp.

Prieto A., A. Graterol, I. Campos & D. Arrieche. 1999. Diversidad de moluscos en dos localidades del golfo de Cariaco, Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. Fund. La Salle*, 59 (15)1:117-128.

Quintero, A. & C. Lodeiros. 1996. Variaciones térmicas del agua de Turpialito del Golfo de Cariaco (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 35 (1&2):27-40.

Rodríguez, C. T. 2003. *Depredación por peces y crustáceos decápodos como factor regulador de la macrofauna bentónica asociada a praderas de fanerógamas*. Trab. Grad. Doctorado. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 144 pp.

_____. & E. Villamizar. 2000. Fauna asociada a *Thalassia testudinum* en el parque Nacional Morrocoy. *Rev. Biol. Trop*. 48 Supl. 1: 243-249.

Rueda, D. 2000. *Variabilidad temporal de la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en la depresión oriental de la cuenca de Cariaco y sus relaciones con los aspectos hidrográficos al estrato superficial (*1996-1998). Trab. Grad. MSc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 95 pp.

Sant, S. 1994. *Estudio ecológico de la comunidad de moluscos asociada a praderas de Thalassia testudinum* (Köning, 1805) *en la Bahía de Mochima. Edo. Sucre, Venezuela*. Trab. Grad. Licenciado Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 87 pp.

Sokal, R. & F. J. Rohlf. *1981. Biometry.* W. H. Freeman and Company, New York, USA. 859 pp.

Stoner, A. W. 1980. The role of seagrass biomass in the organization of benthic macrofaunal assemblages. *Bull. Mar. Sci*. 30:537-551.

_____., M. RAY & J. M. WAITE. 1995. Effects of a large herbivorous gastropod on macrofauna communities in tropical seagrass meadows. *Mar. Ecol. Prog. Ser*. 121: 125-137.

TRAYER, G. W., K. A. BIORNDAL, J. C. OGDEN, S. L. WILLIAMS & J. ZIEMAN. 1984. Role of larger herbivores in seagrass communities. *Estuaries*, 7: 351-376.

VALENTINE J. F. & K. L. HECK JR. 1993. Mussels in seagrass meadows: their influence on macroinvertebrate abundance and secondary production in the northern Gulf of Mexico. *Mar. Ecol. Prog. Ser*. 96:63-74.

WARMKE, G. & R. ABBOTT. 1962. *Caribbean Seashells*. Livingston Pub., Co., Narberth, 384 pp.

YOUNG, D. K. & M. YOUNG. 1978. Regulation of species densities of seagrass-associated macrobenthos: Evidence from field experiments in the Indian River estuary, Florida. *J. Mar. Res*., 36 :593-569.

ZIEMAN, J. C. 1985. Seasonal variation of turtle grass, *Thalassia testudinum* Köning, with reference to temperature and salinity effects. *Aquat. Bot.* 1: 107-123.

RECIBIDO: Diciembre 2008
ACEPTADO: Julio 2009