

PARÁMETROS GEOQUÍMICOS EN SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA REGIÓN MARINO-COSTERA DE PUNTA DE PIEDRAS, ISLA DE MARGARITA, ESTADO NUEVA ESPARTA.

AMALIA BARCELÓ¹, MAIRIN LEMUS² & EDGAR IZAGUIRRE³

¹*Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Isla de Margarita, Venezuela.
barcelomar@gmail.com*

²*Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayacán, Universidad de Oriente, Venezuela.*

³*Escuela de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.*

RESUMEN: Se analizaron las características del sedimento en cuatro localidades de Punta de Piedras, en la Isla de Margarita, trazándose cuatro transeptos: Enlatadora (empresa enlatadora de productos marinos), Conferry, Naviarca (terminales de ferry) y la Salle (Instituto de investigación) y tres puntos en cada uno, durante mayo-2004 y febrero-2005. Se tomaron muestras de sedimentos superficiales en la costa a 15 y 30 m de la costa a lo largo del transepto y se determinó la granulometría, carbonatos, materia orgánica, fósforo y nitrógeno total. Los análisis demostraron que el sedimento es en su mayoría de textura arenosa a franco-arenosa. En el transepto de la Enlatadora se encontraron los porcentajes más altos de carbonatos. La materia orgánica presentó los valores más altos en Conferry y Naviarca en este estudio. El Análisis de Componentes Principales demostró mayor peso para los limos, materia orgánica y fósforo total en el componente 1, mientras que en el componente 2 el mayor peso es para el nitrógeno total y los carbonatos. Existe una estrecha relación positiva entre los limos, materia orgánica y fósforo total, en cambio la textura arenosa correlaciona negativamente con los anteriores, lo que puede deberse a que los granos finos tienen mayor superficie de adherencia. La correlación de Pearson corrobora una relación entre las variables anteriores. Determinándose además que la zona costera de Punta de Piedras es en general, rica en carbonatos y materia orgánica que puede deberse a una fuerte y constante influencia antrópica.

Palabras clave: Sedimento, materia orgánica, Punta de Piedras

ABSTRACT: Sediments from four locations in Punta de Piedras on Margarita island were analyzed. The four transepts, namely, the canning factory (Enlatadora), the two ferryboat terminals (Conferry and Naviarca), and the Research Institute (La Salle), were sampled at three sites each in May of 2004 and February of 2005. Surface sediment samples were taken on the coast and at 15 and 30 meters off the coast along the entire transept to determine granularity, carbonates, organic matter, phosphorus, and total nitrogen. The analyses showed that most sediment has a sandy to loamy-sandy texture. The highest carbonate percentages were found in the Enlatadora transept. The highest quantities of organic matter were found in the Conferry and Naviarca transepts. The Principal Component Analysis revealed that, by weight, component 1 contained more silt, organic matter, and total phosphorus; and component 2 more nitrogen and carbonates. There is a highly positive relation between the silts, organic matter, and total phosphorus, whereas the sandy texture shows a negative relation, possibly due to the greater adhesion surface of the fine grains. Pearson's correlation corroborates a relation among the first group of variables. It was also determined that the coastal zone of Punta de Piedras is generally rich in carbonates and organic material, possibly due to a strong and constant anthropogenic influence.

Key words: Sediment, organic matter, Punta de Piedras

INTRODUCCIÓN

Durante más de cuatro décadas Punta de Piedras ha sido una zona con gran influencia antrópica debido a constantes salidas y llegadas de embarcaciones, especialmente en épocas de vacaciones donde los

turistas llegan a Margarita e inciden en mayores descargas de aguas servidas al mar. Esta zona es influenciada por aguas de escorrentía, aguas servidas, que en algunos casos no pasan por plantas de tratamiento, descargas de origen industrial y la laguna de Punta de Piedras. Además, esta zona está totalmente

influenciada por las aguas servidas de las casas que se encuentran en los alrededores de la laguna de Punta de Piedras (PEREIRA 2006).

