

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE ZOOPLANCTON EN CONDICIONES DE DESCARGA CONTINENTAL Y DE AFLORAMIENTO COSTERO EN SANTA MARTA, CARIBE COLOMBIANO

Alvaro Bernal y Sven Zea

RESUMEN

Se estudiaron las variaciones en la estructura taxonómica y trófica de la comunidad de zooplancton en la provincia nerítica del área de Santa Marta, Mar Caribe colombiano, asociadas a fertilizaciones alternantes entre descarga continental y afloramiento costero. Los muestreos se efectuaron en noviembre de 1991 durante la temporada mayor de lluvias, y en marzo de 1992 durante la temporada seca. Los organismos fueron identificados y contabilizados, determinándose la biomasa por nivel trófico. Se discriminaron 82 especies-taxa, la mayoría de ellas oceánico-costeras y con predominancia de omnívoros. La composición de la comunidad varió temporal y espacialmente con las condiciones oceanográficas predominantes, evidenciando procesos sucesionales relacionados con pulsos de fertilización. Durante condiciones de descarga continental, típicas de la temporada lluviosa, la composición de la comunidad y la biomasa y abundancia totales fueron espacialmente más heterogéneas, con especies más costeras y neríticas, omnívoros y detritívoros grandes, y carnívoros pequeños. Durante condiciones de afloramiento, que se presentan en pulsos localizados durante la temporada lluviosa, y se generalizan en toda el área en la temporada seca, la comunidad fue espacialmente más homogénea, con especies más oceánicas y de profundidad y, en su máximo desarrollo, con biomasas más altas, omnívoros pequeños, y mayor representación y tamaño de herbívoros macrofiltradores y carnívoros.

PALABRAS CLAVE: Zooplancton, estructura de la comunidad, estructura trófica, descarga continental, afloramiento costero, Santa Marta, Colombia.

ABSTRACT

Zooplankton community structure in continental runoff and coastal upwelling conditions at Santa Marta, Colombian Caribbean. Variation in the taxonomic and trophic structure of the zooplankton community, associated to fertilizations alternating between continental runoff and coastal upwelling, were studied in the neritic province of the Santa Marta area, Colombian Caribbean Sea. Sampling was carried out in November 1991 during the major rainy season, and in April 1992 during the dry season. Organisms were identified, counted and trophically placed, and the biomass

Contribución No. 664 del Instituto de investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrtis" INVEMAR y No. 180 del programa de Posgrado en Biología-Línea Biología Marina, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.

per trophic level was determined. Eighty-two species-taxa were discriminated, most of them oceanic-coastal and predominantly omnivores. Community composition varied temporally and spatially with predominant oceanographic conditions, evidencing successional processes related to fertilization pulses. During continental runoff conditions, typical of the rainy season, community composition and total biomass and abundance were spatially more heterogeneous, with species more coastal and neritic, large omnivores and detritivores and small carnivores. During upwelling conditions, which occur as localized pulses during the rainy season, and generalize throughout the study area during the dry season, the community was spatially more homogeneous, with species more oceanic and deep-dwelling and, in its maximum development, with higher biomasses, omnivores and detritivores small, and greater representation and size of macrofiltering herbivores and carnivores.

KEY WORDS: Zooplankton, community structure, trophic structure, continental runoff, coastal upwelling, Santa Marta, Colombia.

INTRODUCCION

El Mar Caribe presenta tanto sistemas estables y de baja fertilidad, en el océano abierto, como sectores fértiles ascendentes, pulsantes y de alta productividad, en las costas (Margalef, 1969). Ejemplo de esto último ocurre en el área de Santa Marta, Caribe colombiano, en donde se presentan reiteradas fertilizaciones, alternándose éstas entre la temporada de lluvias, de menor influencia de los vientos alisios y mayor aporte de aguas continentales, y la temporada seca, de mayor influencia de los vientos alisios y presencia de afloramiento costero (Márquez, 1982; Blanco, 1988).

