

Distribución y abundancia de meiobentos en tres estanques de cultivo de *penaeus vannamei* en camaronera

Distribution and abundance of meibenthos in three ponds of *penaeus vannamei* in cultivation of shrimp

Teresa Eulalia Ibarra-Mayorga^{1*}; Carolina Alexandra Martínez-Grijalva²; María Herminia Cornejo-Rodríguez³; Jonathan Josué Proaño-Morales⁴

¹ Docente Titular de Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí- Ecuador.

² Instituto de Investigación, Universidad Técnica de Manabí-Ecuador.

³ Instituto de Investigación, Universidad Península de Santa Elena-Ecuador.

⁴ Estudiante Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí-Ecuador

* Autor para correspondencia: tibarra@utm.edu.ec

Resumen

El meiobentos es un importante grupo sistémico y ecológico de organismos que viven en el fondo de ambientes acuáticos. En una camaronera industrial en el estuario del río Portoviejo (provincia de Manabí, Ecuador) durante un ciclo de cultivo de camarón en ambientes de estanques fueron encontrados 12 taxones de la meiofauna, de los que se analizaron cuatro grupos: Nematoda (63%), Copépoda (13%), huevos de invertebrados (7%) y Ostracoda (4%). Se analizaron los factores físico-químicos de la meiofauna: temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, materia orgánica y granulometría en 3 estanques de camarón, considerando 6 estaciones de muestreo en cada uno de ellos, durante un ciclo de cultivo. Se registró una variación del meiobentos en los estratos 0-5 cm y 5-10 cm influenciada por los parámetros ambientales, afectado por el secado de los estanques y el ingreso de agua. El factor determinante que influye en la diversidad del meiobentos es el tipo de sedimento y su característica granulométrica, observándose que en sedimento fino los organismos tienden a ocupar el estrato superior.

Palabras clave: Factores ambientales; macrobentos; microbentos; meiofauna; nematoda, granulometría.

Abstract

Meiobentos is an important group of systemic and ecological organisms that live in the bottom of aquatic environments. In the estuary of the Portoviejo River during a cycle of shrimp in culture ponds, 12 meiofauna taxa were found, of which four groups were studied: Nematoda (63%), Copepoda (13%), invertebrate eggs (7%) and Ostracoda (4%). The following physical-chemical factors of meiofauna were analyzed in three shrimp ponds: temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, organic matter and grain size. Six sampling stations were used in each pond during one crop cycle in the Coastal region of the Manabí province, in Ecuador. Temporal variation of mediobentos was detected to be influenced by the environmental variables affected by the drying of the ponds and the entrance of water. The determinant factor that influences the diversity of meiobentos is the type of sediment and its granulometric characteristic, being observed that in fine sediment the organisms tend to occupy the upper stratum.

Key words: Environmental factors; macrobenthos; microbenthos; meiofauna; nematoda, granulometry.



Recibido: 13 de abril, 2017
Aceptado: 5 de junio, 2017

Introducción

Al conjunto de organismos que habita o se encuentra asociado al fondo de los cuerpos de agua se los denomina bentos, organismos adaptados a la vida intersticial entre partículas del sedimento (Armenteros, Gonzalez-Sanson & Lalana, 2003). Presentan distintos tipos de clasificaciones, una de las más utilizadas, en función de su tamaño es: macrobentos (> 500 μm), meiobentos (<500 μm y > 63 μm) y microbentos (< 63 μm).

El meiobentos es un importante y diverso componente de comunidades heterótrofas, participa en la transferencia de energía a través del ecosistema y es un vínculo importante entre los productores primarios y los niveles tróficos superiores en los sistemas bentónicos (Gier, 2009), con lo cual el meiobentos debe estar continuamente reproduciéndose. Según Armenteros *et al.* (2003), esta elevada tasa de renovación de los organismos del meiobentos permite esperar cambios rápidos en la abundancia y composición de las comunidades como respuesta a disturbios ambientales, de origen antrópico o natural.

La evaluación de la meiofauna contribuye tanto a conocer la dinámica ecológica de un estanque artificial, como su importancia en trama alimentaria de *Penaeus vananmei* en cultivo. Según Boyd (1995) los organismos que contribuyen a la productividad acuática natural son de gran valor alimenticio y nutritivo para las especies de cultivo, especialmente para este género debido a sus hábitos alimenticios, lo cual podría reducir significativamente los costos de producción y los riegos de contaminación del agua debido al uso inadecuado de dietas artificiales.

La estructura ecológica de la meiofauna está determinada por una compleja combinación de factores abióticos y bióticos que aparecen interrelacionados formando gradientes ambientales

(Lampadariou, Austen, Robertson & Vlachonis, 1997; Méndez, Flos & Romero, 1998; Papadopoulou, Karakassis & Otegui, 1998; Rokicka-Praxmajer, Radziejewska & Dworzarczyk, 1998; Yamamuro, 2000).

Existen a escala mundial estudios sobre la abundancia y la diversidad de la meiofauna marina. En Ecuador, Calle (2001)¹ describe la composición y diversidad de la meiofauna y su relación con factores ambientales en 5 estaciones intermareales de la provincia del Guayas; Cornejo (2006)² analiza el uso de fertilizantes y su efecto en la distribución de meiobentos, con énfasis en nematodos, en el suelo de estanques de camarón en la provincia del Guayas.

En el presente estudio se evalúan las comunidades meiobentónicas de tres estanques de producción de camarón ubicados en el estuario del río Portoviejo, provincia de Manabí-Ecuador, para determinar los principales grupos, su distribución vertical, abundancia y relación con factores ambientales como: tipo de sustrato, temperatura, régimen de oxígeno disuelto en el agua, salinidad, pH y contenido de materia orgánica en el sedimento.

