

## **LAS COMUNIDADES MACROBENTÓNICAS ASOCIADAS A FONDOS BLANDOS EN EL COSTADO SUR DE LA BAHÍA DE TAGANGA, CARIBE COLOMBIANO, DURANTE LA ÉPOCA SECA**

### **MACROBENTHIC COMMUNITIES ASSOCIATED TO SOFT-BOTTOMS IN THE SOUTHERN COST OF TAGANGA BAY, COLOMBIAN CARIBBEAN DURING DRY SEASON**

*Tatiana Sánchez Armenta, Carlos Trujillo Arcila y Eliana Barrios Vázquez*

#### **RESUMEN**

Este trabajo analiza la composición y la estructura de la comunidad de macroinfauna de fondos blandos y su relación con diferentes variables ambientales en el costado sur de la Bahía de Taganga, Caribe Colombiano durante la época seca. Se establecieron tres localidades en una isobata de 5 a 15 metros de profundidad y a una distancia entre estaciones de 1km. Se recolectaron cinco muestras por estación en diciembre-08, marzo y Junio de 2009. Se empleó un corazonador con área de cobertura de 0,01m<sup>2</sup> x 10 cm y un área de muestreo de 0,04m<sup>2</sup>. Se evaluó temperatura, salinidad, transparencia, nitritos, sólidos suspendidos totales y su fracción orgánica, el porcentaje de materia orgánica y carbonato de calcio, el índice arenoso y el tamaño de grano. Se identificaron 93 familias de un total de 2957 organismos. Las densidades de la macroinfauna fluctuaron entre 118 y 638 organismos/0,04 m<sup>2</sup> pertenecientes a nueve grupos biológicos: anélidos, artrópodos, cordados, equinodermos, moluscos, nemátodos, nemertinos, platelmintos y sipuncúlidos, siendo los anélidos (poliquetos) el grupo más abundante. El valor de biomasa húmeda total alcanzó 3,751g. El análisis de similitudes ANOSIM determinó que no existen diferencias en cuanto a composición y estructura de la comunidad macrobentónica ni temporal ni geográficamente, indicando la presencia de una sola comunidad.

**PALABRAS CLAVE:** composición, estructura, comunidades macroinfaunales, variables ambientales, Caribe colombiano, Taganga

#### **ABSTRACT**

The current work analyzes the composition and structure of macroinfaunal communities associated with soft bottoms and their relationship to different environmental variables on the south side of Taganga Bay, Colombian Caribbean during the dry season. Three sites were established through the Taganga south coast parallel to the shoreline in an isobath of 5-15 meters in depth and distance between stations of approximately 1 km. Five samples were collected during December 2008, March and June 2009 using a plastic hand corer with a coverage area of 0,01m<sup>2</sup> x 10 cm, giving a sampling area of 0,04 m<sup>2</sup>. The variables evaluated were temperature, salinity, transparency, nitrites, total suspended solids (TSS) and their organic fraction, percentage of organic matter, calcium carbonate, sandy index and grain size. A total of 2957 organisms were identified in 93 families spread over the macrofauna densities ranging between 118 and 638 organisms / 0.04 m<sup>2</sup> and belonging to nine biological groups represented by annelids, arthropods, chordates, echinoderms, molluscs, nemertean, plathyhelminths and sipunculids. Biomass values reached 3.751g. The similarity analysis ANOSIM identified no differences in composition and structure of the macrobenthic community temporarily or geographically, indicating the presence of a single continuous community.

**KEY WORDS:** composition, structure, macroinfaunal communities, environmental variables, colombian Caribbean, Taganga

### **INTRODUCCIÓN**

El bentos hace referencia a todos los organismos que viven en relación íntima con el fondo marino (Vegas, 1971). Son los mayores consumidores secundarios en

ecosistemas costeros y están compuestos de diversos taxa representando casi todos los filas y clases del reino animal (Fritshen y Holland, 1992). La macroinfauna asociada a los sedimentos marinos está representada generalmente por organismos pertenecientes a los grupos



de Annelida, Crustacea, Mollusca, Echinodermata, Sipunculida y Briozoa.

Entre los trabajos realizados sobre la comunidad bentónica en la Bahía de Taganga, se encuentra el estudio de impacto del emisario submarino de Santa Marta, concluyendo que hasta el momento, el sistema alcanza los objetivos de dilución y autodepuración, y no generan impactos significativos sobre las zonas de interés ecológico y turístico de la Bahía de Taganga (Gámez, 2002). Sin embargo, sus conclusiones sobre el impacto ambiental fueron enfocadas a pequeñas formaciones coralinas, dejando por fuera el estudio de la macrofauna bentónica como un factor determinante en la evaluación de la diversidad y de cambios en áreas sujetas a posible contaminación. Seguidamente, Rubio (2005) determinó el efecto producido por la ubicación de refugios artificiales bentónicos (casitas cubanas) sobre la macroinfauna de fondos blandos de la Bahía de Taganga.

El presente trabajo brinda conocimiento de la estructura de la macroinfauna asociada a los fondos blandos del costado sur de la Bahía de Taganga, inexistente para ésta área, estableciendo así la línea base del sector.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La Bahía de Taganga ( $14^{\circ} 15' N$  y  $74^{\circ} 12' W$ ) Caribe colombiano (Fig. 1), se caracteriza por presentar un litoral rocoso en forma de acantilado consolidado y estable (Invemar, 2005) con playas arenosas y de grava estrecha. Conformadas por cascajo de origen litogénico y carbonato de calcio de origen coralino. Los fondos rocosos son frecuentes en el área por la entrada de estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta en el mar. El régimen climático tiene gran influencia en las características físicas y químicas del agua de la Bahía por el influjo de aguas continentales. En general se presentan dos épocas climáticas definidas, un periodo seco (de vientos alisios del norte) entre diciembre y abril y un periodo lluvioso entre agosto y octubre, el resto del año (mayo-julio y noviembre) es de transición entre las dos estaciones (Andrade, 2001) La Bahía de Taganga forma parte de la zona amortiguadora del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) en el límite sur.