Estas áreas fértiles, si se comparan con ambientes oligotróficos no expuestos a estos aportes, reciben periódicamente entradas de nutrientes, ya sea por efecto de descarga de aguas continentales o por afloramiento de aguas subsuperficiales, que aumentan la productividad de sus aguas durante pulsos que se alternan, espacial y temporalmente, con fases menos productivas. Ecológicamente, el afloramiento y la descarga continental implican procesos de fertilización que contribuyen a aumentar la productividad del sistema como un todo (Márquez, 1982).

En el área de estudio se han efectuado trabajos que se restringen principalmente al interior de bahías y que somera y lateralmente abordan la influencia de los pulsos de nutrientes sobre la comunidad del zooplancton (Lozano, 1986; López, 1990; Bernal y Zea, 1993). En este trabajo se buscó determinar de manera general e introductoria la influencia de aporte de aguas continentales y de aguas de profundidad debido a fenómenos de afloramiento costero estos eventos sobre la comunidad de zooplancton.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio (Figura 1) se localiza en la costa Caribe al norte de Colombia, sobre la plataforma continental del Departamento del Magdalena, desde la Isla de Salamanca, $74^{\circ} 30' W$ y $11^{\circ} 6' 5'' N$, hasta la desembocadura del Río Piedras, $73^{\circ} 53' W$ y $11^{\circ} 20' N$. Presenta dos tendencias estacionales: (1) la temporada seca (diciembre-abril), controlada por los vientos alisios del NE, con presencia del afloramiento costero, e influencia marcada de la corriente Caribe (corriente Norecuatorial) en dirección SW y; (2) la temporada lluviosa (mayo-noviembre), durante la cual el área se encuentra influenciada por la descarga de aguas continentales especialmente hacia el SW del área, menor frecuencia de los vientos alisios, y presencia de la contracorriente de Colombia con dirección NE (Bula, 1985; 1990; Blanco, 1988; Díaz, 1990).

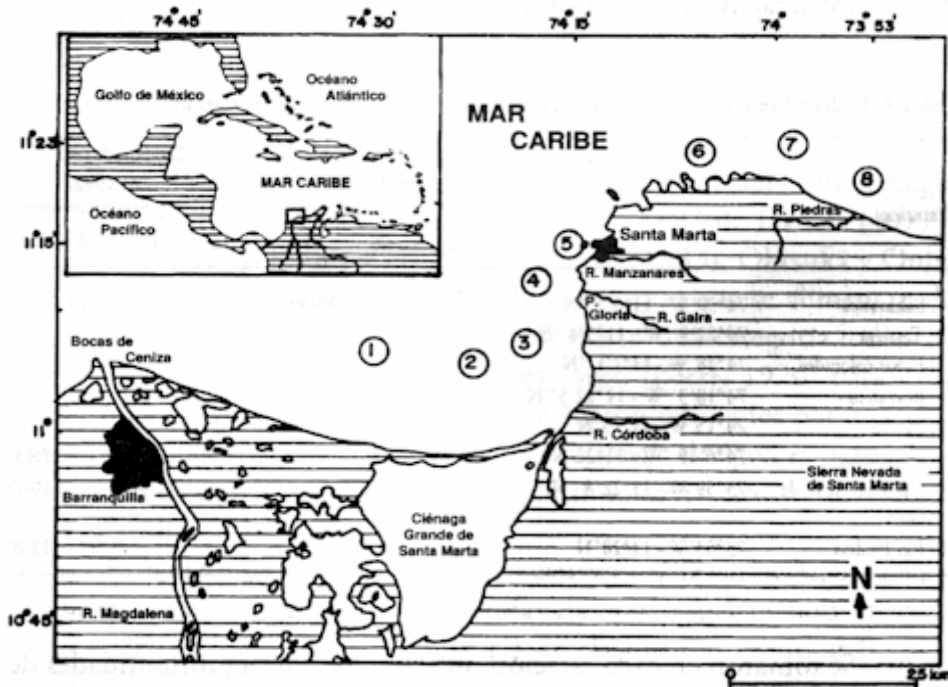


Figura 1. Ubicación área de estudio. Estaciones de muestreo (círculos numerados). 1. Salamanca, 2. Tasajera, 3. Pozos Colorados, 4. Rodadero, 5. Morro, 6. Nenguange, 7. Cabo San Juan de Guía, 8. Río Piedras