La hidrodinámica de las zonas costeras permite que la materia en suspensión precipite finalmente en los sedimentos marinos (BONILLA *et al.* 1995) es por ello que el sedimento representa uno de los componentes del ecosistema más importantes para evaluar la contaminación ambiental. Este componente es acumulador por excelencia de todo tipo de materiales y tiene una significación relevante en las investigaciones geoquímicas, ya que su caracterización puede ayudar a comprender la relación que guarda la concentración de contaminantes y las características generales de los sedimentos de una determinada zona, principalmente en las zonas marino-costeras, donde ocurren muchas reacciones químicas (HENRICHS 1992; SCHNEIDER & DAVEY 1995).

En sedimentos, la materia orgánica consta de un conjunto de materiales parcialmente alterados químicamente, denominados sustancias húmicas, que poseen la capacidad de formar compuestos con los metales pesados (GROUSSET *et al.* 1999). La solubilidad de la materia orgánica aumenta con el incremento del pH (BHATTACHARYA *et al.* 2000). Asimismo tiene una gran influencia en las propiedades químicas y físicas de los sedimentos, tales como la capacidad de retención de agua, capacidad de intercambio iónico, etc. Una de las características fundamentales de las sustancias húmicas es su habilidad de interactuar con la arcilla, iones metálicos, óxidos, hidróxidos, para formar asociaciones solubles o insolubles (DAVID & LEVENTHAL 1996). En el agua, la materia orgánica en suspensión, consiste en minerales de arcilla, óxidos e hidróxidos de hierro y/o manganeso, carbonatos, sustancias orgánicas (ácidos húmicos) y biológicas, tales como algas y bacterias (ROSAS 2001).

La ciudad de Punta de Piedras ha tenido un crecimiento poblacional significativo, tiene industrias a su alrededor como es el caso de una enlatadora de sardinas, dos empresas navieras y una dispensadora de gasolina, gasoil y aceite. Esto ha traído como consecuencia un aumento sustancial de descargas de sustancias orgánicas e inorgánicas al mar. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue evaluar algunas características físico-químicas del sedimento en la zona costera de Punta de Piedras para determinar la calidad del sedimento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Estado Nueva Esparta está constituido por tres Islas, siendo la más grande la Isla de Margarita con la mayor población y gran atractivo turístico, además posee un gran flujo comercial. Esa condición ha permitido un crecimiento rápido e incontrolado de la población, lo cual incide directamente en sus costas, afectando la calidad de las aguas. En la isla de Margarita, Punta de Piedras es la zona portuaria por excelencia del Estado Nueva Esparta.

Punta de Piedras está situada en el Municipio Tubores a 5 m de altitud, en el extremo sur de isla de Margarita, entre los 10° 50' y los 10° 55' Lat. N. y entre los 64° 05' y los 64° 10' Long. W. (Fig. 1). En esta zona las precipitaciones son de aproximadamente 335 mm y la temperatura es de 28 °C en promedio. Posee una gran actividad marítima, cabotaje y turismo. La comunicación respecto a las otras poblaciones de la isla se realiza por tierra.

Se colectaron muestras superficiales de sedimentos en la zona costera, 15 y 30 metros de la costa, en los transeptos de la Enlatadora, Conferry, Naviarca y la Salle. Se tomaron en total 12 muestras durante mayo-2004 y 12 en febrero-2005. Las muestras fueron trasladadas en bolsas de polietileno, en cavas con hielo hasta el laboratorio de

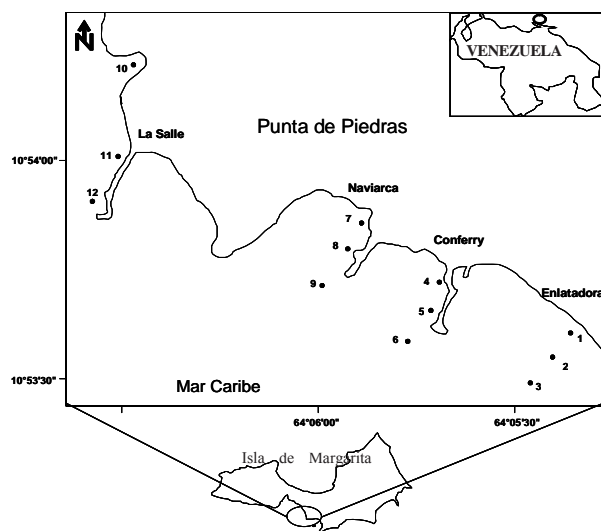


Fig. 1. Área de muestreo donde se representan las estaciones en la zona costera de Punta de Piedras, isla de Margarita, estado Nueva Esparta.