Materiales y métodos

Área y periodo de ejecución del proyecto

La investigación se desarrolló entre diciembre de 2010 y marzo de 2011 en una camaronera de cultivo semiintensivo, ubicada en la desembocadura del río Portoviejo (provincia de Manabí), adyacente a un área de manglar. Los estudios se efectuaron en tres estanques de *Penaeus vannamei* (Boone, 1931). Las condiciones ambientales en el área alcanzan una temperatura máxima de 30,7 °C y mínima de 20 °C, una humedad relativa máxima de 95% y mínima de 73%, y las precipitaciones mínimas en un día son de 16,9 mm

¹ Calle, A. (2001). Biodiversity of the meiobenthos of sandy beaches in Ecuador with emphasis on free-living marine nematodes. (Tesis de Maestría en Ciencias). Universiteit Gent, Bélgica.

² Cornejo, M. (2006). Meiobenthic Communities in Shrimp Production Ponds (Ecuador). (Tesis doctoral) Universiteit Gent, Bélgica.

y máximas de 27,9 mm. La ubicación geográfica en el centro del terreno es: $S0^{\circ} 47' 44,5''W 80^{\circ} 30' 44,7''$.

La colección de muestras se realizó en tres estanques denominados: Chumo, Caracas y Grande. El fondo de cada uno de los estanques fue dividido en nueve cuadrantes, señalados con cuerdas, de los cuales se seleccionaron seis cuadrantes, de tal manera que se pueda abarcar todo el fondo de los estanques (Figura 1).

Métodos de campo y laboratorio

Las muestras de meiobentos se tomaron con "co-er" (tubo muestreador de PVC; 5 cm \varnothing ; 19,635 cm²; 128 cm de longitud). Se introdujo el tubo en forma vertical dentro del fondo del sedimento, procedimiento con el que se obtuvo una columna de sedimento de hasta 10 cm de profundidad. La muestra fue dividida en dos capas o segmentos de 5 cm de altura cada uno, para un posterior

análisis (0 cm-5 cm, 5 cm-10 cm) por separado. Cada muestra se empacó en bolsas de polietileno, rotulada y fijada con formalina al 4% tamponado con agua de mar.

La meiofauna presente en el sedimento se extrajo por el método de flotación en medio denso (mezcla cuasi saturada de glucosa con densidad 1,18 g/cm³) (Cornejo, 2006). Este método permite la separación del 90% de la meiofauna. Las muestras luego fueron teñidas con eosina, para facilitar la observación, aislamiento y cuantificación de los organismos en la cámara de Bogorov con una capacidad de 3mL.

La caracterización cualitativa y cuantitativa se realizó con la ayuda de un microscopio Olympus BH12, hasta el taxa de género o especie de acuerdo Andrassy (1984) y Platt y Warwick (1988). Para el análisis numérico, la abundancia se expresa en ind/10 cm², que es la unidad estándar para referenciar este tipo de organismos.

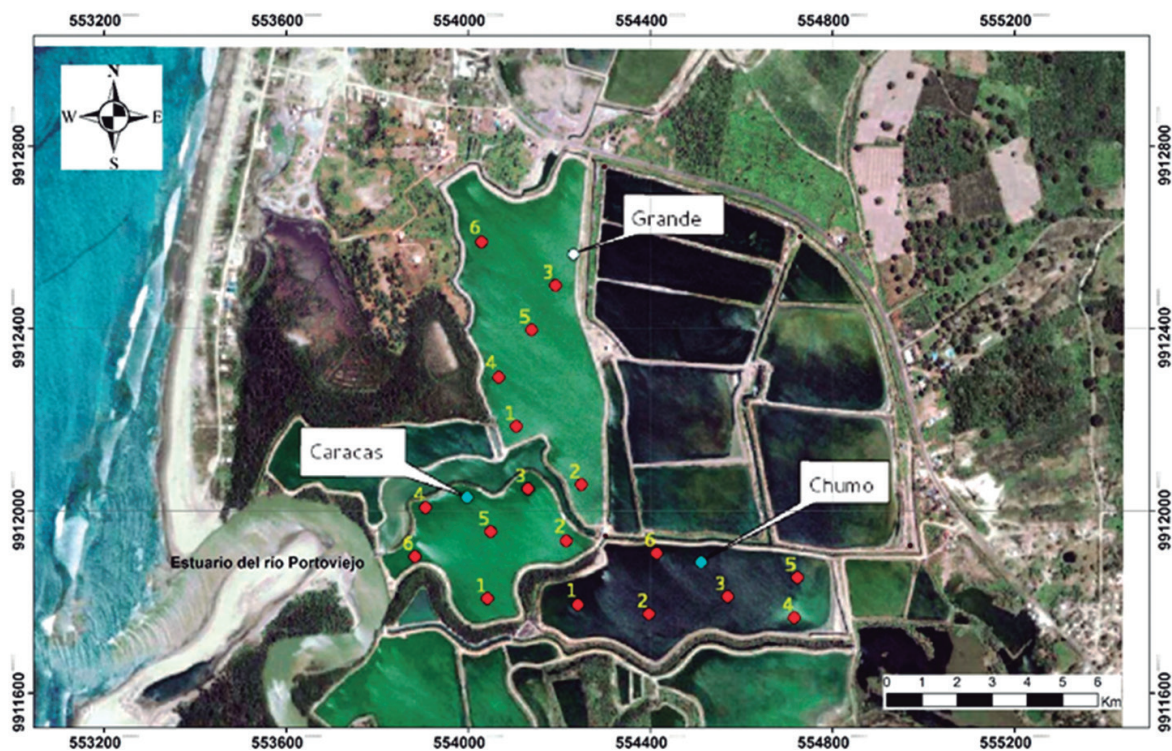


Figura 1. Localización de los estanques Chumo, Caracas, Grande y puntos de muestreo en la Camaronera Manabita S.A.