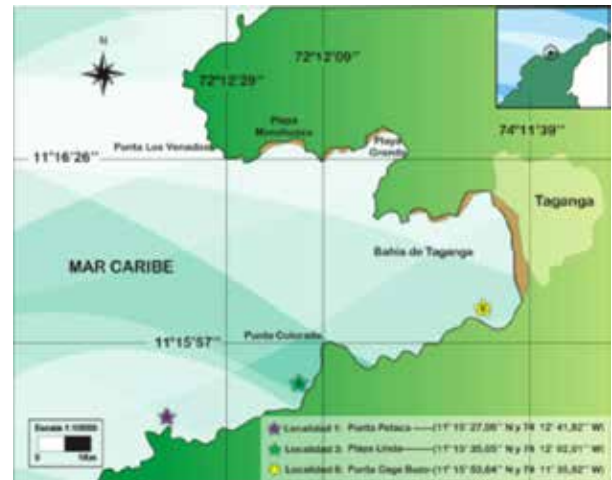


Figura 1. Mapa de la Bahía de Taganga que muestra las localidades donde se encuentran ubicados los puntos de muestreo (Adaptado del programa Google Earth).

La recolección de las muestras se realizó durante la época seca, entre diciembre de 2008 y junio de 2009; teniendo en cuenta un seguimiento bimestral ya que los efectos de la lluvia o bien sequía no son considerados inmediatos (Zajac y Whitlatch, 1982; Kröncke et al., 1998). Se ubicaron tres sitios entre los 5 y 15 metros de profundidad con distancias entre estaciones de 1 km aproximadamente, que corresponden a los sectores de: Punta Petaca, Playa linda, y Punta Caga Buzo (Tabla 1).

Para la recolección de las muestras biológicas y de sedimento se empleó un equipo de buceo autónomo y un corazonador (11,5 cm de diámetro; con área de cobertura de  $0,009 m^2$ ) la penetración se realizó hasta 10 cm ya que es donde se encuentra la mayor actividad biológica (Invemar, 2008); se recolectaron 5 corazonadores en cada estación; 4 para el análisis biológico y 1 para el análisis de sedimentos, obteniendo un área de muestreo de  $0,04m^2$ .






Cada muestra con material biológico fue cernida en un tamiz de campo de  $500 \mu m$  y narcotizada por 20 minutos con cloruro de magnesio (Baguley et al., 2006), luego fueron fijadas con formol al 10% y teñidas con rosa de bengala. Finalmente cada muestra se almacenó en bolsas plásticas debidamente rotuladas.

Las muestras de sedimento para tratamiento granulométrico fueron secadas y posteriormente

tratadas. Las muestras para medir los porcentajes de materia orgánica y carbonatos se guardaron en frascos y se congelaron inmediatamente para su posterior análisis en el laboratorio. Para la toma de las variables físico-químicas, la transparencia fue tomada con disco Sechi; la profundidad con profundímetro y la temperatura se

tomó durante el proceso de recolección de muestras con un termómetro de mercurio y la salinidad fue medida con un salinómetro digital. En cada estación por muestreo se tomaron muestras del agua del fondo para la determinación de sólidos suspendidos totales (sst) y de nitritos.

Tabla 1. Ubicación de las estaciones y profundidad de muestreo.

	ESTACIÓN	LOCALIDAD	LATITUD (N)	LONGITUD (W)	PROF (m)
23/10/2008	 DIC-E1	Punta Petaca	11°15,451`	74°12,697`	10
23/10/2008	 DIC-E3	Playa Linda	11°15,625`	74°12,035`	6
23/10/2008	 DIC-E6	Punta Caga Buzo	11°15,894`	74°11,597`	8
28/03/2009	 MAR-E1	Punta Petaca	11°15,451`	74°12,697`	9
28/03/2009	 MAR-E3	Playa Linda	11°15,625`	74°12,035`	7
28/03/2009	 MAR-E6	Punta Caga Buzo	11°15,894`	74°11,597`	6
23/06/2009	 JUN-E1	Punta Petaca	11°15,451`	74°12,697`	13
23/06/2009	 JUN-E3	Playa Linda	11°15,625`	74°12,035`	10
23/06/2009	 JUN-E6	Punta Caga Buzo	11°15,894`	74°11,597`	7

### Fase de Laboratorio-Material Abiótico

La elaboración del porcentaje de nitritos se llevó a cabo según el método descrito por Garay et al. (2003); Los sólidos suspendidos totales se empleó el método de Strickland y Parsons (1972). Ambos métodos son descritos en el manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: aguas, sedimentos y organismos, del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras -INVEMAR. Los valores de carbonato de calcio: se determinaron por medio de la técnica microgasométrica, adaptación del método de Bernard (Guzmán, 1993). El contenido de materia orgánica se determinó por el método descrito en Stirn (1981). En cuanto al material biótico, se eliminó el sedimento fino y el exceso de formalina, posteriormente se separaron los organismos a nivel de grupos mayores (poliquetos, moluscos, crustáceos, briozoos, equinodermos etc). Éstos se guardaron en frascos plásticos con alcohol etílico al 70% y se rotularon con fecha, grupo y estación. Se identificaron hasta el nivel de familia.

Para la identificación de los organismos se emplearon claves taxonómicas para cada grupo: Salazar-Vallejo (1988), Fauchald (1977), Fauchald y Reimer (1975), Williams (1984) y Ortiz (1994) para crustáceos, Abbott (1974) y Diaz y Puyana (1994) para moluscos, Cutler (1994) para sinpuncúlidos, Clark y Downey (1992) y Hendler et al. (1995) para equinodermos.

Los nemátodos de vida libre, los nemertinos y platelmintos, se separaron hasta el nivel de filum y algunos otros organismos no alcanzaron a identificarse cómo familia, por lo que se incluyeron en los análisis de abundancia relativa al total de las estaciones, pero no en la descripción taxonómica de la comunidad ni en los análisis estadísticos multivariados.

### Tratamiento de la Información

Se construyeron dos matrices, una para abundancia y otra para biomasa. Con base en los conteos para cada estación se determinaron los componentes estructurales: Abundancia, Riqueza, Biomasa y Diversidad. Se



emplearon los índices: diversidad de Shanon ( $H'$ ), riqueza de Margalef (1989) ( $d'$ ), equitatividad de Pielou  $J'$  (Pielou, 1975) y curvas de rarefacción.