Oceanografía Química de la Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente.

Las muestras fueron colocadas en una estufa a 60 °C, hasta obtener un peso constante y luego se pulverizaron en un mortero de porcelana y se almacenaron en envases de polietileno, previamente curados y bien tapados. El peso de las muestras fue tomado en una balanza analítica de 0,0001g de precisión.

Se hicieron análisis de textura, pesando 30 g de sedimento en un tamiz marca THOMAS, durante 15 min., luego se pesó la cantidad de sedimento y se estimó el porcentaje de arena. La fracción restante de limos y arcillas (<62,5 µm) fue tratada según el método de la pipeta basado en la Ley de Stokes como lo indica FERMÍN (2002). Para expresar los resultados se empleó la nomenclatura de SHEPARD (1954).

La materia orgánica fue determinada basándose en el método descrito por DE LA LANZA (1980); GONZÁLEZ & RAMÍREZ (1995); BERNAL & BETANCUR (1996), LÓPEZ (2002). Este método se fundamenta en la mineralización total de la materia orgánica que se encuentra contenida en los sedimentos marinos, lo cual se logró a través de la calcinación de las muestras en una mufla a 550 °C por ocho horas, de manera que se obtuvo una fracción libre de materia orgánica. La determinación se realizó por la pérdida de peso debido a la oxidación de materia orgánica en la muestra a CO₂, el cual es liberado a la atmósfera.

Los carbonatos se determinaron por el método de digestión ácida descrito por PALENQUES & DÍAZ (1994) y FUENTES (1998); donde se colocaron 2 g de muestra en erlenmeyer de 250 mL de capacidad y se les añadió ácido clorhídrico 6N para que se desprendieran los carbonatos, lavando progresivamente con agua desionizada; el porcentaje de los mismos se determinó por diferencia de pesos.

El fósforo y el nitrógeno totales se determinaron basándose en la adaptación del método descrito por VALDERRAMA (1981), que consiste en la oxidación simultánea de fósforo orgánico y nitrógeno orgánico a fosfato y nitrato, respectivamente.

Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) para evaluar las variables físico-químicas durante las dos épocas de muestreo y entre los cuatro transeptos evaluados. Los datos fueron representados mediante graficas de caja y bigotes.

Para establecer correlaciones entre las variables se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) corroborándolo además con los coeficientes de correlación lineal producto de Pearson. Estos análisis se llevaron a cabo utilizando el Software STATGRAPHICS PLUS versión 5.1.

RESULTADOS

Granulometría

El sedimento de la zona costera de Punta de Piedras presentó características texturales similares, desde arenosa a franco-arenosa durante mayo-2004 y febrero-2005 (Tabla 1). El transepto de la Enlatadora presentó un sedimento de textura arenosa con muy bajo porcentaje de limos en relación con los otros transeptos analizados que presentaron valores entre 11,16 y 23,0%.

Carbonatos

El contenido de carbonatos (CaCO₃) no presentó diferencias significativas entre los dos periodos de muestreo (F=0,03 y P>0,05) ni tampoco para los diferentes transeptos (F=1,64 y P>0,05), sin embargo, se observó que el transepto de la Enlatadora presentó los más elevados porcentajes de carbonatos en relación con el resto de los transeptos (Fig. 2).

Materia orgánica

No se evidenciaron diferencias significativas (Fig.3) entre el contenido de materia orgánica (MOT) durante mayo-2004 y febrero-2005 (F= 0,10 y P>0,05). Del mismo modo, para los transeptos en mayo-2004 y febrero-2005 (F=2,20 y P>0,05) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

TABLA 1. Composición granulométrica y textural de los sedimentos superficiales de la zona costera de Punta de Piedras, Isla de Margarita en Mayo-2004 y Febrero-2005.

