

## MACROINFAUNA ASOCIADA A FONDOS BLANDOS EN EL COSTADO SUR DE LA BAHÍA DE TAGANGA, CARIBE COLOMBIANO DURANTE LA EPOCA DE LLUVIAS

### MACROINFAUNA ASSOCIATED WITH SOFT BOTTOM ON THE SOUTH SIDE OF TAGANGA BAY, COLOMBIAN CARIBBEAN DURING RAINY SEASON

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

#### RESUMEN

Se caracterizó la comunidad bentónica de fondos blandos del costado sur de la Bahía de Taganga, Caribe colombiano, de acuerdo a sus atributos comunitarios en época de lluvias entre septiembre y diciembre de 2009. Se establecieron tres estaciones entre 8-12 m de profundidad y se recolectaron muestras con un corazonador de 0,01m<sup>2</sup> para análisis biológico, granulométrico y de materia orgánica. Se encontraron 141 familias y 16045 individuos pertenecientes a los Phyla Annelida, Brachiopoda, Chelicerata, Chordata, Arthropoda, Echinodermata, Echiura, Hemichordata, Mollusca y Sipuncula, la biomasa húmeda fue de 20,78 g. Los poliquetos (Annelida) fue el grupo más abundante aportando el 40,6% del total de organismos. El análisis de similaridad (ANOSIM) determinó que las estaciones analizadas individualmente no presentaron diferencias estructurales durante los muestreos pero evidenció diferencias espaciales entre estaciones, donde la estación E1 presentó características comunitarias particulares que la diferencia de las estaciones E2 y E3.

**PALABRAS CLAVE:** comunidad bentónica, fondos blandos, Caribe colombiano, Taganga

#### ABSTRACT

The benthic community associated with soft bottoms on the south side of Taganga Bay on the Colombian Caribbean was characterized according to its community attributes during the 2009 rainy season (between september and december). Three sites were established at 8 to 12 meters in depth and samples were collected for biological, grain size and organic matter analyses. We found 141 families and 16045 individuals, belonging to the Phyla Annelida, Brachiopoda, Chelicerata, Chordata, Arthropoda, Echinodermata, Echiura, Hemichordata, Mollusca and Sipuncula, with a wet biomass of 20,78 g. 40.6% of all organisms collected were from The Polychaeta group (Phylum Annelida), which was the most abundant. The similarity analysis (ANOSIM) revealed no structural differences during the sampling period, but spatial differences were shown among stations, with station E1 having particular community characteristics making it different from stations E2 and E3.

**KEY WORDS:** Benthic community, soft bottom, Colombian Caribbean, Taganga

#### INTRODUCCIÓN

Los fondos blandos constituyen uno de los mayores ecosistemas marinos del mundo con 2660 millones de hectáreas. Son el sustrato predominante en las zonas marinas jurisdiccionales colombianas, con una extensión estimada de 889.400 km<sup>2</sup> entre el Caribe y Pacífico colombiano y comprenden el 99,5% de los

ecosistemas submarinos del país (Guzmán-Alvis y Solano, 2002).

Estos ecosistemas están conformados por la acumulación de partículas sedimentarias (gravas, arenas, arcillas, cienos y limos) y es un sustrato inestable y de baja complejidad topográfica y que ofrece alimento y protección a una gran cantidad de organismos

#### Dirrección de los autores:

Coordinación de Servicios Científicos – Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, INVEMAR, Calle 25 No. 2-55 Playa Salguero, Rodadero, Colombia. elianabarriosv@gmail.com (E.B.V). EcoReef. Carrera 22A 82A-10, Bogotá, Colombia. (C.T.A). Universidad del Magdalena Carrera 32 No 22 – 08. Santa Marta D.T.C.H. Magdalena, Colombia. (T.S.A).



denominados bentos. Estos organismos presentan diferentes formas de vida, ya sean sésiles, que viven unidos al sustrato o móviles, que se desplazan manteniendo contacto directo con el fondo (Llamas y Cáceres, 1995). Son clasificados de acuerdo a la distribución del sedimento como: a) hiperbentos: una asociación de organismos dependientes del fondo marino, que tienen una buena habilidad natatoria y realizan, con diversa amplitud, intensidad y regularidad, migraciones verticales diarias y estacionales por encima del fondo marino (Brunel et al., 1987); b) epifauna: organismos sésiles que se hallan sobre sustratos duros o blandos y c) infauna: organismos en la interface agua-sedimento cavando o perforando el sustrato (Vegas, 1971; Herring, 2002). De acuerdo a su talla, se denominan macrofauna a aquellos organismos cuyos tamaños son iguales o mayores a 500µm, meiofauna entre 500 y 63 µm y microfauna a organismos menores a 63µm. También se agrupan según el tipo de alimentación, identificándose individuos carnívoros, herbívoros, detritívoros, filtradores, omnívoros y alimentadores de depósito (Parada et al., 1993).

Las comunidades bentónicas se han convertido en una herramienta valiosa para evaluar la contaminación marina debido a que la mayoría de los organismos tienen poca movilidad, ciclos de vida largos, variada tolerancia al estrés y están íntimamente asociados al sedimento, donde se acumula material orgánico particulado o bien tóxico, respondiendo rápidamente a las perturbaciones. Tienen un estrecho vínculo con la trama alimentaria pelágica llevando los contaminantes hacia los niveles tróficos superiores, como los peces y el hombre; igualmente son importantes en el reciclamiento de nutrientes en la columna de agua (Clarke y Warwick, 1994).

En las últimas décadas el conocimiento sobre las comunidades bentónicas en la costa Caribe colombiana ha mejorado sustancialmente, encontrándose los trabajos de Díaz y Gotting (1986), Laverde-Castillo y Rodríguez (1987), Díaz (1988), Guzmán-Alvis y Díaz (1993) en sectores como San Andrés Islas, La Guajira y el Magdalena. En la región de Santa Marta los trabajos se han realizado en el área de influencia de la desembocadura del río Gaira (Torres 1999) y en la Bahía de Santa Marta (Guzmán-Alvis y García, 1996; Guzmán-Alvis et al., 2001; Guzmán-Alvis y Carrasco, 2005). En la Bahía de Taganga, Gámez (2002) estudió el impacto del emisario submarino de la ciudad de Santa Marta. Rubio (2005) determinó el efecto producido por

la ubicación de refugios bentónicos (casitas cubanas) sobre la macroinfauna de fondos blandos en esta Bahía y Sánchez-Armenta (2010) caracterizó la comunidad bentónica del sector sur en el primer semestre de 2009 durante la época seca.

El presente trabajo estudia la macroinfauna del costado sur de la Bahía de Taganga, con el fin conocer el estado de la estructura de la comunidad bentónica de fondos blandos, así como las características ambientales del sector, lo que permitirá futuros estudios establecer impactos de presiones antrópicas o bien naturales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La Bahía de Taganga se encuentra ubicada a los 14°15'N y 74°12'O, es un litoral rocoso en forma de acantilado consolidado y estable con playas arenosas y de grava estrecha, conformadas por cascajo de origen litogénico y carbonato de calcio de origen coralino (Invemar, 2005). Los fondos rocosos son frecuentes en el área por la entrada de las 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 y las corrientes marinas. Se presentan dos épocas climáticas definidas, un periodo seco, de vientos alisios del norte y noreste, entre diciembre y abril; un periodo lluvioso entre agosto y octubre, el resto del año (mayo-julio y noviembre) es de transición entre las dos épocas (Andrade, 2001) (Figura 1).

### Recolección de la información

Se seleccionaron tres estaciones en el costado sur de la Bahía de Taganga, considerando que este sector ha sido tenido en cuenta por el Plan de Ordenamiento Territorial de Taganga para el desarrollo de la maricultura. La Estación 1 (E1) se ubicó en Punta Petaca, 11°15'27,06"N-74°12'41,82"O; la Estación 2 (E2) en Playa Linda, 11°15'35,05"N- 74°12'02,01"O; la Estación 3 (E3) en Playa Vaca, 11°15'72,0"N - 74°11'83,0"O (Figura 1).

Las muestras fueron recolectadas entre los 7 y 12 m de profundidad entre septiembre y diciembre de 2009, periodo correspondiente a la época de lluvias de 2009. Se hicieron en total tres muestreos por estación en las siguientes fechas 30/09, 02/11 y el 04/12. La toma de las

muestras se realizó usando equipos de buceo autónomo y un corazonador de 12 cm de diámetro (con área de cobertura de 0,001 m<sup>2</sup>). La penetración del sedimento se realizó hasta 10 cm, ya que es donde se encuentra la mayor actividad biológica (Invemar, 2008). Se extrajeron en cada muestreo 10 muestras por estación, para cumplir con un área de recolección de 0,1 m<sup>2</sup> para el estudio de comunidades de la macroinfauna. Una muestra adicional se tomó para análisis granulométrico, calcimetría y materia orgánica (MO) (Holme y McIntyre, 1971). Se tomó una muestra de 4 litros del agua próxima al fondo para los análisis de las condiciones del agua (sólidos suspendidos totales y nutrientes inorgánicos) y se tomaron los valores de temperatura, salinidad, transparencia y profundidad.