Estructura de la comunidad: Mediante la ley de Taylor (Taylor, 1961) se obtuvo el tipo de transformación requerida y se realizaron los siguientes análisis y rutinas multivariadas en el programa Primer 5.0: Clasificación, utilizando el índice de similitud de Bray curtis (Clarke y Warwick, 1994); Ordenación, empleando la técnica de ordenación *NMDS* (Clarke y Warwick, 1994); Análisis de similitud *ANOSIM*, para determinar diferencias entre estaciones y meses de muestreo, usando el índice de asociación Bray-Curtis (Clarke y Warwick, 1994); y se empleó la rutina *BIO-ENV* para identificar las interacciones entre las variables ambientales y la comunidad (Clarke y Warwick, 1994).

## RESULTADOS

### Condiciones Ambientales

Los valores de salinidad estuvieron entre 34 ‰ y 37 ‰ con una variación entre los 4,5 y los 9 m. La temperatura varió entre 19 y 29 °C, presentando los menores valores en el mes de marzo, y los mayores en el mes de junio. La concentración en los niveles de nitritos para el área de muestreo osciló entre 0,35-4,36 µg/l, los valores más altos se presentaron en junio y los más bajos para marzo. Los valores de sólidos suspendidos totales (SST) oscilaron entre 20,5 y 158,9 mg/l. La fracción orgánica tuvo una variación entre 3,1 y 7,4 ‰ (Tabla 2).

### Tipo de sustrato

Se presentó predominio de gránulos, arenas gruesas y medias en los sedimentos del área de estudio. En la localidad 1 (Punta Petaca) estuvieron conformados principalmente por gránulos y arenas gruesas, mientras que los de las localidades 3 y 6 (Playa Linda y Punta Caga Buzo) variaron entre arenas gruesas y arenas medias. La clasificación del sedimento con base en el tamaño de partícula y porcentaje de carbonato de calcio mostró un predominio de arenas litobioclasticas. Los porcentajes de carbonato de calcio se mantuvieron constantes, 25 ‰ para todas las estaciones muestreadas. El contenido de materia orgánica en el sedimento varió entre 2,2 (JUN-E3) 3,8 ‰ MAR-E6.

## Análisis Biológico

### Composición, Riqueza y Biomasa de la comunidad:

Los nemátodos de vida libre, los nemertinos y los platelmintos, se separaron hasta el nivel de filum, por lo que se incluyeron en los análisis de abundancia relativa al total de las estaciones, pero no en la descripción taxonómica de la comunidad ni en los análisis estadísticos multivariados. Se obtuvo un total de 2.957 organismos y la abundancia por estación varió entre 118 y 639 organismos/0,04m<sup>2</sup> pertenecientes a nueve grupos biológicos: anélidos, artrópodos, cordados, equinodermos, moluscos, nemátodos, nemertinos, platelmintos y sipuncúlidos. Se identificaron 93 familias y 4 morfotipos, 33 pertenecen a al grupo de los anélidos, 34 a los artrópodos, 20 a moluscos, 4 a equinodermos, 5 a sipuncúlidos y 2 familias al grupo de cordados. En la mayoría de estaciones los poliquetos (*Annelida*) presentaron las más altas abundancias, seguido por los artrópodos y sipuncúlidos. El promedio de familias fue de 38 ( $\pm 3.96$  DE) por estación. La dominancia la tuvieron los poliquetos, con un promedio de 43 ‰ entre estaciones. Los anélidos poliquetos fue el grupo que aportó el 78 ‰ de la abundancia total, seguido por los artrópodos con un 10 ‰, sipuncúlidos con el 9 ‰ y nemátodos con el 7 ‰. Los organismos pertenecientes a los moluscos, nemertinos, equinodermos, cordados y platelmintos registraron los porcentajes de abundancia más bajos 2,4 ‰, 2,3 ‰, 0,3 ‰, 0,06 ‰ y 0,01 ‰ respectivamente. Teniendo en cuenta la abundancia total (3957), la estación MAR-E3 presentó el mayor número de organismos (645 organismos) con una abundancia relativa de 21,5 ‰ y el valor más bajo corresponde a la estación MAR-E1 en donde se hallaron 126 organismos (3,9 ‰ de la abundancia total). Para el resto de las estaciones, el número de organismos total osciló entre 215 y 344 organismos/0,04 m<sup>2</sup>. Se obtuvo una biomasa húmeda total de 3,751 g. Los anélidos dominaron en biomasa húmeda con el 47 ‰, seguido de los moluscos (35 ‰); los artrópodos sólo aportaron un 3 ‰ de la biomasa. Los sipuncúlidos aportaron el 10 ‰ de la biomasa húmeda total, los equinodermos un 3 ‰, y los nemertinos el 1 ‰. De las diez familias dominantes a lo largo del estudio, seis pertenecen al grupo de los poliquetos: *Syllidae* (15 ‰), *Paraonidae* (13 ‰), *Cirratulidae* (10 ‰), *Goniadidae* (10 ‰), *Capitellidae* (6 ‰), *Lumbrineridae*



(5%), Dorvilleidae (4%) y Nereididae (4%) (Figura 3). Por otro lado, la familia Corophiidae fue dominante en al menos una estación, con un 20% en MAR-E6 y la familia Aspidosiphonidae con un 25% de la abundancia total en la estación DIC-E3. Las familias Amphiuroidae, Ophiuridae y Ophiocomidae (Echinodermata) sólo se

presentaron en la estación MAR-E3, JUN-E3 y JUN-E6 respectivamente, representando menos del 1%; mientras que la familia Paraonidae se caracterizó por ser la más abundante y dominante a lo largo de las estaciones (Tabla 3), seguida de las familias Goniadidae, Syllidae y Cirratulidae (Tabla 3).

Tabla 2. Valores de las variables ambientales en cada una de las estaciones de muestreo.