Tiempo	Transepto	Porcentaje %			Textura
		Arenas	Limos	Arcillas	
Mayo-2004	Enlatadora	95,17	4,06	1,25	Arenosa
	Confierry	81,58	15,20	1,75	Franco-arenosa
	Naviarca	72,86	23,00	1,68	Franco-arcillo-arenosa
	Salle	84,01	11,16	5,70	Franco-arenosa
Febrero-2005	Enlatadora	96,42	2,61	0,93	Arenosa
	Confierry	81,28	21,87	2,10	Franco-arenosa
	Naviarca	80,19	18,55	1,80	Franco-arenosa
	Salle	83,86	14,35	1,71	Franco-arenosa

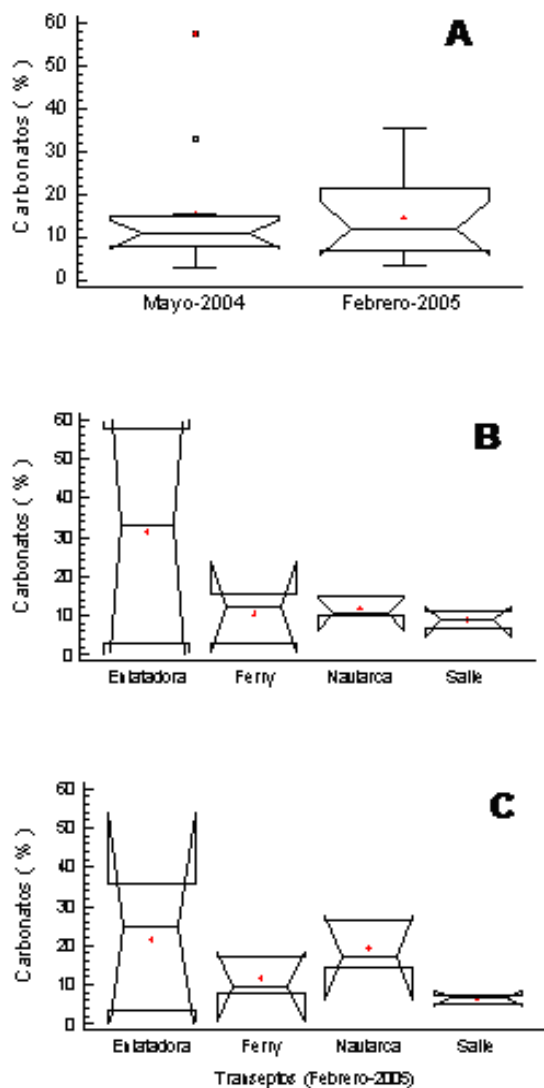


Fig. 2. Variabilidad espacio-temporal del carbonato en sedimentos superficiales en la zona costera de Punta de Piedras, Estado Nueva Esparta (A=Tiempo, B=Transecto Mayo-2004, C=Transecto Febrero-2005).

Nitrógeno Total

Para los dos muestreos no se evidenciaron diferencias significativas en el contenido de nitrógeno total ($F=0,94$ y $P>0,05$), de igual forma en relación a los transectos, durante el muestreo de mayo-2004 no se presentaron diferencias estadísticamente significativas con $F=1,33$ y $P>0,05$, lo mismo ocurre para los transectos en febrero-2005 ($F=0,81$ y $P>0,05$). Sin embargo, las mayores concentraciones de nitrógeno se encontraron