### Procesamiento del material biótico

Cada muestra fue cernida con un tamiz de 500 µm. El resultante fue tratado con ClMg (7%) para anestesiarse los organismos presentes y lograr un estado relajado principalmente invertebrados que por lo general, son altamente contráctiles. Luego de una hora se procedió a la fijación con formalina al 10% y tinción con Rosa de Bengala (Mason y Yevich, 1967). Se procedió a la separación e identificación de los organismos a nivel de familia (Warwick, 1986; Somerfield y Clarke, 1995). Los organismos fueron contados y pesados con ayuda de una balanza analítica con precisión 0,1mg, previo secado del exceso de fijador con papel absorbente (Holme y McIntyre, 1971).

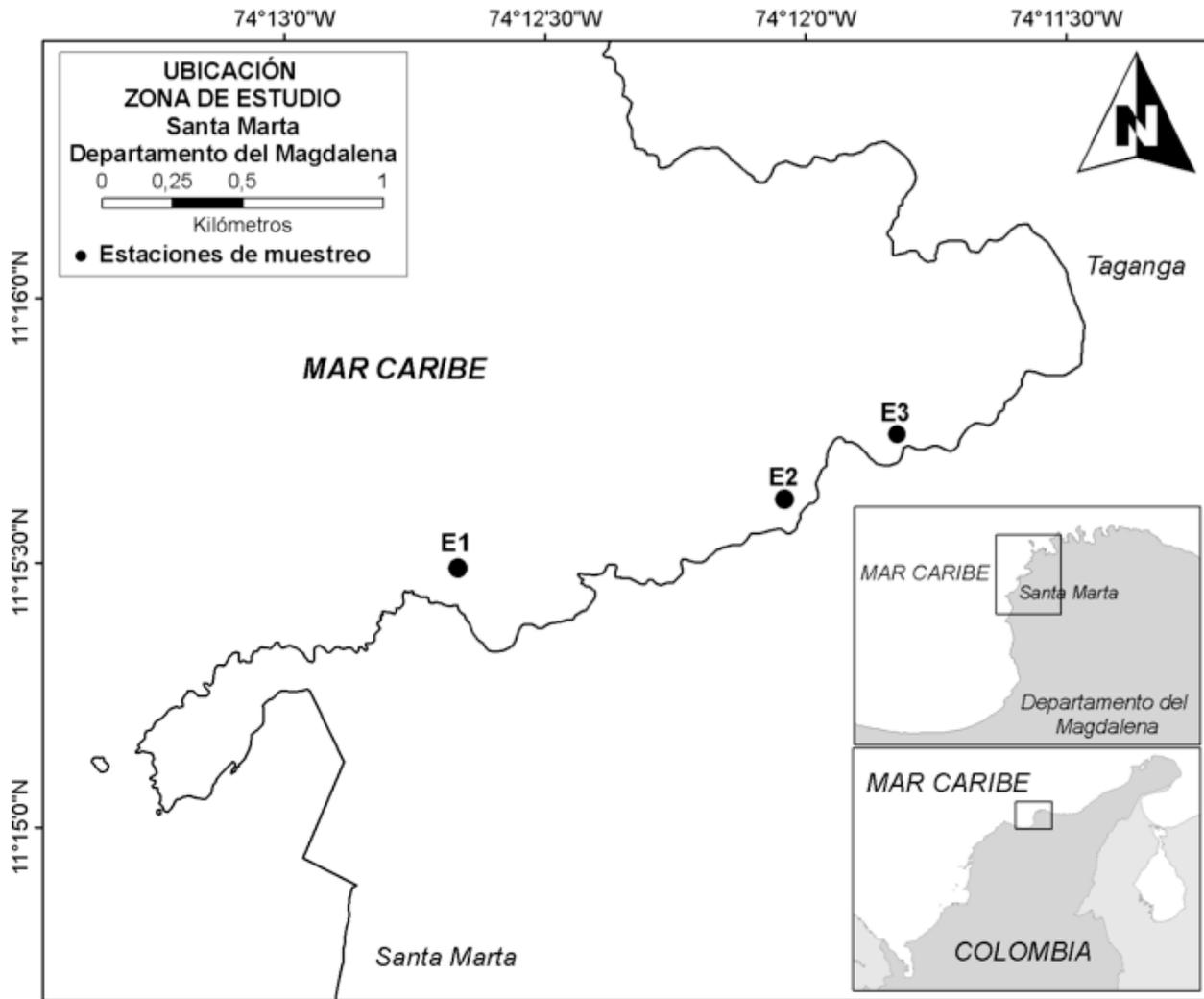


Figura 1. Bahía de Taganga, Caribe Colombiano. Ubicación de las estaciones de muestreo.



## Procesamiento del material abiótico

La determinación de los Sólidos Suspendidos Totales (SST) se hizo según Strickland y Parson (1972) aplicable a todo tipo de aguas naturales, efluentes industriales y domésticos. Los porcentajes de nutrientes inorgánicos disueltos (Nitritos, Nitratos, Fosfatos, Silicatos y Amonio) se determinaron por espectrofotometría de acuerdo a los métodos descritos por Garay et al. (2003). La calcimetría se determinó por medio de la técnica microgasométrica, adaptación del método de Bernard (Guzmán-Alvis, 1993). El contenido de MO de los sedimentos se determinó según Stirn (1981). La granulometría del sedimento se determinó de acuerdo con los métodos de Stirn (1981) y Folk (1968).

## Análisis estadístico

### Composición y Abundancia de la comunidad:

Se utilizaron los índices ecológicos de riqueza específica (S), diversidad de Margalef (1989) ( $d'$ ), diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), y equitatividad de Pielou  $J'$  (Pielou 1975). Se hicieron curvas de acumulación de familias por cada estación y muestreo con el fin de comparar las familias observadas con las esperadas, para determinar si los diez corazonadores tomados por estación y muestreo fueron suficientes para observar la riqueza máxima de cada sitio; utilizando los estimadores Chao 2 y Jackknife 1. Se realizaron curvas de comparación de Abundancia-Biomasa (ABC) para evaluar las condiciones ambientales de la comunidad bentónica, sin tener que disponer de datos históricos del sitio (Warwick, 1986).

### Estructura de la Comunidad:

La matriz de abundancia de las familias macroinfaunales fue transformada teniendo en cuenta su distribución, según los umbrales de la Ley de Taylor (Legendre y Legendre, 1998). En el análisis de clasificación se usó el índice de similitud de Bray-Curtis. Se realizó un análisis de similaridad ANOSIM para determinar la presencia de un patrón espacial o temporal. La relación de las variables ambientales con la estructura de la comunidad se estableció con la rutina Bio-Env.

Finalmente, se hizo un análisis de caracterización con el procedimiento Simper para examinar la contribución de familias al promedio de disimilaridad entre estaciones, determinando con esto, el aporte de la similaridad dentro de un grupo (Clarke y Warwick, 2001).

## RESULTADOS

### Condiciones ambientales

La temperatura del agua osciló entre 26 y 29 °C, presentando los valores más bajos en diciembre (promedio de 26,3 DS  $\pm$  0,6) y los más altos en noviembre (promedio de 29 DS  $\pm$  0). La transparencia tuvo valores relativamente altos entre 7 y 13 m de profundidad. La precipitación fue muy poca con valores de 7, 23 y 14 mm para septiembre, noviembre y diciembre, respectivamente, en todas las estaciones. En septiembre, correspondiente a la menor precipitación, se presentaron los valores más altos de salinidad, con un promedio de 38 DS  $\pm$  1,2; durante el segundo muestreo (noviembre), la salinidad tuvo un promedio de 35,7  $\pm$  0,57 y el mayor valor de precipitación (23 mm promedio mensual) (Tabla 1).

La concentración de amonio, nitritos y nitratos oscilaron entre 0,46 y 0,66  $\mu$ M, silicatos 6,06  $\mu$ M y fosfatos 4,59  $\mu$ M (Tabla 1). La concentración de SST fue aumentando en el primer muestreo, con un promedio de 0,79  $\mu$ g/L DS  $\pm$  0,27 y de 3,64  $\mu$ g/L DS  $\pm$  3,22 en el último. De la misma manera a mayores SST aumentaron los valores de sus fracciones orgánicas (Tabla 1).