Factores ambientales

En los tres estanques y en cada una de las estaciones (E) se registraron parámetros de temperatura (°C), oxígeno disuelto en el agua (mg/L) y pH, medidos en la interface agua-sedimento, con un oxigenómetro-peachimetro marca Sension modelo 51935-88. La salinidad fue medida con un refractómetro portable ATC, para establecer la relación de estos organismos con las variables ambientales. La concentración de materia orgánica (MO) se realizó por el método de la ceniza seca (Boyd, 1992).

Granulometría

El proceso de análisis granulométrico según la norma AASHTO 2000 fue el siguiente:

Determinación del contenido de humedad, determinación del límite líquido, determinación del límite plástico, análisis granulométricos de suelos por tamizado.

Los datos obtenidos de los cuatro análisis se ingresaron a una base de datos en Excel donde se calcula el tipo de suelo.

Análisis de datos

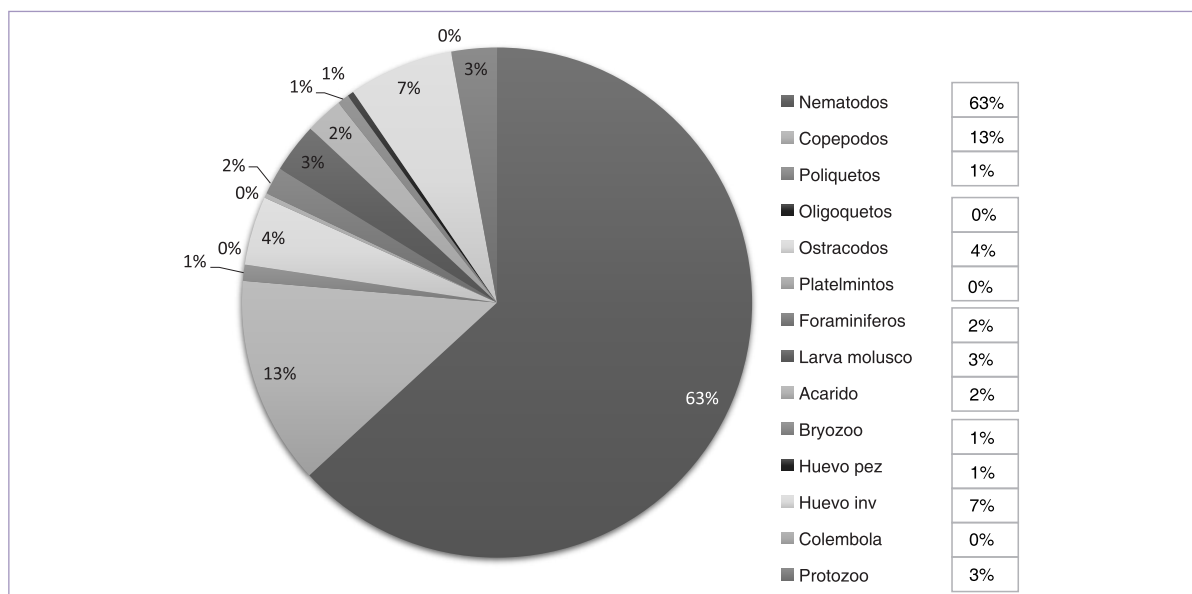
Los datos colectados fueron procesados en el programa SPSS versión 23.0 para realizar los análisis estadísticos de Kolmogorov-Smirnoff y Kruskal Wallis e índice de diversidad de Simpson para la comunidades meiobentónicas en cada estanque (Chumo, Caracas y Grande).

Resultados

Principales grupos de meiobentos

Se encontraron en total 20 947 individuos, pertenecientes a 12 taxones (Figura 2), siendo el grupo más abundante Nematoda (n=13 171 ind/10 cm²). Los siguientes grupos representativos fueron Copépoda (n= 2 538 ind/10 cm²), Ostracoda (n=995 ind/10 cm²), Mollusca (n= 719 ind/10 cm²), Acarida (n= 529 ind/10 cm²), Polychaeta (n= 195 ind/10 cm²), Bryozoa (n= 96 ind/10 cm²), Plathelminthes (n= 57 ind/10 cm²), Oligochaeta (n= 1 ind/10 cm²), insectos del grupo Colembolla (n= 3 ind/10 cm²), Protozoa (n= 655 ind/10 cm²) y Foraminifera (n= 389 ind/10 cm). Además se registraron huevos de invertebrados (n= 1 515 ind/10 cm²) y huevos de peces (n= 87 ind/10 cm²).

Figura 2. Grupos de meiobentos en el sedimento de las estanques Chumo, Caracas y Grande.*Larva



Molusco= Larvas de moluscos; *Huevopez= Huevos de peces; *Huevolnv= Huevos de invertebrados

En los tres estanques (Chumo, Caracas y Grande) la mayor abundancia de individuos se encontró en la profundidad de 0-5 cm, siendo Nematoda el grupo más abundante con una media de 21 ind/10 cm². En Chumo fueron encontrados 15 ind/10 cm², en Caracas y 22 ind/10 cm² en Grande. Le sigue en abundancia Copépoda con 3 ind/10 cm², 3 ind/10 cm² y 5 ind/10 cm², respectivamente para cada estanque (Tabla 1).

Comparación de grupos de meiobentos entre los tres estanques por estrato

Se demostró la no normalidad de los datos por lo que se recurrió a la prueba No paramétrica de Kruskal Wallis. No se observaron diferencias significativas entre estanques en cuanto a la abundancia en el estrato de 0-5cm, obteniéndose valores de: Copépoda (0,171), Ostracoda (0,110) y huevos de invertebrados (0,171); a la profundidad de 5-10 cm se registraron valores de 0,630, 0,282 y 0,631 respectivamente. Nematoda sí registró diferencias significativas en abundancia tanto en el estrato 0-5 cm (0,024), como en el de 5-10 cm (0,000).