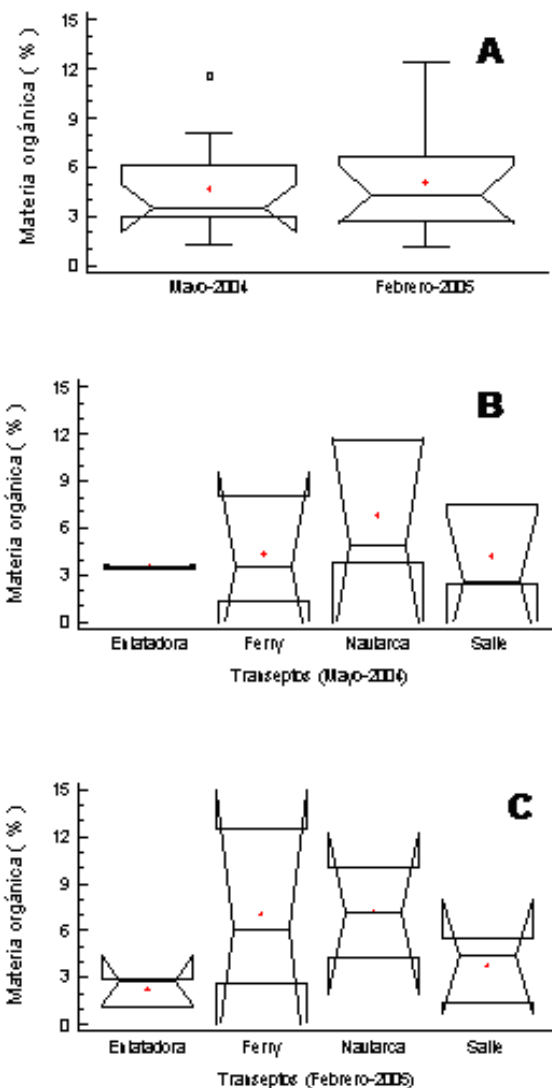


Fig. 3. Variabilidad espacio-temporal de materia orgánica en sedimentos superficiales en la zona costera de Punta de Piedras, Estado Nueva Esparta. A= Tiempo, B= Transecto Mayo-2004, C= Transecto Febrero-2005).

en los transectos de la Enlatadora y Conferry en Mayo-2005 (fig. 4).

Fósforo Total

Los valores de fósforo total (Fig. 5) en los dos periodos de muestreo no presentaron diferencias significativas ($F=0,36$ y $P>0,05$), obteniéndose los más bajos valores en el transecto de la Enlatadora y el máximo valor en Conferry, ambos en mayo-2004. Los diferentes transectos

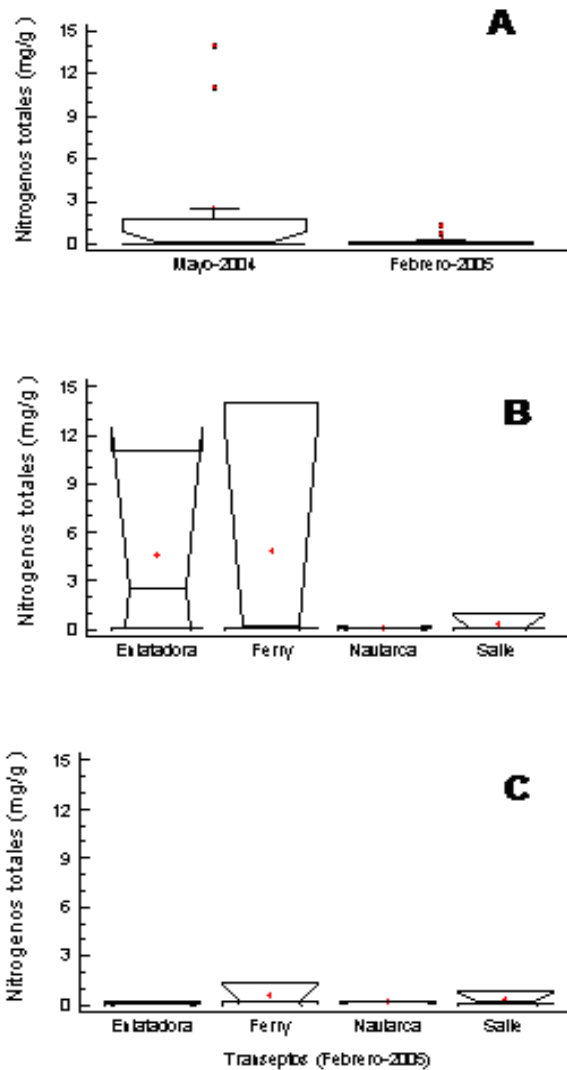


Fig. 4. Variabilidad espacio-temporal de nitrógeno total en sedimentos superficiales en la zona costera de Punta de Piedras, Estado Nueva Esparta. (A= Tiempo, B= Transepto Mayo-2004, C= Transepto Febrero-2005).

en mayo-2004 presentaron diferencias estadísticamente significativas ($F=5,08$ y $P<0,05$) encontrándose las mayores concentraciones en los terminales de ferry. Contrariamente en febrero-2005 no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($F=1,13$ y $P>0,05$).