Los porcentajes de MO del sedimento presentaron promedios en los tres muestreos de 3,4%  $\pm$  0,54, 3,2%  $\pm$  0,42 y 3,1%  $\pm$  0,81. Asimismo, los porcentajes de carbonato de calcio no variaron mucho entre estaciones y muestreos, presentando un valor promedio de 26,03%  $\pm$  2,23, lo que permitió clasificar el sedimento como Arenas Litobioclasticas. El índice arenoso mostró que el sustrato dominante corresponde a arenas, seguida en proporción por lodos y luego gravas. Igualmente el análisis granulométrico evidenció a las arenas gruesas como las más frecuentes.



Tabla 1. Variables físicas y químicas y nutrientes inorgánicos entre septiembre y diciembre de 2009. Tem: temperatura, Prof: profundidad, Trans: transparencia, Prec: precipitación, Sal: salinidad, Sil: silicato, Am: amonio, Fos: fosfatos, Ntri: nitritos, Ntra: nitratos, SST: sólidos suspendidos totales y SSTFO: sólidos suspendidos totales más su fracción orgánica.

Muestreo	Tem. (°C)	Prof. (m)	Trans. (m)	Prec. (ml/mes)	Sal.	Sil. (µM)	Am. (µM)	Fos. (µM)	Ntri (µM)	Ntra (µM)	SST (µg/L)	SSTFO (µg/L)
Sep-E1	28	12	9	7	37	24,8	0,88	2,87	1,16	1,12	0,67	0,0007
Sep-E2	28	11	10	7	39	11,9	0,77	19,88	1,15	0,81	1,1	0,0008
Sep-E3	29	13	9,5	7	37	16,2	1,98	2,17	1,16	0,69	0,6	0,0007
Prom Desvest	28,3	12	9,5	7	37,7	17,7	1,2	8,3	1,15	0,8	0,79	0,0007
	0,6	1	0,5	0	1,2	6,6	0,6	10,03	0,01	0,22	0,27	0,0001
Nov-E1	29	9	8	23	36	0,1	0,37	11,19	0,22	0,22	2,2	0,0042
Nov-E2	29	9	7	23	35	0,2	0,23	2,59	0,26	0,21	1,6	0,0027
Nov-E3	29	7	7	23	36	0,2	0,25	2,36	0,28	0,19	2,6	0,0023
Prom Desvest	29	8,3	7,3	23	35,7	0,14	0,29	5,38	0,25	0,21	2,17	0,003
	0	1,2	0,6	0	0,6	0,1	0,08	5,03	0,03	0,01	0,53	0,001
Dic-E1	26	9	6	14	38	0,4	0,53	0,16	0,2	0,53	2,37	0,0036
Dic-E2	27	9	7	14	39	0,4	0,39	0,07	0,17	0,33	7,3	0,0056
Dic-E3	26	8,5	7,5	14	38	0,4	0,55	0,02	0,21	0,02	1,2	0,0017
Prom Desvest	26,3	8,8	6,8	14	38,3	0,4	0,5	0,9	0,19	0,3	3,64	0,004
	0,6	0,3	0,8	0	0,6	0	0,09	0,07	0,02	0,25	3,22	0,002
Total	27,9	9,2	8,4	14,7	37,2	6,06	0,7	4,6	0,5	0,46	2,2	0,0025
	0,3	0,5	0,8	0	0,33	3,7	0,34	4,98	0,01	0,13	1,63	0,001

### Composición de la Comunidad:

Se recolectó un total de 16045 pertenecientes a 15 grupos taxonómicos. Los Poliquetos (Annelida) fue el grupo más abundante aportando el 40,6% del total, seguido por Crustáceos (28%), Sipuncúlidos (13,2%), Nemátodos (12,2%), Moluscos (4,4%) y el 1,5% aportado por otros grupos como Nemertinos, Braquiópodos, Hemicordados, Equinodermos, Cordados, Quelicerados, Picnogónidos, Nudibranchios, Foronídeos y Platelminetos. El muestreo más abundante fue diciembre con el 40,6 % de la abundancia total. La estación más abundante fue E1 con 2099 individuos en septiembre, 2376 en noviembre y 2223 en diciembre, aportando el 42 % de la abundancia total. La estación E2 presentó variaciones importantes en su abundancia, durante septiembre el número de individuos fue de 1584, en noviembre solo 619 y diciembre con 2161, su contribución fue de 27%. La estación E3 aumentó su abundancia a medida que se realizaban los muestreos, con 1009 en septiembre, 1845 en noviembre y 2129 en diciembre, siendo su aporte del 31%.

Se identificaron 141 familias. Los grupos de mayor riqueza fueron los Artrópodos con 46 (32%), seguido de los Moluscos con 44 (30%), Anélidos 42 (29%), Sipuncúlidos y Equinodermos (3%) que corresponden a 5 y 4 familias respectivamente y el grupo Otros con un 3% correspondiente a 4 familias pertenecientes a los grupos taxonómicos Brachiopoda-Lingulidae, Chordata-Branchiostomatidae, Hemichordata-Ptychoderidae y Echiura-Echiuridae. La estación E1 presentó la mayor riqueza con 74, 90 y 73 familias en los tres meses de muestreo, seguida por E3 con 68, 65 y 71 familias y la E2 con el menor número de familias 65, 50 y 71.

La biomasa general (peso húmedo de los 16045 organismos) fue de 20,78g, donde las estaciones E1 y E3 aportaron, entre 8,19 y 8,46 g. Las mayores contribuciones en cada estación por muestreo fueron aportadas por poliquetos y moluscos, seguido por sipuncúlidos. Los artrópodos que tuvieron un alto aporte de abundancia y riqueza en el estudio presentaron los menores aportes de biomasa.



De las 141 familias identificadas, 22 fueron dominantes, con abundancias entre 111 y 1759 individuos (83% de la abundancia general). De estas 22 familias, 14 fueron poliquetos, 4 crustáceos, 2 sipunculídeos y 2 moluscos. El 51% de la abundancia total fue aportada por las familias Gammaridae, Aspidosiphonidae, Syllidae,

Lumbrineridae, Sipunculidae, Cirratulidae, Paraonidae y Leptocheliidae (Tabla 2). En la E1 se obtuvo el mayor aporte de abundancia por muestreo (14%, 16% y 14%, respectivamente) debido a las familias Gammaridae, Corophiidae, Cirratulidae, Sabelliidae, Syllidae, Leptocheliidae y Aspidosiphonidae (Tabla 3).

Tabla 3. Patrones de dominancia de familias observados en cada una de las estaciones y muestreos.

Estación	Lugar	Ind/0,1m2	# Familias	Ab. Rel. dentro del muestreo (%)	Familias dominantes	# de Indiv.	Ab. Relativa (%)	Biomasa (g/0,1m2)	% Biomasa total
Sep-E1	Punta Petaca	1902	74	14	Gammaridae	629	33	0,1442	2,08
					Corophiidae	161	8	0,0262	
					Cirratulidae	144	8	0,0341	
					Sabelliidae	94	5	0,2158	
Sep-E2	Playa Linda	1339	65	10	Syllidae	242	18	0,0038	1,14
					Aspidosiphonidae	191	14	0,1935	
					Lumbrineridae	111	8	0,0364	
					Paraonidae	102	8	0,0043	
Sep-E3	Playa Vaca	851	64	6	Cirratulidae	89	7	0,0207	2,30
					Goniadidae	96	11	0,0393	
					Cirratulidae	80	9	0,8332	
					Syllidae	76	9	0,0012	
Nov-E1	Punta Petaca	2054	89	16	Paraonidae	72	8	0,0068	3,45
					Capitellidae	64	8	0,0785	
					Aspidosiphonidae	63	7	0,1383	
					Gammaridae	567	26	0,0701	
Nov-E2	Punta Petaca	563	49	4	Leptocheliidae	308	14	0,0170	0,99
					Syllidae	124	6	0,0121	
					Corophiidae	100	5	0,0159	
					Paraonidae	85	15	0,012	
Nov-E3	Playa Linda	1469	68	11	Dorvilleidae	62	11	0,0004	2,15
					Aspidosiphonidae	58	10	0,0288	
					Syllidae	58	10	0,0111	
					Cirratulidae	54	10	0,0239	
Dic-E1	Punta Petaca	1894	74	14	Aspidosiphonidae	311	21	0,377	1,57
					Syllidae	160	11	0,0082	
					Capitellidae	115	8	0,2898	
					Lumbrineridae	112	8	0,0481	
Dic-E1	Punta Petaca	1894	74	14	Paraonidae	98	7	0,0082	1,57
					Gammaridae	538	28	0,0759	
					Aspidosiphonidae	176	9	0,7969	
					Syllidae	152	8	0,0084	
Dic-E1	Punta Petaca	1894	74	14	Cirratulidae	117	6	0,0286	1,57



Continuación de la Tabla 3.