Estación	Salinidad	Transparencia (m)	Temperatura (°C)	Nitritos (µg/l)	SST (mg/l)	F.O %
DIC-E1	35	8	26	0,77	44,5	5,3
DIC-E3	35	9	26	1,09	28,1	5,5
DIC-E6	35	8	26	1,37	29,4	5,5
Prom ± Desvest	35 ± 0	8,3 ± 0,57	26 ± 0	1,07 ± 0,30	34 ± 9,1	5,4 ± 0,1
MAR-E1	34	9	19	0,3	20,5	3,1
MAR-E3	34	5,5	19	0,35	32,4	3,3
MAR-E6	34	4,5	19	0,45	42,9	4,9
Prom ± Desvest	34 ± 0	6,3 ± 2,3	19 ± 0	0,3 ± 0,07	31,9 ± 11,2	3,7 ± 0,9
JUN-E1	37	8	27,5	4,36	158,9	6,8
JUN-E3	37	8	28	4,22	83,6	7,4
JUN-E6	37	7,5	29,5	3,76	96,6	7,2
Prom ± Desvest	37 ± 0	7,8 ± 0,28	28,3 ± 1,04	4,1 ± 0,31	113 ± 40,2	7,1 ± 0,3

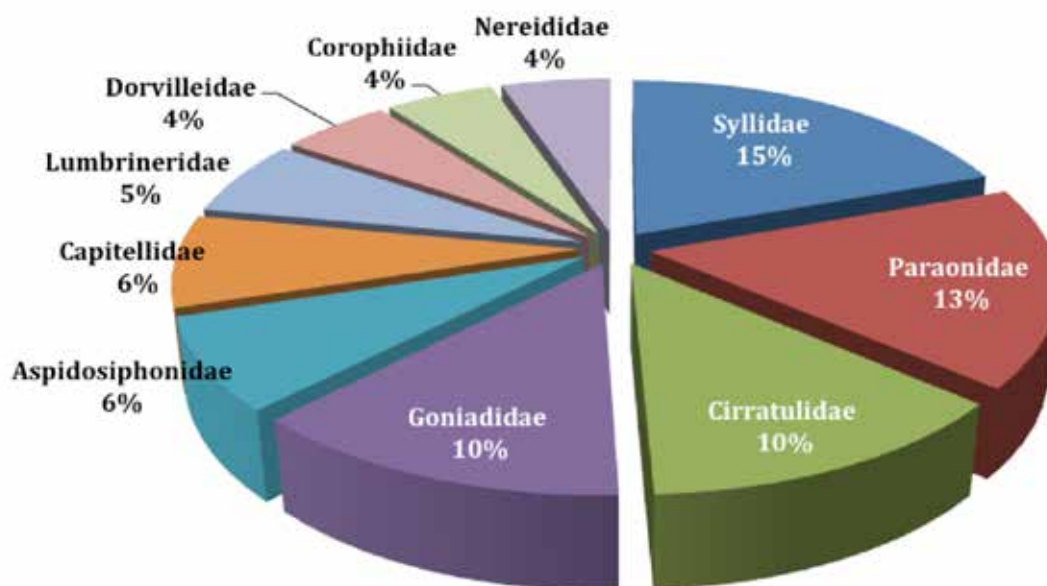


Figura 3. Proporción de familias dominantes en abundancia durante el presente estudio.



Tabla 3. Patrones de dominancia dentro de la comunidad

Estación	Lugar	ind/0,04m <sup>2</sup>	Familias	Abundancia Relativa (J') %	Familias dominantes	Abundancia Relativa (%)	Biomasa g/0,04m <sup>2</sup>	% Biomasa total
DICE-1	Punta Petaca	230	51	54	Paraonidae	18	0,00188	1
					Syllidae	16	0,00152	1
					Capitellidae	13	0,04	18
					Lumbrineridae	10	0,0096	4
DICE-3	Playa Linda	304	41	44	Aspidosiphonidae	25	0,00204	1
					Paraonidae	16	0,0032	1
DICE-6	Punta Caga Buzo	548	47	50	Goniadidae	30	0,0126	3
					Cirratulidae	18	0,0271	6
MARE-1	Punta Petaca	118	19	20	Paraonidae	40	0,0021	1
					Goniadidae	27	0,0035	2
MARE-3	Playa Linda	638	35	37,6	Syllidae	47	0,0046	1
					Paraonidae	11	0,004	1
MAR-E6	Punta Caga Buzo	279	35	37,6	Corophiidae	20	0,0036	0,4
					Syllidae	11	0,0032	0,4
					Phascolosomatidae	10	0,096	11
JUNE-1	Punta Petaca	289	47	50,5	Cirratulidae	31	0,168	32
JUNE-E3	Playa Linda	215	34	36,5	Paraonidae	27	0,0001	0,03
					Goniadidae	19	0,0026	0,8
					Cirratulidae	9	0,0153	4
JUNE-6	Punta Caga Buzo	336	41	44	Capitellidae	21	0,0398	8
					Cirratulidae	15	0,1193	25
					Paraonidae	11	0,003	1

Los grupos funcionales mejor representados en el área de estudios fueron los carnívoros (CA), alimentadores de depósito (AD) y un tercero menos frecuente, suspensívoros (S). Las tallas presentes son en su mayoría menores que las referenciadas. En los roles tróficos por parte de las familias dominantes, se evidencia una relación Carnívoro-Alimentador de depósito en casi todas las estaciones de muestreo, exceptuando la estación JUN-E6 en la que apareció un nuevo y abundante grupo trófico, suspensívoros; no se encontró un patrón definido por estación ni muestreo en el comportamiento trófico de esta comunidad (Tabla 4).

### Estructura de la comunidad

La riqueza de especies fue de moderado a bajo, pues de un total de 93 familias identificadas, se obtuvo un intervalo de 19 a 51 familias por estación. Los valores de diversidad (H') se mantienen relativamente constantes y altos para todas las estaciones, éstos oscilaron entre 2,5 y 2,8 con una pequeña disminución en las estaciones MAR-E1 y MAR-E3. La uniformidad (J'), la distribución del número de organismos por familia presente fue muy constante entre las estaciones (0,5- 0,7). En general, las curvas de rarefacción presentaron una baja pendiente en



todas las estaciones, situación que indica baja diversidad específica, donde se solapan MAR-E1, MAR-E3 Y DIC-E6. Sin embargo, la estación JUN-E1 presentó una curva con mayor pendiente, de corta longitud (baja densidad de familias) pero que indica una mayor diversidad (Figura 3).