Análisis de Componentes Principales (ACP)

Para establecer cuáles son las variables que explican

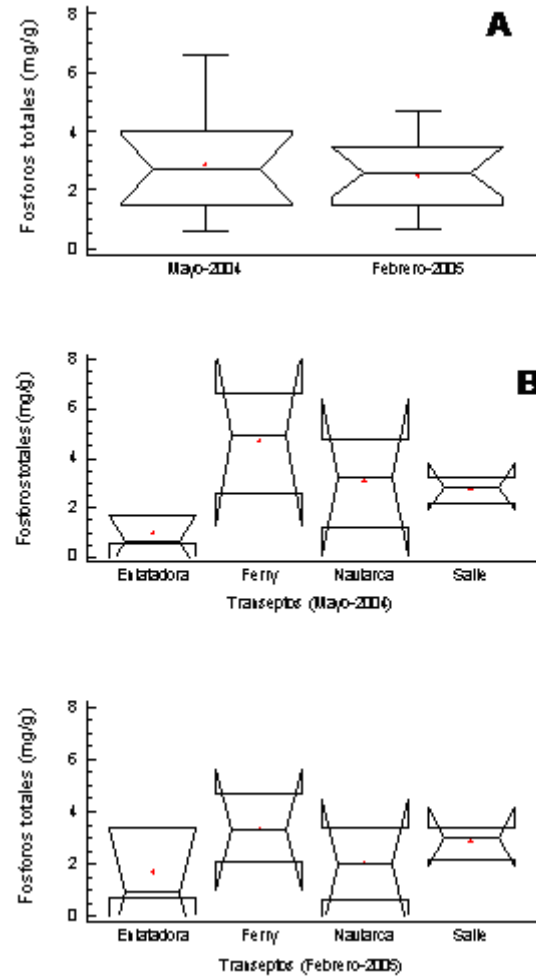


Fig. 5. Variabilidad espacio-temporal del fósforo total en sedimentos superficiales en la zona costera de Punta de Piedras, Estado Nueva Esparta (A= Tiempo, B= Transepto Mayo-2004, C= Transepto Febrero-2005).

la mayor relación respecto a los resultados y correlación positiva o negativa entre los datos se realizó un Análisis de Componentes Principales.

En relación al ACP de ambas épocas de muestreo (Fig. 6) se extrajeron dos componentes principales que juntos explican el 62,87% de la variabilidad de los datos, las variables con mayor peso en el componente 1 fueron los limos y el fósforo total. En el componente 2 las variables con mayor

peso fueron, el nitrógeno total y los carbonatos. Entre los limos y el fósforo total se encontró una relación positiva, así mismo entre los limos y la materia orgánica total. No obstante, entre la arena y el fósforo total, limos y materia orgánica existe correlación negativa. Las correlaciones producto de Pearson (Tabla 2) explican las relaciones entre las diferentes variables.

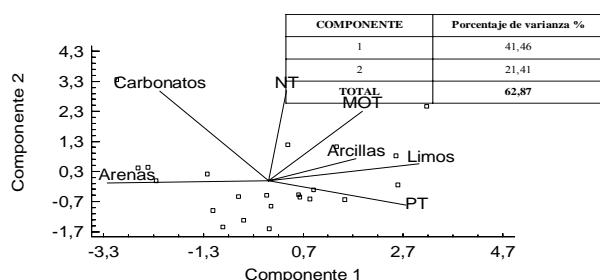


Fig. 6. Proyección de las variables en el sedimento en el espacio definido por los dos primeros componentes principales durante los dos muestreos en la zona marino-costera de Punta de Piedras, Isla de Margarita.

TABLA 2. Correlaciones producto de Pearson entre cada par de variables en la zona costera de Punta de Piedras, Isla de Margarita en Mayo-2004 y Febrero-2005.

	Carbonatos	MOT	PT	NT	Arenas	Limos	Arcillas
Carbonatos							
MOT							
PT	-0,56						
NT							
Arenas	0,45						
Limos		0,59	0,50		-0,64		
Arcillas							

MOT=Materia orgánica total
 PT=Fósforo total
 NT=Nitrógeno total

DISCUSIÓN

La textura en general de la zona marino-cotera de Punta de Piedras está caracterizada por poseer un sedimento en su mayoría arenoso, sin embargo la zona de ubicación de los terminales de ferry presentaron un alto porcentaje de

limos, la cual puede estar asociada al constante dragado que se realiza en la zona. Esta zona esta caracterizada por no presentar aportes fluviales significativos que afectan las características de los sedimentos.