Dic-E2	Punta Petaca	1955	70	15	Sipunculidae	688	35	0,3008	1,54
					Aspidosiphonidae	322	16	0,266	
Dic-E3	Playa Linda	1193	69	9	Lumbrineridae	261	22	0,0708	2,03
					Paraonidae	122	10	0,062	
					Syllidae	86	7	0,0041	
					Leptocheliidae	73	6	0,0031	
					Goniadidae	69	6	0,0158	

De acuerdo a los hábitos alimenticios se estableció que el 89% de las familias son alimentadores selectivos y sólo el 11% es no selectivo (correspondiente a familias omnívoras). Las familias selectivas estuvieron integradas por organismos que sólo comen entre una y dos formas de alimento, así: Carnívoros-Detritívoros, Carnívoros-Herbívoros, Filtradores, Herbívoros, Detritívoros-Herbívoros, Alimentadores de depósito, Carnívoros,

Carnívoros-Alimentador de depósito (Figura 2). El hábito más común o frecuente por muestreos fue el de Carnívoros-Detritívoros (C-D) con porcentajes entre 23 y 28%. Asimismo por estación y muestreo se encontró que el mayor porcentaje fue aportado por organismos Carnívoros-Detritívoros (C-D), seguido por porcentajes significativos en los hábitos Filtradores (F), Omnívoros (O), Alimentadores de depósito (AD) y Carnívoros (C).

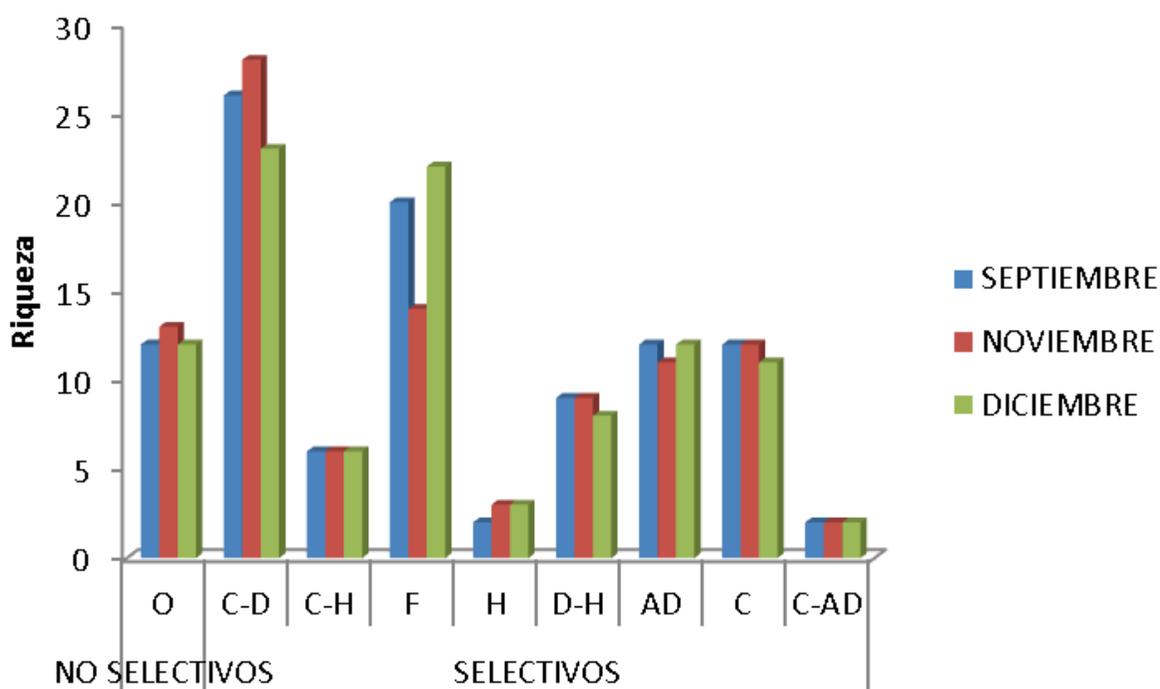


Figura 2. Hábitos alimenticios selectivos y no selectivos. Omnívoros (O), Carnívoros-Detritívoros (C-D), Carnívoros-Herbívoros (C-H), Filtradores (F), Herbívoros (H), Detritívoros-Herbívoros (D-H), Alimentadores de depósito (AD), Carnívoros (C), Carnívoros-Alimentador de depósito (C-AD).



## Estructura de la Comunidad

La riqueza específica varió entre 56 y 95 taxa, siendo la E1 la más rica con valores entre 78 y 95 familias. Igualmente, el índice de Riqueza de Margalef ( $d'$ ) mostró el mismo resultado, siguiendo el comportamiento:  $E1 > E3 > E2$ . La equitatividad o uniformidad ( $J'$ ) fue relativamente constante en cada una de las estaciones por muestreos con promedios de  $0,7 \pm 0,03$ ; la medida de diversidad de tipo rarefacción en las estaciones fue la siguiente:  $E1 > E3 > E2$ , y observada por muestreo:  $M1 > M2 > M3$ .

Las curvas de acumulación de familias mostraron en términos generales que el número de familias capturadas no sobrepasó el número de familias esperadas. Las curvas de los estimadores Chao 2 y Jacknife 1 estuvieron por encima de las curvas de S observados en todas las estaciones por muestreos, así, el área muestral en este estudio no fue suficiente para capturar y observar su máxima riqueza.

El análisis de la relación Abundancia-Biomasa mostró respuestas diferentes dependiendo del mes y estación. Se evidenció que la E1 para septiembre presentó cierto nivel de disturbio, que según la clasificación de Warwick (1986) sería un sector moderadamente contaminado, sin embargo, para noviembre cambió la relación Abundancia-Biomasa y se hizo notoriamente evidente para diciembre, pues la curva de biomasa se ubicó sobre la de abundancia indicando ahora según Warwick (1986) una comunidad no perturbada. Por otro lado las estaciones E2 y E3 presentaron condiciones iniciales de no perturbación, pero en ambas estaciones esta situación cambió para diciembre, pues se presentó un solapamiento de las curvas por lo que pasaron de ser sectores con comunidades no perturbadas a comunidades con una moderada perturbación (Figura 3). De igual forma, el estadístico W indica que en condiciones normales (ausencia de perturbación) es positivo y cercano a 1 (Sep-E2, Sep-E3, Nov-E2, Nov-E3, Dic-E1), a medida que se acerca a cero representa perturbaciones moderadas (Sep-E1, Nov-E1, Dic-E2, Dic-E3) y, en situaciones perturbadas, es negativo y tiende a -1 (Figura 3).