Desde el punto de vista geomorfológico, el área de estudio presenta dos sectores definidos. El primero, desde Bocas de Ceniza a Punta Gloria, con presencia de plataforma continental y con una fuerte descarga de aguas por parte del Río Magdalena, la Ciénaga Grande de Santa Marta y el Río Córdoba. El segundo sector, desde Punta Gloria al Río Piedras, carece de plataforma continental y recibe las descargas relativamente menores de los Ríos Piedras, Manzanares y Gaira (CORPES, 1992).

MATERIALES Y METODOS

Se efectuaron dos campañas de muestreo a bordo del barco de investigaciones B/I Ancón del INVEMAR en ocho estaciones que cubrieron parcialmente el área de estudio, la primera en noviembre de 1991, durante la temporada lluviosa, y la segunda en marzo de 1992, durante la temporada seca; los horarios de muestreo se ajustaron al momento en el que la embarcación arribó al sitio de estudio (Tabla. 1).

Tabla 1. Fecha y hora de realización de los muestreos en las estaciones de estudio

Estación		Temporada de lluvias (noviembre 1991)			Temporada seca (marzo 1992)			
		27	28	29	16	17	18	26
1. Salamanca	74°30'W - 11°6'5''N			10:30			8:40	
2. Tasajera	74°22'9''W - 11°5'4''N			15:05		17:20		
3. Pozos colorados	74°18'W - 11°7'1''N			16:20		11:00		
4. Rodadero	74°18'3''W - 11°12'5''N		18:20			9:10		
5. Morro	74°15'W - 11°15'N		17:00		17:30			
6. Nenguange	74°6'19''W - 11°22'N	10:20						7:45
7. Cabo San Juan de Guía	73°59'W - 11°22'8''N							10:15
8. Río Piedras	73°53'W - 11°20'N	16:00						12:20

Se tomaron en cada estación muestras de agua a profundidades de 0, 50 y 100 m con botellas NANSSEN, para cuantificación del contenido de nutrientes. El registro de salinidad y temperatura en la columna de agua se obtuvo con una sonda CTD. Las muestras de zooplancton fueron

obtenidas en arrastre oblicuo, en lance pleno desde los 100 m de profundidad a la superficie, utilizando una red cónica convencional de 0.52 m de diámetro en la boca y 250 μ de tamaño de poro, provista de un flujómetro TSK. El material fue fijado y preservado en formaldehído al 4%, neutralizado con glicerina.

En el laboratorio se separó el zooplancton en intervalos de tamaño de 250 - 1000 μ m, 1000-2000 μ m y mayores a 2000 μ m, pasando las muestras por tamices de nylon, previa separación manual de los organismos gelatinosos y otros organismos que dificultasen la labor. Para el conteo y separación de organismos se trabajó la muestra en su totalidad, con la excepción de los copépodos inferiores a 2000 μ m de tamaño y las larvas de crustáceos inferiores a 1000 μ m, que por su numerosidad requirieron de submuestreo utilizando el divisor Folsom. El número de individuos se estandarizó a 100 m³ de agua, de acuerdo a Smith & Richardson (1979). La determinación taxonómica se efectuó a nivel de especie en Copepoda, Cladocera, Sergestidae y Thaliacea, según Cervigón (1964), Legaré (1964), Park (1970), Boschi (1981), Björnberg (1981), Esnal (1981), Ramírez (1981), Van der Spoel y Boltovskoy (1981), Malt (1983) y Zhong (1989). Las especies-taxa se ubicaron tróficamente en herbívoros macrofiltradores y gelatinosos, depredadores rapaces y gelatinosos, omnívoros y detritívoros (Longhurst, 1985), según Anraku y Omori (1963), Margalef (1967), Angel (1972), Alldredge (1976a), Madin y Harbison (1976), Tranter (1977), Boltovskoy (1981), Ramírez (1981), Raymond (1983), Ohtsuka y Onbé (1981) y Matskis y Conover (1991). Para las larvas que se alimentan de sus propias reservas (Boschi, 1981), se consideró una categoría independiente. Se determinó la biomasa por peso seco (Beers, 1976) para cada nivel trófico. Los contenidos de nutrientes fueron estimados por métodos espectrofotométricos. La estabilidad de la columna de agua se determinó en función de sigma-t (Bialek, 1966), aplicando corrección x10 (Gómez, 1971; Ramírez, 1983).