El estanque que presentó el mayor índice de diversidad fue Caracas en el estrato 5-10 cm

(Simpson= 0,818 bits) y el estanque que registró menor índice de diversidad fue Chumo (Simpson= 0,481 bits) en el estrato 0-5 cm (Tabla 2). Al realizar una comparación entre los índices de diversidad obtenidos en cada uno de los estanques se determinó que en el estrato 0-5 cm, el estanque Caracas presentó diferencias significativas con respecto a los estanques Chumo y Grande. En el estrato 5-10 cm el estanque Grande tuvo diferencias significativas con respecto a Chumo y Caracas.

Caracterización de comunidades meiobentónicas por estanques y estratos

Estanque Chumo

Al analizar las comunidades a las profundidades 0-5 cm y 5-10 cm, estos estratos no presentaron diferencias significativas con respecto a los organismos (Tabla 3).

El estrato más diverso fue el estrato 5-10 cm. La estación más diversa fue la número 2 (Simpson 0-5 cm = 0,4316 bits; 5-10 cm = 0,7335 bits) y la que presentó menos diversidad fue la 6 (Simpson 0-5 cm = 0,3424 bits; 5-10 cm = 0,4809 bits) en los dos estratos (Tabla 4).

Tabla 1. Abundancia media de los principales grupos de meiobentos en los estanques por estratos de profundidad

Meiobentos	Estrato	Chumo	Caracas	Grande
Nematoda	0 – 5 cm	21,1	14,87	22,07
	5 – 10 cm	2,67	1,62	4,34
Copépoda	0 – 5 cm	2,94	2,86	4,61
	5 – 10 cm	1,17	1,02	1,34
Huevo de Invertebrado	0 – 5 cm	1,68	1,54	1,1
	5 – 10 cm	1,04	0,94	0,7
Ostrácoda	0 – 5 cm	0,99	1,52	2,82
	5 – 10 cm	1,53	1,52	2,23

Tabla 2. Índices de diversidad entre estanques, a profundidades de 0-5 cm y 5-10 cm

Estanques	Chumo (0-5 cm)	Chumo (5-10 cm)	Caracas (0-5 cm)	Caracas (5-10 cm)	Grande (0-5 cm)	Grande (5-10 cm)
Simpson	0,4819	0,7883	0,5562	0,8187	0,4928	0,696

Tabla 3. Prueba No paramétrica de Kruskal Wallis para los principales grupos de meiobentos en el estanque Chumo (estratos 0-5 y 5-10 cm)

Meiobentos	Estrato	Chi-cuadrado	Gl.	Sig. Asintótica
Nematoda	0 – 5 cm	7,810	5	0,167
	5 – 10 cm	3,964	5	0,555
Copépoda	0 – 5 cm	6,082	5	0,298
	5 – 10 cm	3,343	5	0,647
Huevo de invertebrado	0 – 5 cm	3,114	5	0,682
	5 – 10 cm	2,905	5	0,715
Ostrácoda	0 – 5 cm	6,905	5	0,228
	5 – 10 cm	1,428	5	0,921

Tabla 4. Índice de Diversidad por estaciones y por estrato, Chumo.

Simpson	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5	Estación 6
0 – 5 cm	0,3523	0,4316	0,2448	0,3643	0,4118	0,3424
5 – 10 cm	0,7149	0,7335	0,7171	0,6587	0,6215	0,4809

Estanque Caracas

En el estrato 0-5 cm los organismos no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$), sin embargo en el estrato 5-10 cm el taxón Nematoda ($p = 0,047$) presentó diferencias significativas y los demás organismos no tuvieron diferencias significativas (Tabla 5). En el primer estrato la estación más diversa fue número 3 (Simpson = 0,5732 bits) y la 1 (Simpson = 0,3167 bits) fue la menos diversa; en el caso del estrato 5-10 cm la más diversa fue la 6 (Simpson = 0,7441) y la me-

nos diversa fue la número 5 (Simpson = 0,4919) (Tabla 6).

Estanque Grande

Copépoda ($p = 0,001$) reflejó diferencias significativas en el estrato 0-5 cm. Los otros organismos tuvieron una significación $p > 0,05$. En el caso del estrato 5-10 cm únicamente Nematoda ($p = 0,038$) presentó diferencias significativas, fenómeno que no se observó en los otros grupos ($p > 0,05$) (Tabla 7).

Tabla 5. Prueba No Paramétrica de Kruskal Wallis para los principales grupos de meiobentos en el estanque Caracas (estratos 0-5 y 5-10 cm)

Meiobentos	Estrato	Chi-cuadrado	Gl.	Sig. Asintótica
Nematoda	0 – 5 cm	2,657	5	0,753
	5 – 10 cm	11,228	5	0,047
Copépoda	0 – 5 cm	6,495	5	0,261
	5 – 10 cm	5,514	5	0,356
Huevo de invertebrado	0 – 5 cm	5,225	5	0,389
	5 – 10 cm	6,876	5	0,23
Ostrácoda	0 – 5 cm	2,215	5	0,819
	5 – 10 cm	7,744	5	0,171

Tabla 6. Índice de Diversidad por estaciones y por estrato, Caracas

Simpson	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5	Estación 6
0 – 5 cm	0,3167	0,3672	0,5732	0,4567	0,3688	0,3648
5 – 10 cm	0,6269	0,6856	0,6212	0,6333	0,4919	0,7441

Estanque Grande

Copépoda ($p=0,001$) reflejó diferencias significativas en el estrato 0-5 cm. Los otros organismos tuvieron una significación $p > 0,05$. En el caso del estrato 5-10 cm únicamente Nematoda ($p=0,038$) presentó diferencias significativas, fenómeno que no se observó en los otros grupos ($p > 0,05$) (Tabla 7).

Para el estrato 0-5 cm la mayor diversidad estuvo en la estación 6 en los dos estratos (Simpson 0-5 cm = 0,5243 bits; 5-10 cm = 0,73 bits), mientras que en la número 3 (0,23 bits) se encontró menor diversidad en el estrato 0-5 cm y en el caso del estrato 5-10 cm fue la número 2 (0,36 bits) (Tabla 8).