En el análisis de clasificación no se evidencian grupos, aunque la primera estación en marzo ubicada en Punta Petaca marca una diferencia con respecto a los demás, se evidencia la existencia de una sola comunidad macrobentónica para ésta área de la bahía de Taganga ya que no existen diferencias marcadas dentro de ésta al encontrarse todo sobre el 45% de similaridad (Figura 4). El análisis de similaridades ANOSIM determinó que para el total de la muestra la similitud del rango global R entre los meses de muestreo fue de  $R = 0,078$  con una probabilidad ( $P = 0,29 > 0,05$ ) lo cual acepta la hipótesis nula de que no existen diferencias en cuanto a composición y estructura de la comunidad macrobentónica temporalmente. En cuanto a diferencia espacial, la similitud del rango global R entre las

estaciones muestreadas fue de  $R = 0,177$  con una probabilidad de 0,1, aceptando de igual manera que tampoco existen diferencias en cuanto a composición y estructura de la comunidad macrobentónica entre estaciones (espacialmente). En el análisis BIOENV, se utilizaron las variables salinidad (SAL), turbidez (SECHI), temperatura (T), porcentaje de materia orgánica (M.O), porcentaje de carbonato de calcio (CA), sólidos suspendidos totales (SST), niveles de nitritos (N), índice arenoso (IA) y tamaño del grano (TMG). Las tres variables ambientales que “mejor” explican el patrón biótico con respecto a la estructura y composición de la comunidad biológica son la temperatura, los niveles de nitritos, y el tamaño promedio del grano ( $\rho_w = 0,426$ ). La siguiente mejor combinación se da entre la temperatura y el tamaño promedio del grano ( $\rho_w = 0,424$ ). La superposición de algunas variables físicas características del sedimento, sobre la ordenación del MDS original, muestra que en el mes de marzo hubo una disminución en la temperatura, salinidad y en los niveles de nitritos; con respecto al tamaño medio del grano.

Tabla 4. Familias dominantes, número de organismos, porcentajes de abundancia y grupo funcional del presente estudio. Carnívoros: CA; Alimentadores de depósito: AD; Suspensívoros: S; Herbívoro: H (según Fauchald y Jumars, 1979; Beesley et al. 2000).

Familias	Grupo funcional	Abundancia %	Organismos	Tallas	Tallas este estudio
Syllidae	(CA)	15%	436	menos de 10 mm	menos de 10 mm
Paraonidae	(AD)	13%	390	40 mm	40 mm
Cirratulidae	(AD)	10%	299	120 mm	5- 17 mm
Goniadidae	(CA)	10%	284	Hasta 760 mm	13 mm
Aspidosiphonidae	(AD)	6%	166	4 - 40mm	13-43mm
Capitellidae	(AD)	6%	167	17 mm	35 mm
Lumbrineridae	(CA)	5%	139	100 mm	100 mm
Dorvilleidae	(CA)	4%	116	menos de 10 mm	3 mm
Corophiidae	(S)	4%	117	2 mm	3 mm
Nereididae	(CA), (AD), (S), (H)	4%	103	Hasta 200 mm	6 mm



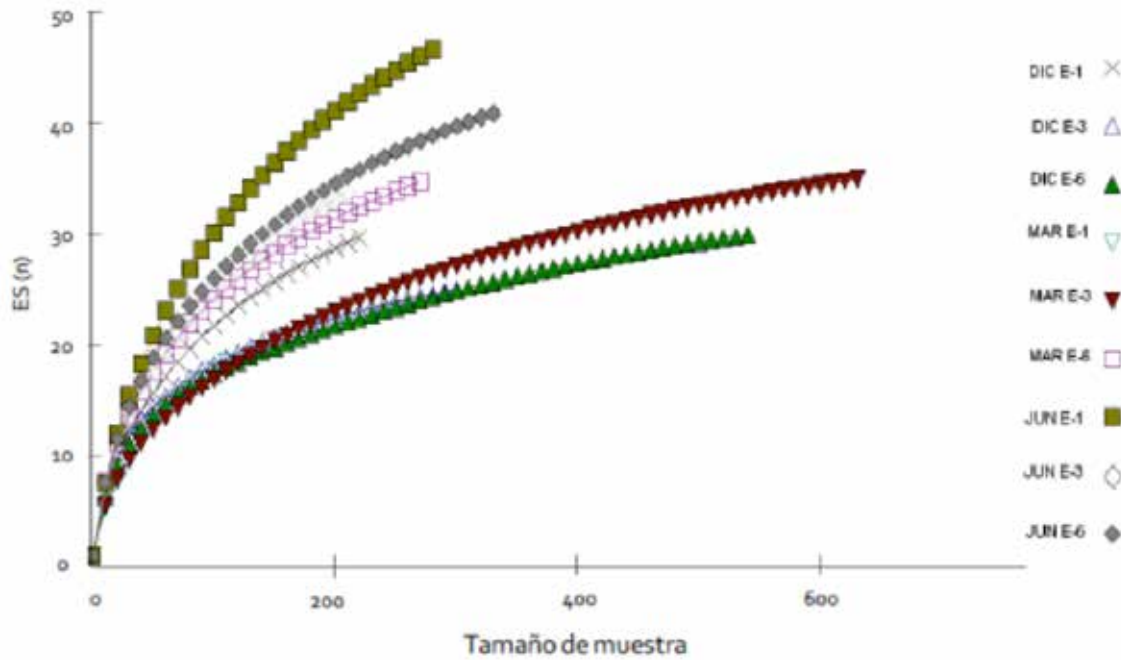


Figura 3. Curvas de Rarefacción de la macroinfauna bentónica en las estaciones muestreadas dentro del costado sur de la Bahía de Taganga.