Con el fin de detectar esquemas recurrentes de variación espacial y temporal de la comunidad, las abundancias por especies-taxa en cada muestra (transformadas a $\log_{10} [x + 1]$), se clasificaron en un análisis de agrupamiento normal utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis y construyendo el dendrograma mediante la técnica de ligamento promedio (Digby y Kempton, 1987). Para determinar las especies-taxa caracte-

rísticas de los grupos y subgrupos de estaciones encontradas por el análisis normal, se realizó el análisis inverso (Kaandorp, 1986; Kluijver, 1991). Para ello se recalcularon las abundancias promedio y las frecuencias relativas de ocurrencia de cada especie-taxa en cada subgrupo definido de estaciones. Las abundancias de cada especie-taxa, relativas al total de la especie-taxa en cada uno fueron luego acumuladas de mayor a menor. Cada especie-taxa se definió como característica del grupo o subgrupo de estaciones en el que se encontró el 70% de su abundancia acumulada de mayor a menor. Además, se detectaron aquellos subgrupos en que cada especie-taxa tuvo una frecuencia de ocurrencia mayor al 67%. Luego, se reordenaron las especies-taxa para agrupar aquellas características del mismo grupo de estaciones siguiendo la jerarquía del dendrograma normal.

RESULTADOS

Se determinaron 82 especies-taxa como componentes de la comunidad de zooplancton, 39 de las cuales presentaron una distribución amplia o discontinua (Tabla 2). Dominaron en número los copépodos. En general, dominaron en biomasa los omnívoros, los herbívoros macrofiltradores y los depredadores rapaces. El análisis normal reveló diferencias consistentes en la composición zooplanctónica entre las dos temporadas climáticas, y según la ubicación geográfica dentro de cada temporada, en estrecha relación con las condiciones oceanográficas de descarga continental o de afloramiento costero. El dendrograma mostró cinco grupos principales (Figura 2). Los grupos A, B, C y D correspondieron a las muestras tomadas durante la temporada de lluvias (muestreo de noviembre de 1991), con la excepción de la estación de el Rodadero (Estación 4). El grupo E correspondió a todas las muestras de la temporada seca (muestreo de marzo, 1992), más la muestra de la mencionada estación 4, tomada durante la temporada de lluvias. Analizando por separado cada temporada climática, los grupos de estaciones representaron sectores geográficos adyacentes (Figuras 3 y 4) con composiciones zooplanctónicas, estructura trófica y condiciones oceanográficas particulares, así:

Temporada de lluvias. Durante la temporada de lluvias se distinguieron cinco sectores geográficos (Figura 3), cuatro correspondientes a los grupos de estaciones A, B, C, D, y un quinto correspondiente a la