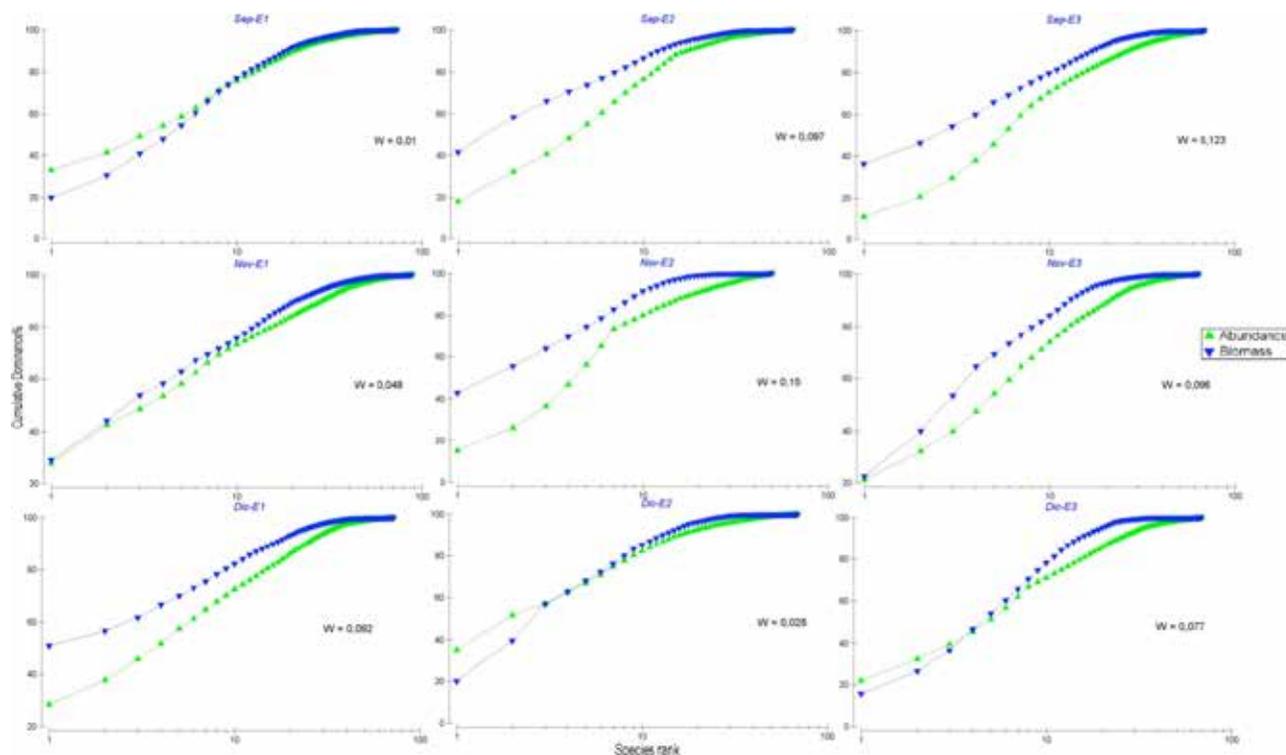


Figura 3. Curvas de comparación de Abundancia-Biomasa (ABC) por estación y muestreo.

En el análisis de clasificación se evidenció una sola comunidad de macroinfauna, es decir, su estructura es homogénea, ya que el porcentaje de similitud es bastante alto ( $> 50\%$ ). Sin embargo, si bien las estaciones y muestreos se parecen en aproximadamente el 63%, existe una tendencia en la comunidad a conformar dos grandes agrupaciones, uno formado por la E1 y otro grupo por las estaciones E2 y E3 (Figura 4). Se determinó diferencias significativas entre las estaciones (significancia  $> 5\%$ ), con un R global de 0,58 (significancia 1,4%). No obstante, no se determinaron diferencias entre los muestreos (R global de 0,045; de significancia 41,4%).

La E1 vs. E2 difieren en un 65,94% y la familia determinante de esta diferencia es Gammaridae. Esta familia es muy abundante en la estación E1, pero muy poco abundante en la E2, con solo 1 representante. En el caso de E1 vs. E3 el porcentaje de disimilitud fue de 59,33%, la familia Gammaridae fue también la mayor aportante a la diferenciación de esas estaciones. La E2 vs. E3 tuvo un porcentaje de disimilitud relativamente bajo (44,97%) (Tabla 4). El análisis Bio-Env indicó de forma general una correlación media con un valor de 0,448 con las variables % CaCO<sub>3</sub> del sedimento, Índice arenoso, %MO agua y %MO sedimento.

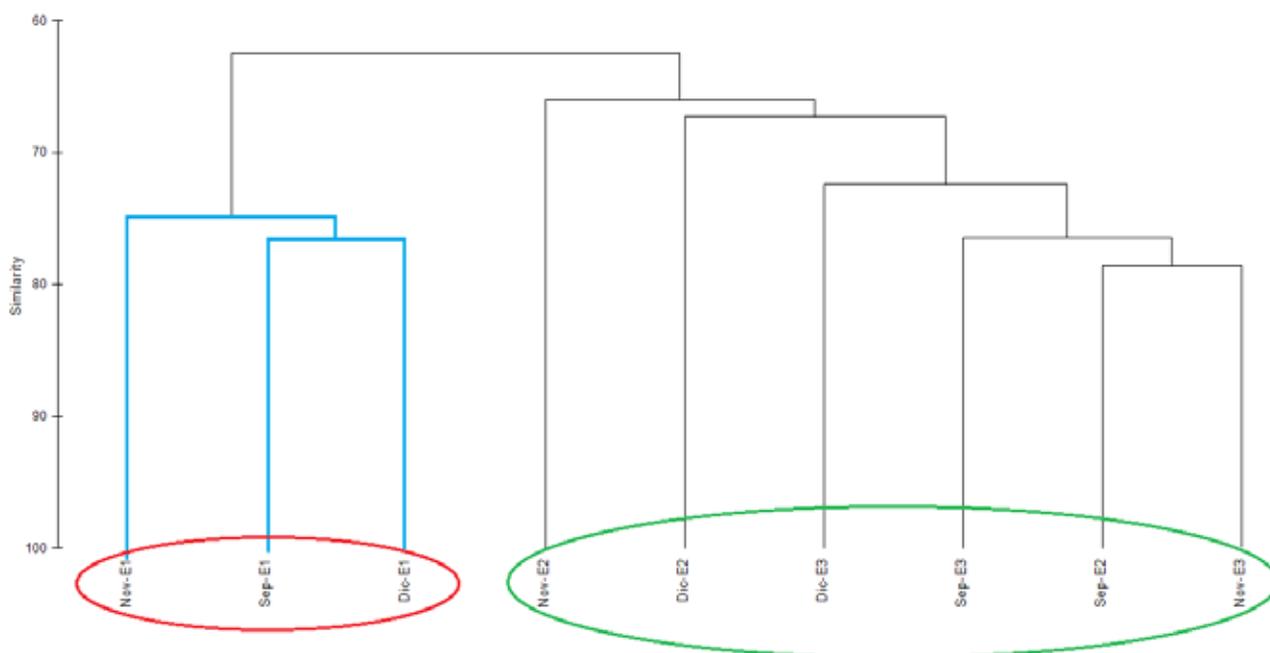


Figura 4. Índice de similitud de Bray-Curtis de la comunidad bentónica en los meses de muestreo

Tabla 4. Análisis de caracterización Simper entre estaciones, mostrando las disimilaridades entre áreas.

Especies	ESTACIONES E1 y E2					
	Disimilaridad promedio: = 65,94					
	E1	E2	Dis. P.	Dis/DE	Contrib %	Acum. %
Ab. P	Ab. P					
Gammaridae	578,00	1,00	17,83	4,53	27,03	27,03
Sipunculidae	0,67	231,00	5,65	0,68	8,57	35,61
Aspidosiphonidae	93,00	190,33	3,47	1,40	5,26	40,87
Leptocheliidae	139,67	41,33	3,38	0,88	5,13	46,00
Syllidae	119,00	110,67	2,70	2,21	4,10	50,09
Corophiidae	106,00	33,67	2,34	1,30	3,54	53,64
Sabellidae	84,33	15,33	2,15	2,51	3,27	56,90
Leptochitonidae	69,00	0,00	2,12	1,78	3,22	60,13
Paraonidae	32,33	98,67	1,98	6,34	3,00	63,13
Cirratulidae	99,00	73,00	1,60	1,72	2,42	68,23
Lumbrineridae	23,67	72,33	1,45	1,63	2,19	70,42
Cirolanidae	47,00	2,67	1,36	1,16	2,06	72,48
Amphinomidae	45,00	5,00	1,26	1,12	1,92	74,40
Dorvilleidae	17,33	55,33	1,23	2,02	1,86	76,26
Anthuridae	46,00	30,33	1,15	1,41	1,75	78,00
Goniadidae	34,67	36,00	1,12	1,02	1,70	79,70
Pilargidae	6,00	41,67	0,95	0,81	1,45	81,15
Chrysopetalidae	31,00	0,67	0,93	2,77	1,41	82,56
Glyceridae	24,00	1,33	0,70	2,35	1,06	83,61
Nereididae	9,33	31,33	0,64	1,07	0,97	84,58
Hesionidae	21,00	2,33	0,58	1,90	0,88	85,46
Phyllodocidae	8,67	17,00	0,51	1,07	0,78	86,24
Capitellidae	23,33	38,00	0,50	1,20	0,76	87,00
Eunicidae	18,67	3,33	0,47	2,31	0,72	87,72
Cumacea	19,67	5,67	0,45	1,65	0,68	88,39
marginellidae	22,00	20,00	0,40	1,28	0,61	89,00
Platyischnopidae	0,00	13,33	0,39	0,93	0,59	89,59
Spionidae	19,33	8,00	0,37	1,11	0,56	90,16



Continuación de la Tabla 4.