Correlación de Spermán-rank de densidad de meiobentos con los factores ambientales

Materia orgánica

La presencia de Copépoda y huevos de invertebrados (estrato 5-10 cm) en Caracas estuvo relacionado a los niveles positivos de materia orgánica (Tabla 9). En el caso de Grande se observó una correlación positiva con huevos de inverte-

brados (Tabla 9), no así en el caso de Chumo donde la presencia de Copépoda descendió conforme la materia orgánica se incrementó (Tabla 9). En Caracas se registró una correlación negativa con respecto a huevos de invertebrados (estrato 0-5 cm) (Tabla 9) y en Grande con el taxón Ostracoda (Tabla 9).

Oxígeno disuelto

Altos niveles de oxígeno favorecieron la presencia de huevos de invertebrados en los tres estanques (Tablas 9). En el estanque Chumo la correlación fue positiva con Nematoda y negativa con Copépoda (estrato 0-5 cm) y Ostracoda (estrato 5-10 cm) (Tabla 9). En Caracas se observó una correlación positiva con Ostracoda y en el caso de Nematoda una correlación negativa (estrato 0-5 cm) (Tabla 9). En Grande el oxígeno disuelto se correlacionó positivamente con Copépoda (Tabla 9).

Temperatura

En el estanque Chumo las correlaciones positivas se dieron con Nematoda (estrato 0-5 cm) y con huevos de invertebrados (Tabla 9). Caracas fue el único estanque donde se observaron

Tabla 7. Prueba No Paramétrica de Kruskal Wallis para los principales grupos de meiobentos en el estanque Grande (estratos 0-5 y 5-10 cm).

Meiobentos	Estrato	Chi-cuadrado	Gl.	Sig. Asintótica
Nematoda	0 – 5 cm	8,452	5	0,133
	5 – 10 cm	11,762	5	0,038
Copépoda	0 – 5 cm	19,676	5	0,001
	5 – 10 cm	10,202	5	0,07
Huevo de invertebrado	0 – 5 cm	6,564	5	0,255
	5 – 10 cm	1,201	5	0,945
Ostrácoda	0 – 5 cm	6,269	5	0,281
	5 – 10 cm	1,903	5	0,862

Tabla 8. Índice de Diversidad por estaciones y por estrato, Caracas

Simpson	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5	Estación 6
0 – 5 cm	0,4046	0,3003	0,2311	0,3848	0,3839	0,5243
5 – 10 cm	0,4765	0,363	0,4107	0,5412	0,7086	0,7262

correlaciones negativas con Copépoda (estrato 5-10 cm) y huevos de invertebrados (estrato 0-5 cm) (Tabla 9). Grande solamente presentó correlaciones positivas de temperatura con Nematoda (estrato 0-5 cm), Copépoda (estrato 5-10 cm) y Ostrácoda (estrato 0-5 cm) (Tabla 9).

Salinidad

Esta variable tuvo una correlación positiva únicamente con Nematoda (estrato 0-5 cm) y Copépoda (estrato 0-5 cm) en el estanque Grande (Tabla 9). Huevos de invertebrados presentó una correlación negativa en todos los estanques con respecto a la salinidad (Tabla 9). En el caso del

estanque Chumo hubo correlaciones negativas con nematodos (estrato 0-5 cm) y copépodos (estrato 0-5) (Tabla 9); en Caracas, ostrácodos presentaron correlación negativa (estrato 0-5 cm) (Tabla 9).

pH

En el estanque Caracas, Ostracoda (estrato 5-10 cm) presentó una correlación positiva con el pH (Tabla 9); en Grande, Nematoda (estrato 0-5 cm) también tuvo una correlación positiva (Tabla 9). En el caso de Copépoda (estrato 0-5 cm) y huevos de invertebrados la correlación fue negativa en los estanques Chumo y Caracas.

Tabla 9. Correlación Spearman-rank de densidad de meiobentos con los factores ambientales, Chumo, Caracas y Grande.

Estanques	Organismos del meiobentos	Estrato	MO(%)	DO (mg/L)	T (°C)	ups	pH	
Chumo	Nematoda	0 cm - 5 cm	-0,392	0,043	0,043	-0,035	-0,693	
		5 cm - 10 cm	0,874	0,458	0,458	-0,94	0,089	
	Copépoda	0 cm - 5 cm	-0,041*	0,463	0,463	-0,001**	-0,001**	
		5 cm - 10 cm	-0,065	-0,021	-0,021	0,797	-0,796	
	Ostrácoda	0 cm - 5 cm	-0,454	-0,507	-0,507	-0,09	-0,226	
		5 cm - 10 cm	-0,475	-0,001**	-0,001**	0,674	-0,912	
	Huevos de invertebrados	0 cm - 5 cm	0,239	0,04*	0,04*	0,00**	0,00**	
		5 cm - 10 cm	0,058	0,031*	0,031*	0,00**	0,00**	
	Caracas	Nematoda	0 cm - 5 cm	-0,05	-0,029	-0,592	0,619	-0,149
			5 cm - 10 cm	0,067	-0,196	-0,378	0,07	-0,535
Copépoda		0 cm - 5 cm	0,285	-0,193	-0,003**	-0,23	0,00**	
		5 cm - 10 cm	0,002	0,083	0,414	0,292	-0,251	
Ostrácoda		0 cm - 5 cm	-0,942	0,039	0,052	-0,017	0,295	
		5 cm - 10 cm	-0,205	0,199	0,091	-0,243	0,002**	
Huevos de invertebrados		0 cm - 5 cm	-0,006**	0,00**	-0,016*	-0,000**	-0,000**	
		5 cm - 10 cm	0,000**	0,00**	-0,429	-0,000**	-0,000**	
Grande		Nematoda	0 cm - 5 cm	-0,06	0,563	0,00**	0,015	0,00**
			5 cm - 10 cm	-0,212	-0,715	0,088	0,062	0,619
	Copépoda	0 cm - 5 cm	-0,477	0,023*	0,179	0,011*	0,054	
		5 cm - 10 cm	0,38	0	0,043*	-0,893	0,362	
	Ostrácoda	0 cm - 5 cm	-0,002	0,053	0,019*	0,932	0,69	
		5 cm - 10 cm	0	-0,175	-0,754	0,311	-0,966	
	Huevos de invertebrados	0 cm - 5 cm	0,047	0,00**	0,421	0,00**	-0,161	
		5 cm - 10 cm	0,009**	0,00**	0,346	0,00**	-0,179	

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

MO: materia orgánica; DO: oxígeno disuelto; T: temperatura; ups: salinidad y pH: potencial de hidrógeno.