Los valores más altos de carbonatos durante el período de muestreo se encontraron en el transepto de la Enlatadora para ambos meses. Estos resultados pueden explicarse por las características granulométricas de la zona, que está caracterizada por presentar un 95% de arena y la sedimentación de carbonatos se deba a la abundancia relativa de los iones de calcio Ca^{2+} y del bicarbonato (H_2CO_3) o de los iones de bicarbonato (HCO^{3-}) en el agua del mar. La precipitación del carbonato en los sedimentos ocurre cuando hay cantidades mayores del ion de calcio o del ion de bicarbonato o cuando hay cantidades iguales de estos dos iones y su producto sobrepasa el valor determinante. No obstante, estos altos niveles de carbonatos podrían estar asociados a la descarga de efluentes de la empresa Enlatadora que maneja gran volumen de organismos para su procesamiento.

El contenido de materia orgánica fue inferior al 10% en la localidad de Punta de Piedras, sin embargo, en los transeptos donde se ubican los terminales de ferry, se obtuvieron los más elevados porcentajes de materia orgánica y esto probablemente esté asociado al hecho de que las zonas presentaron los mayores niveles de limos. La materia orgánica guarda una estrecha relación con la textura del sedimento (FORSTNER & WITTMAN 1983; CALVA & TORRES 2002), encontrándose mayormente asociada a los granos más finos. Esta asociación entre ambos se explica, según LONGA (1986), a que la velocidad de deposición de los constituyentes orgánicos es muy similar a la de los granos finos, de tal manera que conjuntamente son arrastrados por las corrientes y depositados en el sedimento y en los sectores donde las aguas tienen menor movimiento.

Para la zona de estudio no se encontraron altos valores de materia orgánica, lo que sugiere que en el sedimento superficial no existe contaminación orgánica, según lo descrito por DE LA LANZA & CÁCERES (1994) cuando establecen valores superiores a 20% como indicativo de serios problemas de contaminación. A pesar de que en la Enlatadora se trabaja con organismos marinos, el área no está fuertemente impactada por la presencia de componentes orgánicos, lo que podría deberse a que las corrientes evitan la deposición de la materia orgánica en el sedimento.

El nitrógeno, al igual que el fósforo, es un elemento indispensable para los seres vivos. Es incorporado en la estructura de todas las proteínas y ácidos nucleicos y cumple un rol importante en los procesos metabólicos (DUURSMA & DAWSON 1981; ROMANKEVICH 1984). Ingresa al medio ambiente acuático a través de las excreciones de animales y plantas, durante la descomposición de la materia orgánica y por el uso de fertilizantes principalmente (GERLACH 1981). En el transepto de Conferry para los dos muestreos se superó considerablemente 1 mg/g, el cual es el límite estipulado por EPA (1977), estableciéndose fuerte influencia antrópica. El contenido de fósforo total a largo de la experiencia fue más alto en Conferry para mayo-2004 lo que puede deberse a que esta área es de gran impacto por el tránsito de embarcaciones, los valores encontrados son preocupantes ya que DE LA LANZA (1994) explica que donde existen los asentamientos urbanos y turísticos se incrementa el contenido de nitrógeno amoniacal por el aporte de aguas de desecho. Además refiere al respecto que los ortofosfatos, que generalmente forman parte de las aguas de desecho pueden ser eliminados de la columna de agua por adsorción en sedimentos hasta en un 60 %, lo que pudiera explicar las elevadas concentraciones en el transepto. Este aumento puede amortiguarse por dilución cuando las características de circulación y corrientes locales lo permiten, asociado a la geomorfología y condiciones pluviales y fluviales.

CONCLUSIONES

La zona marino-costera de Punta de Piedras presenta característica textural en su mayoría arenosa, existiendo una estrecha relación entre la concentración de materia orgánica total y fósforos totales con los limos del sedimento, particularmente en la zonas donde se ubican los terminales de ferry, dado que estos presentaron elevados niveles de limo en relación con la estación más alejada de la Enlatadora.