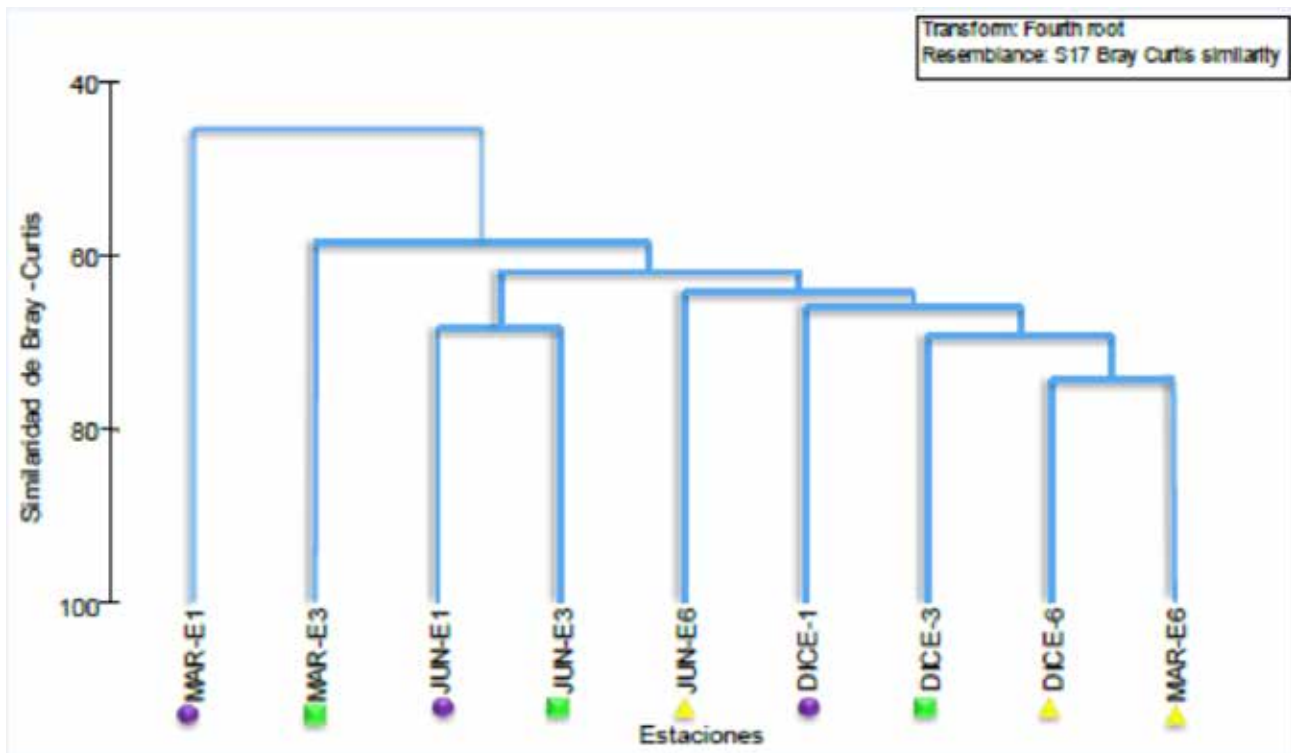


Figura 4. Análisis de clasificación del costado sur de la bahía de Taganga empleando el índice de similitud de Bray- Curtis.



## DISCUSIÓN

### VARIABLES AMBIENTALES

El sustrato en el costado sur de la Bahía de Taganga corresponde a un fondo sedimentario con predominio de gránulos, arenas gruesas y arenas medias; patrón similar al encontrado por Rubio (2005) en la parte central de la Bahía, aunque se notan diferencias debidas al parecer por la profundidad (24m) presentando dominancia hacia sedimentos finos, mientras que el tipo de sedimento encontrado en el presente estudio entre 8 y 15 m se evidencia el predominio de grano grueso. Altos contenidos de materia orgánica producen bajo contenido de oxígeno disuelto y sedimentos muy finos, los cuales no favorecen el desarrollo de la infauna (INVEMAR, 2002). Los valores de materia orgánica encontrados para el área de estudio son considerados bajos (2,4- 3,8 %) en comparación con el determinado hacia la parte central de la Bahía, entre 8,4 y 23% (Rubio, 2005), estando dentro del intervalo normal en lo que se refiere al contenido de materia orgánica en los sedimentos marino costeros (0,1 % y 10%) (Establier et al., 1984). Los valores de temperatura más bajos se presentaron en marzo de 2009 como consecuencia de un frente frío en el Mar Caribe durante ese mes. La presencia de este no solamente ocasionó una fuerte baja de la temperatura (19°C) y disminución de la salinidad (34), sino que además generó aumentos significativos en la velocidad de los vientos sobre todo el Mar Caribe (10-30 nudos) e incrementos del oleaje 1,5 a 3,5 m (CIOH en línea, 2009). La baja de la salinidad por la incursión del frente frío que afectó Bahía de Taganga durante marzo de 2009 (34) concuerda con la baja de la salinidad en el año 2006 (34,7). La variación de la transparencia de la masa de agua marina en marzo-09 con respecto a diciembre-08 y junio-09, probablemente, la presencia del frente frío registrado para ese mes trajo como consecuencia la resuspensión de los sedimentos en las localidades 3 y 6; a diferencia de la localidad 1 (Punta Petaca), en donde el predominio de gránulos y arena gruesa redujo los efectos de éste fenómeno. Los sólidos suspendidos totales (SST) tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. Los niveles de SST (56,3 mg/l) y nitritos (1,86 µg/l), están muy por debajo de los niveles de referencia máximos para el Caribe Colombiano (600 mg/l y 92 µg/l) (REDCAM en línea, 2009). Estos bajos contenidos de materia orgánica y nitritos en bahía de Taganga, pueden indicar que la bahía presenta una condición relativamente natural o sin mayor influencia de la descarga de aguas residuales. Sin

embargo, el promedio de los valores de SST muestran un incremento en comparación con años anteriores para la Bahía de Taganga donde solo es superado en el año 2004 (57,2 mg/l).