Granulometría

El análisis granulométrico determinó que Chumo tiene un suelo arcilloso en todas las estaciones excepto en la Estación 6 que presenta un suelo arcilloso-arenoso. El suelo de Caracas es arcilloso de alta plasticidad al igual que el estanque Grande.

Discusión

La investigación demostró que el fondo de los tres estanques de camarón analizados está poblado por 12 taxa de organismos de la meiofauna, siendo más abundantes: Nematoda (63 %), Copépoda (13 %), huevos de invertebrados (7 %) y Ostracoda (4 %). Dentro del meio bentos, Calle (2001)³ indica que los nemátodos son el grupo más abundante, representando en la mayoría de tipos de fondos del 50% al 100% del total de la comunidad, mientras que Gonzales y Lalana (2002)⁴, afirman que esta dominancia responde a la radiación adaptativa de este grupo, lo que les permite ocupar hábitats intersticiales en una amplia variedad de condiciones ambientales. Habitar en el sedimento brinda algunas ventajas a Nematoda con respecto a los demás organismos, ya que en este ambiente la afectación debido a disturbios mecánicos es mucho menor (Boucher & Goubault, 1990; Moodley *et al.*, 2000), y la renovación de la capa de agua del fondo por el flujo de agua de los estanques, favorece el aumento en la profundidad de penetración del oxígeno.

La abundancia de huevos de invertebrados (7%) probablemente se debe a que se muestreo en época de lluvias, donde aumenta la temperatura y se observan ciclos reproductivos en los or-

ganismos, en contraste con el resultado de un muestreo realizado de marzo a junio cuando la abundancia fue de (0,34%) (Ibarra, 2013)⁵.

Se determinó que la mayor abundancia de individuos se presentó en el estanque Grande a 0-5 cm de profundidad (Tabla 1), presumiblemente porque en ese existen las variaciones ambientales menos drásticas. Organismos como Nematoda y Copépoda, entre otros, tienden a distribuirse usualmente en las capas más superficiales del estrato para poder asimilar de mejor manera el contenido orgánico que está asentado en el sedimento y poder utilizar mejor el oxígeno capilar disuelto en esta parte (Ibarra, 1986⁶, Brustolin *et al.*, 2012).

Nematoda presenta diferencias significativas en abundancia en relación a los otros grupos. Podría atribuirse a la competencia entre los taxones Copépoda y Nematoda, hecho corroborado por Cornejo (2006)⁷ en sistemas de cultivo de camarón en el Golfo de Guayaquil, mientras que Moens (1999), Moens y Vincx (2000), afirman que estos dos grupos de la meiofauna se alimentan de bacterias y como consecuencia compiten por el alimento.

Se ha observado que los nematodos tienden a habitar zona de sedimentos finos y muy finos (Giere, 2009; Esteves *et al.*, 1997; Moodley *et al.*, 2000), mientras que en los sedimentos gruesos dominan los copépodos (Herrera & del Valle, 1980; Goubault *et al.*, 1995). Entonces, la población de uno de los dos taxones podría disminuir o aumentar con respecto al otro sin perjudicar a los individuos de los demás taxones presentes, asociación registrada en el actual estudio.

³ Calle, A. (2001). Biodiversity of the meiobenthos of sandy beaches in Ecuador with emphasis on free-living marine nematodes. (Tesis de Maestría en Ciencias). Universiteit Gent, Bélgica.

⁴ Gonzalez, G. y Lalana, R. (2002). Composición y Abundancia del Meiobentos en el Sublitoral de la Habana, Cuba. (Tesis de maestría). Universidad de la Habana, Cuba. Recuperado de <http://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/5667/Tesis%20maestría%20Armenteros%2C%20Maickel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁵ Ibarra, E. (2013). Evaluación de las Comunidades Meiobentónicas en Piscinas Camaroneras en el Estuario del Río Portoviejo, Provincia de Manabí, desde marzo a julio del 2011. M. Sc. Tesis de Maestría. Universidad Agraria del Ecuador. Ecuador.

⁶ Ibarra, E. (1986). Meiobentos del Litoral y Sublitoral Superior de la Isla Santa Cruz (Islas Galápagos). (Tesis de maestría). Universidad Estatal Mechnikova. República de Ucrania.

⁷ Cornejo, M. (2006). Meiobenthic Communities in Shrimp Production Ponds (Ecuador). (Tesis doctoral) Universiteit Gent, Bélgica.

La mayor diversidad registrada en Caracas se explica, probablemente, por el hecho de estar localizado geográficamente en la zona más próxima al mar, por tanto, a este llegan diversos organismos durante el recambio de agua. En esta zona se ha constatado que la privilegiada ubicación de este estanque, cercano al estuario del río Portoviejo del cual se bombea agua de mar y la influencia del viento brinda las mejores características ambientales para ser hábitat de diferentes organismos meiobentónicos (Ibarra, 2013)⁸. El secado del estanque influyó en la distribución vertical de la meiofauna en Caracas, observándose una migración hacia la profundidad de 5 – 10 cm, lo cual confirma el significado del fenómeno de desecación en la migración vertical del meiobentos, señalados en los trabajos de McLachlan y Fursenberg (1977).