ESTACIONES E1 y E3						
Disimilaridad Promedio = 59,33						
Especies	E1	E2	Dis. P.	Dis/DE	Contrib%	Acum. %
	Ab. P	Ab. P				
Gammaridae	578,00	7,33	17,61	7,95	29,68	29,68
Lumbrineridae	23,67	143,67	3,58	1,33	6,04	35,72
Leptocheliidae	139,67	46,00	3,12	0,87	5,26	40,98
Aspidosiphonidae	93,00	147,33	3,08	1,08	5,18	46,17
Corophiidae	106,00	19,33	2,71	1,73	4,56	50,73
Leptochitonidae	69,00	0,00	2,12	1,91	3,57	54,30
Paraonidae	32,33	97,33	1,96	3,00	3,30	57,60
Cirratulidae	99,00	58,67	1,81	1,76	3,05	60,65
Sabellidae	84,33	34,67	1,67	1,66	2,82	63,47
Capitellidae	23,33	79,00	1,67	2,34	2,82	66,29
Goniadidae	34,67	71,33	1,46	1,55	2,45	68,74
Cirolanidae	47,00	1,33	1,38	1,21	2,32	71,07
Syllidae	119,00	107,33	1,24	1,31	2,09	73,15
Anthuridae	46,00	8,33	1,17	1,60	1,97	77,15
Phascolosomatidae	0,00	31,67	0,98	1,44	1,65	78,79
Amphinomidae	45,00	16,67	0,89	0,85	1,50	80,29
Chrysopetalidae	31,00	6,00	0,76	2,71	1,28	81,57
Dorvilleidae	17,33	37,00	0,60	1,92	1,02	82,59
Glyceridae	24,00	19,00	0,54	2,05	0,92	83,50
Cumacea	19,67	2,33	0,53	2,82	0,89	84,40
marginellidae	22,00	5,00	0,52	1,70	0,88	85,28
Hesionidae	21,00	6,33	0,46	1,61	0,78	86,06
Maldanidae	6,67	21,33	0,45	1,72	0,76	86,81
Phoxocephalidae	13,33	1,00	0,37	2,20	0,63	87,44
Oweniidae	11,67	0,33	0,35	1,33	0,59	88,04
Ptychoderidae	10,00	0,00	0,31	1,07	0,52	88,56
Liljeborgiidae	12,33	4,67	0,29	1,10	0,49	89,05
Nereididae	9,33	18,67	0,28	1,46	0,48	89,53
Spionidae	19,33	15,00	0,26	1,19	0,44	89,97
Paguridae	5,67	9,33	0,26	1,23	0,44	90,41



Continuación de la Tabla 4.

ESTACIONES E2 y E3						
Disimilaridad Promedio = 44,97						
Especies	E1	E2	Dis. P.	Dis/DE	Contrib%	Acum. %
	Ab. P	Ab. P				
Sipunculidae	231,00	5,00	7,05	0,68	15,68	15,68
Aspidosiphonidae	190,33	147,33	4,89	1,19	10,88	26,56
Lumbrineridae	72,33	143,67	3,39	0,92	7,55	34,11
Syllidae	110,67	107,33	3,37	1,51	7,49	41,60
Goniadidae	36,00	71,33	2,07	1,07	4,60	51,47
Capitellidae	38,00	79,00	1,56	1,56	3,47	54,94
Pilargidae	41,67	6,67	1,22	0,83	2,70	57,65
Leptocheliidae	41,33	46,00	1,19	1,18	2,64	60,29
Phascolosomatidae	5,33	31,67	1,09	1,14	2,42	62,71
Cirratulidae	73,00	58,67	1,07	1,25	2,38	65,09
Sabellidae	15,33	34,67	1,06	0,96	2,35	67,45
Dorvilleidae	55,33	37,00	0,98	1,47	2,18	69,63
Paraonidae	98,67	97,33	0,85	1,46	1,89	71,51
Anthuridae	30,33	8,33	0,79	0,80	1,75	73,26
Corophiidae	33,67	19,33	0,77	1,69	1,71	74,97
Phyllodocidae	17,00	12,33	0,73	1,25	1,61	76,59
Glyceridae	1,33	19,00	0,67	1,00	1,50	78,08
marginellidae	20,00	5,00	0,67	1,52	1,49	79,57
Nereididae	31,33	18,67	0,67	0,99	1,49	81,06
Maldanidae	5,33	21,33	0,66	1,72	1,48	82,53
Amphinomidae	5,00	16,67	0,52	1,56	1,15	83,68
Terebellidae	7,67	16,00	0,45	1,15	1,01	84,69
Platyischnopidae	13,33	2,67	0,44	0,83	0,97	85,66
Paguridae	6,00	9,33	0,36	1,12	0,80	86,47
Veneridae	1,67	8,67	0,33	1,05	0,74	87,20
Spionidae	8,00	15,00	0,33	1,36	0,73	87,93
Eunicidae	3,33	10,67	0,32	1,67	0,72	88,65
Gammaridae	1,00	7,33	0,29	1,24	0,64	89,29
Chrysopetalidae	0,67	6,00	0,23	1,36	0,52	89,82
Tellinidae	2,33	6,00	0,22	0,86	0,49	90,31

## DISCUSIÓN

Comparando los resultados obtenidos con los registros de parámetros físicos y químicos de la REDCAM (Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia, INVEMAR) se encontró que los valores de salinidad, temperatura, nutrientes inorgánicos, sólidos suspendidos y MO del agua estuvieron en el intervalo de promedios y variaciones para el mismo año y periodo de muestreo, de los registrados por (Troncoso et al., 2009).

Los resultados de la evaluación histórica de las condiciones físicas y químicas del agua marina en el Departamento del Magdalena han mostrado que éstas presentan condiciones normales según los estándares de calidad empleados como referencia, con la legislación colombiana (MinSalud, 1984), considerándolas aptas para la preservación de flora y fauna acuática, es decir, que en su conjunto el contenido de los diferentes parámetros que miden la calidad de estas aguas, denotan que los recursos vivos se podrían desarrollar normalmente (Troncoso et al., 2009).



La dominancia en los hábitos Carnívoros, Omnívoros, y la alimentación de depósito por parte de poliquetos y crustáceos, que además fueron los grupos más abundantes brindan evidencia de la posible depredación existente de organismos grandes sobre organismos más pequeños. La presencia del alto porcentaje de omnívoros puede estar determinada porque los taxa integrantes de esta categoría corresponden únicamente al filo Crustacea, especialmente familias del orden Anfípoda, que son uno de los grupos zoológicos con mayor éxito biológico por el número de especies vivientes y por la diversidad de hábitats que colonizan dadas sus características morfológicas; este filo fue el segundo

grupo más abundante en este estudio existiendo así la posibilidad de que exista una tendencia dominante de estas familias de crustáceos sobre otras familias cuyos integrantes son organismos mucho más pequeños en los que además sus características morfológicas los ubicarían por naturaleza como presas (McKinney, 1977). Las tallas de los organismos fueron en su mayoría menores que las referenciadas por Fauchald y Jumars (1979); Beesley et al. (2000), salvo el caso de la familia Syllidae y Paraonidae que sobrepasaron en 5 mm y 10 mm respectivamente los tamaños promedios encontrados en las referencias (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de abundancia de las familias dominantes, hábitos alimenticios y tallas. Omnívoro (O), Carnívoro (C), Detritívoro (D), Herbívoro (H), Filtradores (F), Alimentador de depósito (AD).

FAMILIAS DOMINANTES, APORTANTES DEL 83% DE ABUNDANCIA TOTAL DE ESTE MUESTREO					
Familias	*Hábito Alimenticio	# Organismos	% Abundancia	Tallas *(mm)	Tallas **(mm)
Gammaridae	(O)	1759	13%	14	5
Aspidosiphonidae	(D-H)	1292	10%	10-60	30
Syllidae	(C-D)	1011	8%	10	15
Lumbrineridae	(C-H)	719	5%	100	60
Sipunculidae	(D-H)	710	5%	400	12
Cirratulidae	(AD)	692	5%	250	30
Paraonidae	(AD)	685	5%	2-40	60
Leptocheliidae	(C-D)	681	5%	20	3
Corophiidae	(O)	477	4%	14	5
Goniadidae	(C-AD)	426	3%	760	30
Capitellidae	(AD)	421	3%	150	40
Sabellidae	(F)	403	3%	260	47
Dorvilleidae	(C-H)	329	2%	100	9
Anthuridae	(C-D)	254	2%	30	8
Leptochitonidae	(H)	207	2%	10	10
Amphinomidae	(C)	200	2%	500	10
Nereididae	(C-H)	178	1%	100	30
Pilargidae	(O)	163	1%	300	30
Marginellidae	(F)	141	1%	120	6
Glyceridae	(C-D)	133	1%	400	50
Spionidae	(AD)	127	1%	150	40
Phyllodocidae	(C)	114	1%	200	30



El hecho de que se hayan encontrado componentes tróficos similares es consecuencia de la estabilidad del área, en la que la constante influencia de la misma naturaleza marina y la alta abundancia y diversidad de la comunidad provee una base alimenticia entre los mismos organismos. Parsons et al. (1979) mencionan que las variaciones sedimentarias como el tamaño de grano del sedimento, son significativas para los organismos porque influyen en la porosidad del substrato, el contenido de agua intersticial y por lo tanto las concentraciones de gases y nutrientes, originan diferencias en la disponibilidad del alimento. Asimismo, Alongi (1990) menciona que los patrones espaciales y temporales de los organismos del bentos en todas las latitudes están determinados por la producción primaria de la columna del agua, el tipo de sedimento y las condiciones físico químicas asociadas. Según Hernández et al. (1998) los comportamientos particulares en la variación de la abundancia de cada familia en comunidades bentónicas, permiten que las familias dominantes se puedan ir reemplazando conforme las condiciones ambientales y/o bióticas cambian en las diferentes épocas del año.