### Composición y estructura

Con el propósito de hacer comparaciones de la abundancia encontrada en el costado sur de Bahía de Taganga y otros estudios realizados en distintos lugares se extrapolaron los valores de abundancia a un área de 1m<sup>2</sup>. Los valores arrojados por el presente trabajo se pueden considerar bastante altos con respecto a aquellos reportados en la plataforma del Magdalena; estas altas abundancias sugieren que es un ambiente de alta productividad, también se podría decir que la comunidad bentónica macroinfaunal está respondiendo positivamente a la disponibilidad de recursos, a interacciones con-específicas benéficas (Margalef, 1989) a bajas competencias, selectividad en los recursos impidiendo el rápido crecimiento de sólo algunos organismos que pudieran inhibir el crecimiento o desarrollo de otros y una posible reducción de predadores lo que traduce en éste incremento de sus abundancias (Posey et al., 2006). Otros posibles factores responsables de las altas densidades en el costado sur son, primero, el intervalo de profundidad (5-15 m) que se ve superado en otros trabajos lo cual traduce en una disminución de sus promedios de abundancia, puesto que a mayor profundidad menor número de organismos de la infauna (Parsons et al., 1984). Segundo, las características del sedimento, puesto que el fondo con sedimentos gruesos, de manera general, aporta ensamblajes más diversos que el fondo con predominio de granos finos, posiblemente porque la heterogeneidad, complejidad y estabilidad del sustrato provee una mayor variedad de hábitat, y permiten que el agua y el oxígeno puedan circular creando mejores condiciones para el establecimiento de la infauna (Fauchald y Jumars, 1979; Calnan y Littelton, 1989); en este trabajo se presentó predominio de arenas gruesas y medias a diferencia de otros trabajo realizados en el Golfo de Morrosquillo, Pozos Colorados, Rodadero, Península de la Guajira y el Golfo de Salamanca (Guzmán-Alvis y Solano, 1997; Córdoba, 1997; Vides, 1999; Guzmán-Alvis et al., 2001; Rubio, 2005; Linero y Sosa, 2007) donde se presentan menores densidades hecho que se puede atribuir a la presencia de un tipo de sedimento más fino. Por último, se encuentra la diferencia de los métodos, ya que el corazonador es excelente al coleccionar un área o volumen conocido con diferentes profundidades del sedimento



bien representadas y donde todos los organismos presentes en esa área son capturados (Fleeger et al., 1988), además penetra con mayor eficiencia en el sedimento y la pérdida de organismos es mucho menor que con dragas (Downing y Rigler, 1984); aunque el uso de dragas Van Veen ha sido ampliamente utilizado en los otros estudios, su principal problema consiste en que tiene una “mordida” asimétrica y la profundidad de penetración depende mucho del tipo de sedimento (Elliot y Gray, 2009).

Las técnicas multivariadas permitieron establecer una similitud alta de esta comunidad que agrupa todas las estaciones en el costado sur de la Bahía de Taganga, sin definir grupos discriminados ya que existe una ocurrencia regular de algunas familias importantes a lo largo de las estaciones muestreadas. Estos resultados son similares a los encontrados por Guzmán-Alvis y Díaz (1993) López (1997), Córdoba (1997) Torres (1999); Vides (1999) y Guzmán-Alvis et al. (2001) donde concluyen la presencia de una sola comunidad para los sectores de Pozos Colorados y el Rodadero por encima de los 30 m. La prueba BIOENV mostró que la combinación de factores que explican en mejor medida o determinan la estructura de la comunidad, es la temperatura, el tamaño medio de grano y los porcentajes de nitritos, con un valor de correlación medio (0,42). Esta tendencia corrobora que el tipo de sedimento es uno de los principales factores que determinan el número y tipo de organismos que habitan los fondos blandos; autores han encontrado solo una variable como factor determinante de la estructura de comunidades macroinfaunales, como en el caso de contenido de materia orgánica en los sedimentos (Rubio, 2005; Muñoz-Pinilla, 2006) y tipo de sedimento (López, 1997; Torres, 1999; Linero y Sosa, 2007); otros trabajos reportan la combinación de dos factores como el tipo de sedimento y el contenido de materia orgánica (Vides, 1999; Neira y Palma, 2007). Así pues, en la comunidad descrita para el costado sur de la Bahía de Taganga, podría decirse que es el tamaño de grano, la variable que mejor explica la estructura de la infauna a lo largo del costado sur de bahía de Taganga, puesto que las otras variables ambientales discriminadas por el BIOENV presentaron notables variaciones al parecer por la incursión de un frente frío.

### AGRADECIMIENTOS

El presente estudio es parte del proyecto de desarrollo del cultivo de pulpo común *Octopus vulgaris*: “Bases

biológicas para el engorde en jaulas flotantes” en la Bahía de Taganga, iniciativa de la Universidad del Magdalena y Coopetaganga con la financiación de Colciencias 1117-403-20767.

### BIBLIOGRAFÍA

Abbot, M. B. 1974. American Seashells: The marine Mollusca of the Atlantic and Pacific Coasts of North America. D. Van Nostrand Reinhold Co, New York. 663 p.

Andrade, C. 2001. Las corrientes superficiales en la cuenca de Colombia observadas coboyas a la deriva. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 25: 321-335.

Baguley, J. G., P. A. Montagna, J. Hyde, R. D. Kalke y G. T. Rowe. 2006. Metazoan meiofauna abundance in relation to environmental variables in the northern Gulf of Mexico deep sea. Deep-Sea Research 53: 1344-1362.

Calnan, T. y T. Littleton. 1989. Correlation of live mollusks with sediment and bathymetry on the Texas inner shelf. Veliger 32 (2): 130-146.

Clarke, K. R. y Y R. Warwick. 1994. Change in marine communities. An approach to statistical analysis and interpretation. PRIMER-E, Plymouth. 148 p.

Clark, A. y M. Downey. 1992. Starfishes of the Atlantic. Natural History Museum Publication. Chapman y Hall. London. 794 p.

Córdoba T. M. 1997. Macrofauna bentónica asociada a fondos blandos de la plataforma continental de Pozos Colorados y el Rodadero, Caribe colombiano. Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 107 p.

Cutler, E. B. 1994. The Sipuncula their systematics, biology and evolution Cornell University Press, London. 456 p.

Díaz, J. y M. Puyana. 1994. Moluscos del Caribe colombiano. Un catalogo ilustrado. Colciencias y Fundación Natura Colombia, Santa Fe de Bogotá. 320 p.

Downing, J. A. y F. H. Rigler. 1984. A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters. Blackwell Scientific Publications. 500 p.

Elliot, M. y J. S Gray. 2009. Ecology Of Marine Sediments: From Science To Management. Oxford University Press. 256 p.

Establier, R., J. Blasco, A. Gómez y D. Escobar. 1984. Materia orgánica en los sedimentos de la bahía de Cádiz y las zonas de marismas y salinas. Investigación Pesquera 48: 285-301.