Sánchez (2015) explica que el índice de Simpson es un parámetro que mide la diversidad, es decir la riqueza de organismos de distintas especies que habitan en un biotopo determinado y no la abundancia de individuos de una determinada especie. Caracas es el estanque con mayor índice de diversidad, existiendo diferencias significativas entre Caracas, estanque más diverso, en relación con Chumo y Grande en el estrato 0-5 cm. Por el contrario, hay diferencias significativas al comparar Grande, estanque menos diverso, con Caracas y Chumo en el estrato 5-10 cm.

No existieron diferencias de las comunidades meiobentónicas entre las estaciones o estratos en el estanque Caracas, pero sí se observaron diferencias con Nematoda. Este estanque presentó la mayor variación ambiental, lo cual actuaría como un limitante para la presencia de organismos y el único que podría habitar este estanque sin problema es el taxón Nematoda, porque son organismos que pueden soportar importantes cargas de estrés. En Grande las dife-

rencias significativas se dieron entre Nematoda y Copépoda, hecho que podríamos explicar por la competencia entre ambos organismos.

En los análisis de diversidad (Simpson) se concluyó que dentro de los estanques algunas estaciones presentaron mayor diversidad que otras. Esta característica se da por la ubicación tanto de las estaciones como de los estanques. Las estaciones ubicadas junto a las zonas de entrada de agua, cuya fuente es el reservorio con agua de mar, son las más diversas porque el ingreso de los organismos es más fluido y en mayor cantidad, mientras que en las estaciones cercanas a las compuertas de salida existe un lavado y un constante cambio del sedimento, por lo cual, los organismos ubicados en esta zona están siendo desplazados constantemente hacia el exterior del estanque (Ibarra 2013)⁹.

En el estanque Chumo la diversidad de la estación 6 posiblemente este influida por la calidad del suelo, el cual al ser más arenoso genera mayor cantidad de nichos ecológicos para los grupos meiobentónicos ubicados en esta zona (Palacín & Masalles, 1986; Peres, 1982).

El oxígeno disuelto tuvo una correlación positiva en grande y negativa en Chumo para Copépoda. La correlación negativa es similar a lo sucedido en el Golfo de Guayaquil en el estudio realizado por Calle (2001)¹⁰.

La temperatura es uno de los principales factores que regulan la distribución de los animales (Olafsson & Elmgren, 1997). En esta investigación la temperatura siguió una correlación positiva en Grande con Nematoda, Copépoda y Ostracoda.

Rudnick (1989) y Heip (1995) sugirieron que podría haber dos grupos de meiobentos en el sedimento: un grupo que responda de inmediato al

⁸ Ibarra, E. (2013). Evaluación de las Comunidades Meiobentónicas en Piscinas Camaroneras en el Estuario del Río Portoviejo, Provincia de Manabí, desde marzo a julio del 2011. M. Sc. Tesis de Maestría. Universidad Agraria del Ecuador. Ecuador.

⁹ Ibarra, E. (2013). Evaluación de las Comunidades Meiobentónicas en Piscinas Camaroneras en el Estuario del Río Portoviejo, Provincia de Manabí, desde marzo a julio del 2011. M. Sc. Tesis de Maestría. Universidad Agraria del Ecuador. Ecuador.

¹⁰ Calle, A. (2001). Biodiversity of the meiobenthos of sandy beaches in Ecuador with emphasis on free-living marine nematodes. (Tesis de Maestría en Ciencias). Universiteit Gent, Bélgica.

aumento de la materia orgánica y un segundo que reaccione tarde al uso de detritos antiguos como fuente de alimento. La materia orgánica tiene una correlación positiva con Copépoda en el estanque Caracas; sin embargo, tiene una correlación negativa para meiobentos en los estanques Chumo y Grande. Es importante señalar que algunos grupos de la meiofauna, tales como nemátodos copépodos, entre otros, siempre están presentes en todo tipo de sedimentos (Pérez & López, 2006).

Conclusiones

Se encontraron 12 grupos meiobentónicos: Nematoda, Copépoda, Ostracoda, Mollusca, Protozoo, Acarida, Foraminifera, Polychaeta, Bryozoa, Plathelminthes, Colembola, Oligochaeta y huevos de peces e invertebrados. El mayor número de organismos meiobentónicos corresponde a Nematoda con 13 171 ind/10 cm² y el menor número a Oligochaeta 1 ind/10cm².

La prueba no paramétrica de Kruskal Wallis determinó que no existen diferencias significativas entre estaciones de un mismo estanque, pero si existen diferencias significativas entre los 3 estanques.

Los nemátodos se concentran en la capa de 0 – 5 cm en íntima relación con el tipo de sustrato. En los muestreos cuando el fondo del estanque está seco se observa una migración vertical hacia el estrato de 5 – 10 cm, posiblemente en búsqueda de ambiente húmedo. El aumento de la densidad de organismos tiene una estrecha relación con el recambio de agua realizado en los estanques, que trae organismos del medio natural.

Entre los factores ambientales el tipo de sustrato juega un rol muy importante en la diversidad del meiobentos. La materia orgánica presentó correlación positiva con Copépoda y huevos de invertebrados (estrato 5-10 cm) en Caracas. En el caso de Grande se observó una correlación positiva con huevos de invertebrados. La temperatura presentó correlaciones positivas con Nematoda (estrato 0-5 cm) y con huevos de invertebrados. Caracas fue el único estanque en donde se ob-

servaron correlaciones negativas con Copépoda (estrato 5-10 cm) y huevos de invertebrados (estrato 0-5 cm). El oxígeno disuelto estuvo correlacionado de manera positiva con huevos de invertebrados en los tres estanques; en el estanque Chumo la correlación fue positiva con Nematoda y negativa con Copépoda (estrato 0-5 cm) y Ostrácoda (estrato 5-10 cm).

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración prestada durante los muestreos de Vélez y Luis Treviño.