Por otro lado, uno de los principales problemas en los métodos de colecta para estudios de comunidades bentónicas de fondos blandos reside en establecer un área mínima de muestreo que pueda representar realmente la composición y estructura de una comunidad. Holme y McIntyre (1971) mencionan que el tamaño de la unidad de muestreo es importante porque es el que identifica patrones de abundancia, que en últimas depende de los procesos ecológicos que los causan. Thorson (1957) propuso adoptar como superficie de referencia 0,1 m<sup>2</sup> en áreas de 0 a 200 m de profundidad; 0,2 m<sup>2</sup> de 200 a 2000 m de profundidad y 1 m<sup>2</sup> en áreas de más de 2000 m de profundidad. Sin embargo, diversos autores como Buodouresque (1974) y Niell (1977) definen el área mínima como el área más pequeña que refleja la complejidad estructural de una comunidad, considerando que se ha alcanzado el área mínima cuando a un incremento del 10% en superficie corresponde un aumento menor del 10% en el número de especies registradas.

Las curvas de acumulación de familias para la determinación del tamaño mínimo de unidad muestral, mostraron que el número de familias aumentó con el

incremento del tamaño muestral. De acuerdo con Magurran (1988), el tamaño mínimo de muestra para un estimado de diversidad y riqueza podría variar de un lugar a otro dado los procesos ecológicos en cada uno. Como se pudo constatar en este trabajo, en el que aun muestreando el área mínima para estudios de bentos, el área de muestreo no fue suficiente según los estimadores estadísticos Chao 2 y Jackknife 1 para observar la riqueza total del sitio. Así, se puede afirmar que para el costado sur de la Bahía de Taganga 0,1 m<sup>2</sup> como área de muestreo es insuficiente para representar adecuadamente la composición de familias de esa comunidad por lo menos al intervalo de profundidad que se muestreó.

El costado sur de la Bahía de Taganga, se caracterizó por presentar valores de densidad de organismos macroinfaunales de medios a altos en comparación con otras áreas locales del Caribe colombiano (Tabla 5). Comparado con estos estudios, en los que el área de muestreo se tienen en común, el costado sur de la Bahía de Taganga presentó abundancias altas, en comparación con los trabajos realizados en el Golfo de Morrosquillo, y medias o similares a las reportadas en cercanías a La Guajira y otras que resume la Tabla 5.

Las posibles causas responsables de la variación en abundancia pueden obedecer: primero el intervalo de profundidad (6-12 m), superado en trabajos para zonas adyacentes, lo que se traduce en una disminución de sus promedios de abundancia, ya que a mayor profundidad, menor es el número de organismos macroinfaunales (Parsons et al. 1984). Segundo, a las características del sedimento, debido a que los fondos gruesos permiten la formación de ensamblajes más diversos comparado con fondos en los que predomina el grano fino, probablemente porque la heterogeneidad, complejidad y estabilidad del sustrato provee una mayor variedad de hábitat, y permiten que el agua y el oxígeno circulen creando mejores condiciones para el establecimiento de la infauna (Fauchald y Jumars, 1979; Calnan y Littelton, 1989). Finalmente, los diferentes métodos utilizados en la recolección de las muestras, ya que Fleeger et al. (1988) mencionan que el corazonador es excelente al colectar un área o volumen conocido con diferentes profundidades del sedimento y organismos bien representados. Downing y Rigler (1984) afirman que los corazonadores penetran con mayor eficiencia



en el sedimento y así mismo, la pérdida de organismos es mucho menor que con dragas. Elliot y Gray (2009) señalan que aunque el uso de dragas van Veen ha sido ampliamente utilizado, su principal problema consiste en que tiene una mordida asimétrica y la profundidad de penetración depende mucho del tipo de sedimento.

Comparando con Sánchez-Armenta (2010) quien utilizó un área de muestreo de 0,04m<sup>2</sup> con una abundancia promedio de 984 individuos y el área de muestreo de 0,1 m<sup>2</sup>, que es el área mínima de muestreo para estudios de bentos marino (Holme y McIntyre 1971), los resultados de abundancias obtenidos (1783 ind.) sobrepasó casi al doble la densidad obtenida por Sánchez-Armenta (2010). El tipo de sedimento registrado es correspondiente con Sánchez-Armenta (2010), es arena de tipo litiobioclástica; los porcentajes de CaCO<sub>3</sub> y de materia orgánica en el sedimento no tuvieron gran variación entre estos dos estudios, 25% ± 0.5 DE y 3% ± 0.2DE respectivamente. Lo anterior evidencia que las diferencias en la estructura de la comunidad no fueron consecuencias de cambios en la composición física y química del sedimento, son

otros factores o eventos que no han sido registrados en este estudio. Se encontraron siete familias nuevas de poliquetos que no fueron registradas por Sánchez-Armenta (2010), así como 13 familias de crustáceos y 24 familias de moluscos (Tabla 2). Lo anterior permitió no solo una mayor aproximación a la riqueza real del sitio, sino que fue posible describir un mayor número de roles tróficos o especificidad alimenticia de los organismos de la comunidad bentónica de costado sur de la Bahía de Taganga. Por último, Sánchez-Armenta (2010) no encontró diferencias espaciales ni temporales en época seca en la Bahía de Taganga; sin embargo, en época de lluvia, entre septiembre y diciembre de 2009 si mostraron diferencias espaciales, es decir, hay heterogeneidad entre las estaciones. Varios pueden ser los factores que expliquen estas diferencias estructurales a nivel espacial en un mismo sitio, tales como patrones no aleatorios de morfología, fisiología, comportamiento y de ocupación y uso del hábitat, también está el hecho importante del área de muestreo diferente en ambos estudios.

Tabla 5. Densidades de Macrofauna en la plataforma del Caribe colombiano. Modificado de Guzmán-Alvis et al. (2001)

Localidad (año de muestreo)	Profundidad (m)	Densidad (ind/ 0,1m <sup>2</sup> )	FUENTE
Golfo de Morrosquillo (1987)	4 -35	204 (108-336)	Laverde-Castillo et al. (1990)
Golfo de Morrosquillo (1989)	4 -35	193 (81-478)	Laverde-Castillo et al. (1990)
Golfo de Morrosquillo (1991)	4 -37	(152-185)*	Moreno-Osorio (1992)
Golfo de Morrosquillo (1993-1994)	4 -37	(322-341)*	Moreno-Osorio y Lamprea-Ochoa (1994)
Dibulla (Guajira) (1993)	6-22	2.185 (1.413 - 3.280)	Guzmán-Alvis y Solano (1997)
El pájaro (Guajira) (1993)	27-37	1.535 (720-2.600)	INVEMAR (1995)
Península de la Guajira (2006)	30-70	37 (9-67)	Linero y Sosa (2007)
Plataforma del Magdalena (1992)	15-100	1.728 (34 - 6.902)	Guzmán (1993)
Plataforma frente a Santa Marta (1992)	15-100	(2-406)*	Guzmán-Alvis y Díaz (1996)
Pozos Colorados (1992)	4-32	666 (230 - 1.088)	ECOFORST (1992)
Pozos Colorados (1994-1996)	5-69	1.551 (300-5.073)	Guzmán-Alvis et al. (2001)
Costas del Rodadero y Pozos colorados (1997)	17 - 62	1.366 (287 - 4.133)	Córdoba-Tejada (1997)
Bahía de Taganga, Caribe Colombiano (2005)	27 - 28	885**	Rubio (2005)
Costado Sur Bahía de Taganga (2009-I)	5 - 15	984 (315-1.612)	Sánchez-Armenta (2010)
Costado Sur Bahía de Taganga (2009-II)	8 -12	1.783 (619-2.376)	Este estudio

\* Intervalo únicamente; \*\* Densidad total



## AGRADECIMIENTOS

El presente estudio es parte del proyecto de desarrollo del cultivo de pulpo común *Octopus vulgaris*, sobre “Bases biológicas para el engorde en jaulas flotantes en la Bahía de Taganga”, iniciativa de la Universidad del Magdalena y Coopestaganga con financiación de Colciencias, código 1117-403-20767.