- Fauchald, K. y A. Reimer. 1975. Clave de poliquetos panameños con inclusión de una clave para todas las familias del mundo. *Boletín Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente* 14: 71-74.
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. *Natural History Museum of Los Angeles County*. 188p.
- Fauchald, K. y P. A. Jumars. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology. Annual Review* 17: 193-284.
- Fleeger, J. W., D. Thistle y H. Thiel. 1988. Sampling Equipment. – In: *Introduction to the Study of Meiofauna*, R. P. Higgins y H. Thiel (Eds.). Smithsonian Institution Press, Washington D.C. 115-125.
- Fritshsen, J. B. y A. F. Holland. 1992. Benthic community as indicators of ecosystem condition In: McKenzie, D.H., D.E. Hyatt y V.J. McDonald (Eds.). *Ecological Indicators*. Chapman y Hall. London, VI. Near Coastal Ecosystems Monitoring 459-460.
- Gámez, J. 2002. Impacto sobre las aguas costeras adyacentes al Emisario Submarino de Santa Marta DTCH. Facultad de Ingeniería, Universidad de la Guajira e Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “Jose Benito Vives de Andreis. Riohacha.
- Garay, J., J. G. Ramírez, J. Betancourt, B. Marín, B. Cadavid, L. Lesmes, J. Sánchez, H. Lozano y A. Franco. 2003. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: Aguas, sedimentos y organismos. INVEMAR Santa Marta. 148 p.
- Guzmán-Alvis, A. 1993. La comunidad macrozoobentónica de fondos blandos de la plataforma continental del departamento del Magdalena (Caribe colombiano). Bogotá, Colombia. 73 p.
- Guzmán Alvis, A. y O. D. Solano. 1997. Estructura de la taxocenosis Anellida-Mollusca en la región de Mingueo, Guajira (Caribe colombiano). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 26: 35-52.
- Guzmán Alvis, A., O. D. Solano, M. Córdoba-Tejada y A. L. Rodríguez. 2001. Comunidad macroinfaunal de fondos blandos someros tropicales (Caribe colombiano). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 30: 39-65.
- Hendler, G., J. Miller, D. Pawson y P. Kier. 1995. *Sea Stars, Sea Urchins, and Allies. Echinoderms of Florida and the Caribbean*, Washington. 390 p.
- INVEMAR. 2002. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: Año 2001. Serie de Publicaciones Periódicas Invemar No 8. Santa Marta. 178 p.
- INVEMAR. 2005. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia. Año 2004. Serie de Publicaciones Periódicas Invemar No 8. Santa Marta. 378 p.
- INVEMAR. 2008. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: Año 2007. Serie de Publicaciones Periódicas Invemar No 8. Santa Marta. 380 p.
- Kröncke, I., J. Dippner, J. Heyen y B. Zeiss. 1998. Long-term changes in macrofaunal communities off Norderney (East Frisia, Germany) in relation to climate variability. *Marine Ecology Progress Series* 167: 25-36.
- Linero, K. J. y Z. A. Sosa. 2007. Macrofauna asociada a fondos blandos del Caribe norte colombiano. Universidad del Magdalena. Santa Marta. 85 p.
- López, A. 1997. Caracterización espacio-temporal de la taxocenosis Mollusca-Crustacea-Echinodermata, en la ensenada de Pozos Colorados y Sectores aledaños, Caribe Colombiano. Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. 119 p.
- Margalef, R. 1989. *Biología*. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 951 p.
- Muñoz-Pinilla, M.N. 2006. Composición y estructura de la macrofauna bentónica de fondos blandos de las islas de Providencia y Santa Catalina. Tesis de Grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 110 p.
- Neira, K. y M. Plama. 2007. Estructura de la macrofauna en ambientes oxicos de Bahía Coliumo, región del Bio-Bio, Chile central. *Gayana* 71: 156-169.
- Ortíz, M. 1994. Clave gráfica para la identificación de familias y géneros de anfípodos del suborden Gammaridea del Atlántico occidental tropical. *Boletín del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras* 23: 59-101.
- Parsons, T. M. Talajashi y B. Hargrave. 1984. *Biological oceanographic processes*. Pergamon Press. 3rd Edition. New York, 330 p.
- Pielou, E.U. 1975. *Ecological diversity*. Toronto: Wiley-Interscience Publication. 165p.
- Posey, M. H., T. D. Alphinn, L. Cahoon. 2006. Benthic community responses to nutrient enrichment and predator exclusion: Influence of background nutrient concentration and interactive effects. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 330: 105-118.
- REDCAM, 2009. [en línea]: Red de Vigilancia de la Calidad Ambiental Marina en Colombia – REDCAM. [Santa Marta]: Instituto de investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” [Feb. 2010].



- Rubio, J. C. 2005. Efecto de los refugios bentónicos (casitas cubanas) sobre la macroinfauna asociada a fondos blandos de la bahía de Taganga, Caribe colombiano. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 73 p.
- Salazar-Vallejo, S., J. León-González y H. Salaices-Polanco. 1988. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 212 p.
- Stirn, J. 1981. Manual of methods in aquatic environmental research. Part 8. Ecological assessment of pollution effects. FAO. Fish. Tch. Pap. 209: 270.
- Strickland, D. H. y T. R. Parson. 1972. Practical handbook of seawater analysis, Ottawa. 310p.
- Taylor, L. R. 1961. Aggregation, variance and the mean. Nature 189: 732-735.
- Torres, E., R. E. 1999. Variación temporal de la taxocenosis Polychaeta-Molusca, durante septiembre de 1997 a febrero de 1998, en dos estaciones en fondos blandos someros en el balneario "El Rodadero", Caribe Colombiano. Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta. 98p.
- Vegas, M. 1971. Introducción a la ecología I bentos marino. Secretaría general de los estados americanos. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico, Washington D.C. 97 p.
- Vides, M. 1999. La macrofauna de fondos blandos del Golfo de salamanca (Caribe colombiano); estructura espacial y dinámica temporal. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 134 p.
- Williams, A. D. 1984. Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic Coast of the eastern United States marine to Florida. Smithsonian Institution Press, Washington. 550 p.
- Zajac, R. y R. B. Whitlach. 1982. Responses of estuarine infauna to disturbance. I. Spatial and temporal variation of initial recolonization. Marine Ecology Progress Series 10: 1-14.

Fecha de recepción: 23/03/2011  
Fecha de aceptación: 01/08/2011