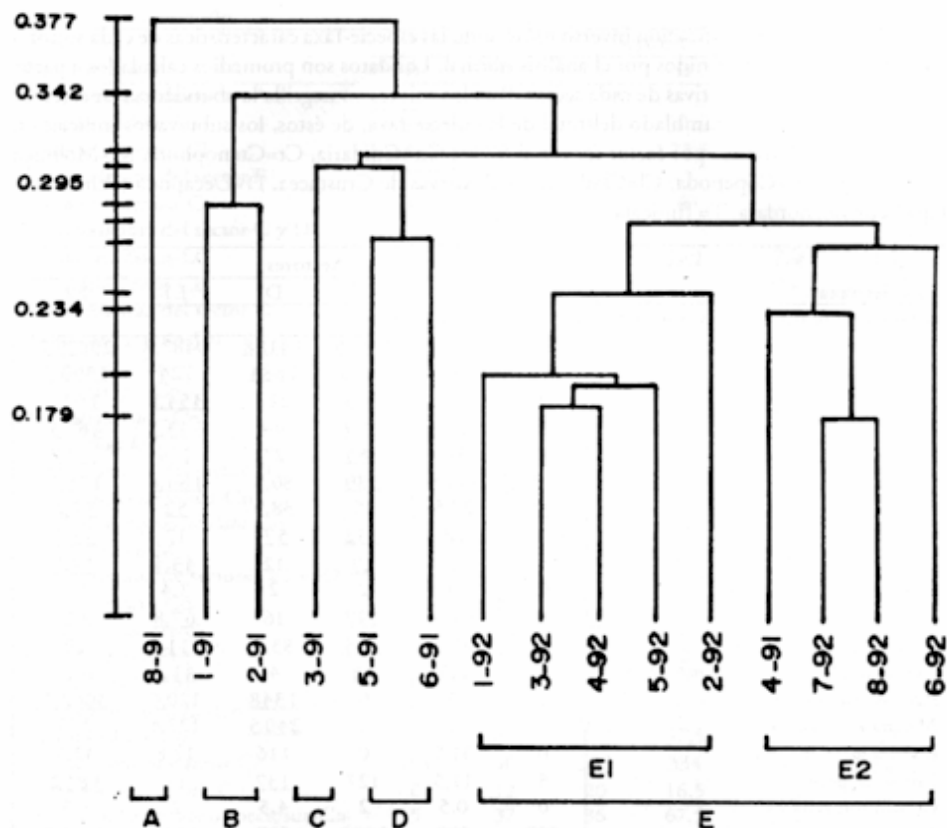


Figura 2. Dendrograma agrupando las estaciones de muestreo según el índice de similitud de Bray-Curtis (análisis normal). Estaciones identificadas por su número (ver Figura 1) y por el año de muestreo (91. Muestreo de noviembre de 1991; 92. Muestreo de marzo de 1992). A, B, C, D y E son los grupos principales de estaciones según una distancia de 0.295.

estación 4 (sector E2, ver también Figura 2). El sector A, con la estación 8- Río Piedras, tuvo al cladóceros *Pennilia avirostris* y al copépodo *Oncaea conifera* como especies características (abundancia acumulada > 70%, Tabla 2); tuvo además la menor biomasa total (83,6 mg/100 m³, Figura 7). En temperatura y salinidad, y en parte en estabilidad (Figura 5) este sector tuvo condiciones de afloramiento, aunque una comunidad zooplanctónica relativamente diferente a la de la época seca en el mismo sector, y en general del área de estudio. Presentó valores de nitritos, nitratos y silicatos

Tabla. 2. Análisis de clasificación inverso mostrando las especie-taxa características de cada sector o conjunto de sectores definidos por el análisis normal. Los datos son promedios calculados a partir de las estaciones constitutivas de cada sector. Para los valores en negrilla la abundancia en el sector esta dentro del 70 % acumulado del total de la especie-taxa; de éstos, los subrayados indican un frecuencia de ocurrencia por sector mayor al 67 %. Cn=Cnidaria, Ct=Ctenophora, M=Mollusca (Pteropoda), Co=Copepoda, Cl=Cladocera, LC=Larvas de Crustacea, D=Decapoda (Penaeidae), Cp=Cephalochordata, T=Tunicata.