## BIBLIOGRAFÍA

Alongi, D. M. 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 28: 381-496.

Andrade, C. 2001. Las corrientes superficiales en la cuenca de Colombia observadas con boyas a la deriva. *Revista de la academia colombiana de ciencias*. 25 (96): 321 – 335.

Beesley, P.L., G.J.B Ross y C.J. Glasby (editores) 2000. Polychaetes and allies: the Southern Synthesis. *Fauna of Australia*. Volumen 4A Polychaeta. Myzostomida. Pogonophora. Echiura. Sipuncula. CSIRO Publishing: Melbourne. 465 p.

Boudouresque, CH, F. 1974. Aire minima et peuplements algaux marins. *Société Phycol, de France, Bull.*, 19: 141-157.

Brunel, O., M. Besner, D. Messier, L. Poirier, D. Granger y M. Weinstein M. 1987. Le traineau suprabenthique Macer-GIROQ: appareil amélioré pour l'échantillonnage quantitatif étage de la petite faune nageuse au voisinage du fond. *International Review of Hydrobiology* 63 (6): 815-829.

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 R. M. Warwick. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory. Plymouth. 144 p.

Clarke, K. R. y R. M. Warwick. 2001. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Second Edition. PRIMER-E Ltd. United Kingdom. 165p.

Díaz, J.M. 1988. Escafopodos (Mollusca: Scaphopoda) del Caribe Colombiano. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín* 18: 25-37.

Díaz J. y, K. Götting. 1986 .Mollusken-Gemeinschaften der Bahía de Neguanje [Karibik, Kolumbien] *Helgölander Meeresunters* 40: 279-308.

Downing, J.A y F.H. Rigler. 1984. A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters. Blackwell Scientific Publications. 22 p.

Elliot, M. y J. S. Gray. 2009. *Ecology Of Marine Sediments: From Science To Management*. Oxford University Press. 256 p.  
Fauchald, K. y P.A. Jumars. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology An 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 and H. Thiel (ed.). Smithsonian Institution Press, Washington D.C. 126-133.

Folk, R. 1968. Petrology of sedimentary rocks in the University of Texas geology. Henphills Drawer M. University Station. Austin, Texas. United States. 66p.

Gámez, J. 2002. Impacto sobre las aguas costeras adyacentes al emisario submarino de Santa Marta (DTCH). Tesis de grado. Facultad de Ingenierías. Programa de Ingeniería del Medio Ambiente. Universidad de la Guajira/ Instituto de Investigaciones marinas y costeras “Jose Benito Vives de Andreis”. Riohacha. 88 p.

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. 117 p.

Guzmán-Alvis, A. 1993. La comunidad macrozoobentónica de fondos blandos de la plataforma continental del departamento del Magdalena (Caribe colombiano). Tesis de Maestría. *Biología Marina*. Universidad Nacional de Colombia-INVEMAR. Bogotá, Colombia. 73.p.

Guzmán-Alvis, A. y J. M. Diaz. 1993. Distribución Espacial de la taxocenosis Annelida- Mollusca en la plataforma continental del golfo de salamanca, Caribe Colombiano. *Ana. Inst. Inv. Mar.* 22: 45-59.

Guzmán-Alvis, A.I. y O.D. Solano. 1997. Estructura de la taxocenosis Annelida-Mollusca en la región de Minguao, Guajira (Caribe colombiano). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 26: 35-52.

Guzmán-Alvis. I. y C.B. García. 1996. Taxonomic aggregation and the detection of patterns in a tropical marine benthos data set. *Revista de Biología Tropical* 44 (2): 907-910.

Guzmán-Alvis, A. I., O.D. Solano, M.E. Córdoba-Tejada y A. C. López-Rodríguez. 2001. Comunidad macroinfaunal de fondos blandos someros tropicales (Caribe, colombiano). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 30: 39-66.



- Guzmán-Alvis A y O. D. Solano. 2002. Estado de los fondos blandos de la plataforma continental: 71-75 En Ospina-Salazar G.H. y A. Acero A. (eds). Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2001. INVEMAR, Santa Marta, Serie de Publicaciones Periódicas 8: 1-178.
- Guzmán-Alvis A y F. Carrasco. 2005. Taxonomic aggregation and redundancy in a tropical macroinfaunal assemblage of the southern Caribbean in the detection of temporal patterns. *Scientia Marina* 69: 133.
- Hernández, C., S. Contreras, J. Gallardo y J. Cancino. 1998. Estructura Comunitaria de la Macroinfauna a lo largo de una playa arenosa de Chile central: Lengua, Bahía San Vicente, Facultad de Ciencias, Universidad Católica de la Santísima Concepción Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 303-311.
- Herring, P. 2002. *The biology of the deep ocean*. First edition. Oxford university press, Great Britain. 313 p.
- Holme, N.A. y A.D. McIntyre. 1971. *Methods of the study of marine benthos*. IPB Handbook N°16. Blackwell Sci. Publ., Oxford and Edimburgh. F. A. Davis, Philadelphia. 346 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 8: 380.
- Laverde-Castillo, J.J., H. Rodríguez. 1987. Lista de los Poliquetos registrados para el Caribe Colombiano, incluyendo comentarios sobre su zoogeografía. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas Punta Betín* 17: 95-112.
- Legendre P. y L. Legendre. 1998. *Numerical ecology*. Second Edition. Elsevier Science. The Netherlands, Holland. 853 p.
- Llamas, A. y J. Cáceres. 1995. *Enciclopedia del Mar*. Primera edición. Editorial Planeta, S.A. Barcelona, España. 551 p.
- Margalef, R. 1989. *Biología*. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 951 p.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey. 179 p.
- Mason, W. y P. Yevich. 1967. The use of Phloxine B and rose bengal stains to facilitate sorting benthic samples. *Transactions of the American Microscopical Society* 86 (2): 221-223.
- McKinney, L. 1977. The origin and distribution of shallow water gammaridean amphipoda in the Gulf of Mexico and Caribbean sea with notes on their ecology. *Texas University, Biology*. 401 pp.
- MinSalud - Ministerio de Salud. 1984. Decreto No. 1594 del 26 de junio. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. 61 p.
- Niell, F. X. 1977. Método de recolección y área mínima de muestreo en estudios estructurales del macrofitobentos rocoso intermareal de la Ría de Vigo. *Investigaciones Pesquera* 41 (2): 509-521.
- Parada, J., M. Lastra, A. Sánchez y J. Mora. 1993. Ecología descriptiva de la macrofauna bentónica de un área afectada por dragados periódicos próxima al puerto de Santander. En: *Publicaciones del Instituto Español de Oceanografía*: 391-398.
- Parsons, T.R., M. Takahashi y B. Hargrave. 1979. *Biological Oceanographic Processes*. 2nd. Ed. Pergamon Press, Oxford. 332 p.
- Parsons, T.M. Takahashi 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. 165 p.
- 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. Tesis de grado. Facultad Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 73 p.
- Sánchez-Armenta, T. 2010. Descripción de las comunidades macrobentónicas asociadas a fondos blandos en el costado sur de la Bahía de Taganga, Caribe colombiano, durante la época seca, Programa de Biología, Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia. 103 p.
- Somerfield, P.J. y K.R. Clarke. 1995. Taxonomic levels, in marine community studies, revisited. *Marine Ecology Progress Series* 127: 113-119.
- Strickland, D.H. y T.R. Parsons. 1972. *Practical handbook of seawater analysis*, Ottawa. 310p



Stirn, J. 1981. Manual of methods in aquatic environmental research. Part 8. Ecological assessment of pollution effects. FAO Fisheries Technical Paper 209: 70.

Thorson, G. 1957. Bottom communities (sublittoral or shallow shelf). Memoires of the Geological Society of America 67: 461-534.

Torres, R. 1999. Variación espacio-temporal de la taxocenosis Polychaeta-Mollusca, durante septiembre de 1997 a febrero de 1998, en dos estaciones en fondos blandos someros en el balneario "El Rodadero", Caribe Colombiano. Santa Marta. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. 71 p.

Troncoso, W., L. Vivas, J. Sanchez, S. Narvaez, L. Echeverry y J. Parra. 2009. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacifico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia-REDCAM. Informe técnico 2009. Invemar. Santa Marta. 185 p.

Vegas, M. 1971. Introducción a la ecología del bentos marino. Editorial Eva V. Chesneau. Washington, D.C. Estados Unidos. 97 p.

Warwick, R.M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. Marine Biology 92: 557-562.

Fecha de Recepción: 17/02/2011

Fecha de Aceptación: 11/07/2011