Referencias bibliográficas

- Andrasy, I. (1984). Klasse Nematoda (Ordnungen Monhysterida, Desmoscolecida, Areaolaimida, Chromdorida, Rhabditida), Berlin. *Academie Verlag*.
- Armenteros, M. G., Gonzalez-Sanson, G., & Lalana, R. (2003). Composición y abundancia del meiobentos en un sector sublitoral de ciudad de La Habana, *Cuba. Invest Mar*, 24(1), 3-10.
- Boucher, G. & Gourlbault. N. (1990). Sublittoral meiofauna and diversity of Nematode assemblage off Guadeloupe Islands (West Indies). *Bull Mar. Sci.* 47 (2), 448-463.
- Boyd, C. (1995). Chemistry and efficacy of amendments used to treat water and Soil Quality Imbalances en Shrimp ponds. *Aquaculture; Farming aquatic animals and plants. Second Edition*. Ed. Wiley-Blackwell. British Library. Pag. 476-511.
- Boyd, C.E. (1992). *Water quality pond soil analysis for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station*. Auburn University Alabama, Auburn, EEUU.
- Brustolin, M.C., Thomas, M.C., & Lana. P.C. (2012). A functional and morphological approach to evaluate the vertical migration of estuarine intertidal nematodes during a tidal cycle. *Universidade Federal do Parana. Helgol Mar Res*, 67, 83. DOI: 10.1007/s10152-012-0306-3
- Esteves, A.M., Absalao, R. S., & Da Silva, V. M. A. P. (1997). The importance of cost-

- effectiveness sampling in the study of intertidal sandy beach meiofauna. *Trop. Ecol.*, 38(1): 47-53.
- Gourbault, N. E., Warwick, R. M., & Helléouet, M. (1995). A survey of intertidal meiobenthos (especially Nematoda) in coral sandy beaches of Moorea (French Polynesia). *Bull. Mar. Sci.*, 57(2), 476-488.
- Giere O. (2009). Meiobenthology: *The Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediments*. Universidad de Hamburgo, Alemania. Springer.
- Heip, C. (1995). Eutrophication and zoobenthos dynamics. Centre for estuarine and coastal Ecology, Netherlands Institute of Ecology. Pag 1- 30.
- Herrera, A., & del Valle, R. (1980). Características de la meiofauna bentónica en la laguna y zona costera de Guayabal, en relación con el grado de contaminación. *Cienc. Biol.* 5: 29-45.
- Lampadariou, N., Austen, M., Robertson, N., & Vlachonis, G. (1997). Analysis of meiobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Iraklion Harbour, Greece. *Vie et Milieu* 47(1), 9-24.
- McLachlan, A. & Furstenberg, I. P. (1977). Studies on the psamolitoral meiofauna at Algae Bay. A quantitative analysis of the nematode and crustacean communities. 12(1).
- Méndez, N., Flos, J., & Romero, J. (1998). Littoral soft-bottom Polychaetes communities in a pollution gradient in front of Barcelona (Western Mediterranean, Spain). *Bull. Mar. Sci.*, 63(1), 167-178.
- Moens, T. (1999). *Fiding ecology of free living estuarine nematodes*. (Tesis doctoral). University of Genth, Bélgica.
- Moens, T., & Vincx. M. (2000). Temperature, salinity and food thresholds in two brackish-water bacterivorous nematode species: assessing niches from food absorption and respiration experiments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 243 (1), 137-154.
- Moodley, L., Chen, G. Heip, C., & Vincx, M. (2000): Vertical distribution of meiofauna in sediments from contrasting sites in the Adriatic Sea: Clues to the role of abiotic versus biotic control. *Ophelia* 53 (3): 203-212.
- Olafsson, E. & Elmgren, R. (1997). Seasonal dynamics of sublittoral meiobenthos in relation to phytoplankton sedimentation in the Baltic Sea. *Est. Coast: Shelf. Sci.* 45: 149-164.
- Palacín, C. & Masalles, D. (1986). Algunos datos sobre la meiofauna de una cueva submarina de la Isla de Mallorca. *Dept. Zool. Barcelona.* 12, 15-26.
- Papadopoulou, K.N., Karakassis, I., & Otegui, A. (1998). Harbour meiofaunal communities and organic enrichment effects. *Infona.* 7(3): 34-41.
- Peres, J. M. (1982). Trophic Relation. *Betruser Micro – Meio – and Macrobenthos*. In: *Pervischnaya produktsia morskikh organismov*. Kiev. Ed Naukova Dunka.
- Pérez H., & López C. (2006). Distribución espacio-temporal de la meiofauna béntica en cuatro playas del Litoral Norte de La Habana. *Rev. biol. Trop.* 54 (3). Recuperado de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442006000300032
- Rokicka-Praxmayer, J., Radziejewska, T., & Dworzarczyk. H. (1998). Meiobenthic communities of the Pomeranian Bay (southern Baltic): Effects of proximity to river discharge. *Oceanologia*, 40(3), 243-260.
- Rudnick, D. (1989). Time lags between the deposition and meiobenthic assimilation of phythodetritus. *Mar. Ecol. Prog. Serv.* 50: 231-240.
- Sánchez Otero, J. (2015). *Introducción a la Estadística No Paramétrica y al Análisis Multivariado*. Quito, Ecuador: Giro Creativo.
- Platt, H. M. & Warwick, R. M. (1988). *Free living marine nematodes. Part II British Chromadorids*. The Linnean Society of London-Estuarine and Brackish-Water Sciences Association By EJ Brill/Dr. W. Backhuys, Londres, Reino Unido.
- Yamamuro, M. (2000). Abundance and size distribution of sublittoral meiobentos along estuarine salinity gradients. *Journal of Marine Systems* 26(2), 135-143. [http://doi.org/10.1016/S0924-7963\(00\)00050-6](http://doi.org/10.1016/S0924-7963(00)00050-6).