Especies-taxa	Sectores					
	A	B	C	D	E1	E2
Ampliamente distribuidas o sin relación con el dendrograma						
<i>Temora turbinata</i> -Co	3947	1478	<u>13975</u>	<u>14188</u>	9487,8	<u>29659,7</u>
Chaetognatha	216	346,5	<u>1830</u>	<u>1884</u>	724	<u>1390,2</u>
<i>Temora stylifera</i> -Co	125	217,5	<u>443</u>	227	<u>354,8</u>	<u>1037</u>
<i>Farranula gracilis</i> -Co	384	266,5	<u>579</u>	464	<u>543,2</u>	<u>465,5</u>
Hydromedusae-Cn	96	76	<u>185</u>	27	<u>144</u>	<u>173,7</u>
Ostracoda	70	171,5	<u>380</u>	80,5	<u>184,6</u>	<u>175,7</u>
Siphonophorae-Cn	<u>72</u>	27,5	25	38,5	<u>52</u>	<u>57,2</u>
Thecosomatha-M	31	28	<u>132</u>	57	17	<u>33,7</u>
<i>Evadne tergestina</i> -Cl	5	0	29	12	<u>43,4</u>	<u>37,2</u>
<i>Labidocera acutifrons</i> -Co	0	0	2	2	3,4	2,5
<i>Undinula vulgaris</i> -Co	0	67,5	<u>197</u>	16	<u>67,8</u>	7,2
<i>Eucalanus subtemis</i> -Co	48	41,5	<u>145</u>	83,5	<u>311,8</u>	29
<i>Corycaeus (Urocorycaeus) laevis</i> -Co	5	2,5	<u>18</u>	4	<u>41,2</u>	10,7
<i>Paracalanus quasimodo</i> -Co	614	0	0	<u>1348</u>	120,6	<u>3062,7</u>
<i>Mecynocera clausi</i> -Co	0	0	0	<u>240,5</u>	127,4	273
<i>Oncaea</i> sp. -Co	0	31,5	0	116	12,8	32,5
Larvas de peces	5	11,5	127	<u>137</u>	11	<u>181,2</u>
Gymnosomatha-M	0	0,5	2	4,5	2	1,5
<i>Clausocalanus furcatus</i> -Co	307	398	<u>3073</u>	597	1394	<u>4209,2</u>
<i>Haloptilus spiniceps</i> -Co	0	0	<u>18</u>	1	2	8,2
<i>Corycaeus giesbrechti</i> -Co	163	118	<u>3271</u>	554,5	1085	<u>6396,2</u>
<i>Acartia</i> sp. -Co	230	251,5	<u>3471</u>	298,5	202,2	<u>1336,7</u>
Protozoa, Elaphocaris-LC	19	224,5	<u>1621</u>	385,5	107,4	<u>782,5</u>
Mysis-LC	10	81,5	<u>271</u>	58	26	<u>296</u>
<i>Sapphirina metallina</i> -Co	0	0	0	2	3,2	0
Copepoditos	230	387	<u>3182</u>	1160,5	1123,1	<u>5812,7</u>
<i>Lucifer faxoni</i> -D	0	1	<u>86</u>	55,5	10,8	<u>122,5</u>
<i>Euchaeta marina</i> -Co	88	<u>310</u>	<u>296</u>	148,5	<u>409,4</u>	4224,5
<i>Lucicutia flavicornis</i> -Co	0	<u>351</u>	<u>615</u>	0	333,2	83,2
<i>Eucalanus</i> sp1. -Co	<u>10</u>	1	0	8,5	9,2	0
<i>Copilia mirabilis</i> -Co	0	8	0	6	<u>6,8</u>	0
<i>Macrosetella gracilis</i> -Co	0	<u>13</u>	<u>18</u>	8,5	10,6	0
Cypris-LC	10	<u>1292</u>	95	54,5	<u>621,2</u>	67
<i>Calanopia americana</i> -Co	<u>153</u>	0	127	8,5	30	<u>273,7</u>
Amphipoda	27	1	<u>14</u>	7,5	5,4	<u>13,2</u>
<i>Doliolum nationalis</i> -T	<u>91</u>	13	0	<u>34</u>	2,8	11
Thaliacea-T	<u>137</u>	14,5	11	<u>69,5</u>	17,6	19
<i>Brachistoma</i> sp. -Cp	<u>2</u>	0	<u>2</u>	0	1	0
Echinoidea	<u>7</u>	2,5	0	0	2	0

(Continúa)