Los valores más altos de carbonatos se encontraron en el transepto de la Enlatadora para las dos épocas de muestreo, asociado con la mayor constitución de arena en los sedimentos, superior a 95%.

La mayor concentración de nitrógeno total se encontró en la Enlatadora y Conferry para mayo-2004. Los fósforos totales presentaron comportamiento homogéneo en los dos muestreos, con valores que en general están por encima de 1 mg/g. Esto podría estar influenciado por incidencia de los procesos abióticos en estos transeptos que puede tener su origen por la descarga de aguas residuales y/o de lastre.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su sincero agradecimiento al personal de la Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar y del Postgrado en Biología Aplicada de la Universidad de Oriente por su constante apoyo.

REFERENCIAS

- BERNAL, G. & J. BETANCUR. 1996. Sedimentología de lagunas costeras: Ciénaga Grande de Santa Marta y Ciénaga de Pajarales. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 25: 49-76.
- BHATTACHARYA, M., S. ROY, D. BISWAS & R. KUMAR. 2000. Effect of Mg⁽²⁺⁾ ion in protein secretion by magnesium-resistant strains of *Pseudomonas aeruginosa* and *Vibrio parahaemolyticus* from the coastal water of Haldia port. *FEMS Microbiol.* 33: 61-70.
- BONILLA, J., J. FERMÍN, B. GAMBOA & M. CABRERA. 1995. Aspectos geoquímicos de los sedimentos superficiales de ecosistema marino costero de Jose, Estado Anzoátegui, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela.* 32 (1&2): 5-23.
- CALVA, L. & R. TORRES. 2000. Distribución de carbohidratos, carbono y nitrógeno orgánico en sedimentos de tres lagunas costeras del Golfo de México. *Hidrobiologica* 10 (2): 101-114.
- DAVID, J. & J. LEVENTHAL. 1996. Bioavailability of metals. In: *Preliminary Compilation of Descriptive Geoenvironmental Mineral Deposit Models..* (Ed. E. Du Bray). U.S. Geological Survey Open-File Report 95 – 831.
- DE LA LANZA, G. 1980. Materia orgánica en una laguna de la costa de Sinaloa, México (I); Cuantificación total. *Bol. Inst. Oceanogr. S. Paulo*, 29(2): 217-222.
- _____. 1994. Química de las lagunas costeras y el litoral mexicano. En *Lagunas costeras y el litoral mexicano* C. (Eds De la Lanza, G y Cáceres). Publicación de la Universidad Autónoma de Baja California: 127-198.
- _____. & C. CÁCERES. 1994. Química de las lagunas costeras y el litoral mexicano. En *Lagunas costeras*

- y el litoral mexicano. (Eds. De la Lanza, G y Cáceres). Publicación de la Universidad Autónoma de Baja California: 127-198.
- DUURSMA, E. & R. DAWSON. 1981. *Marine organic chemistry. Evolution, composition and chemistry of organic matter in seawater*. Elsevier Oceanography Series, 31. Amsterdam, Holanda. 521 pp.
- FERMÍN, I. 2002. *Estudio geoquímico de los sedimentos superficiales de la Laguna de Unare, Edo. Anzoátegui, Venezuela*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 106 pp.
- FUENTES, M. 1998. *Condiciones geoquímicas de los sedimentos superficiales de la Laguna de Chacopata, Estado Sucre, Venezuela*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 113 pp.
- FORSTNER, U. & G. WITTMANN. 1983. *Metal pollution in the aquatic environment*. Berlin: Springer-Verlag, Germany. 481 pp.
- _____, W. AHLF & W. CALMANO. 1993. Sediment quality objectives and criteria development in Germany. *Water Sci. Tech.* 28(8-9): 307-316.
- GERLACH, S. 1981. *Marine Pollution. Diagnosis and Therapy*. Springer-Verlag, Berlin, Germany. 218pp.
- GONZÁLEZ, H. & M. RAMÍREZ. 1995. The effect of nickel mining and metallurgical activities on the distribution of heavy metals in Levisa Bay, Cuba. *J. Geochem. Explorat.* 52: 183-192.
- GROUSSET, F., J. JOUANNEAU, G. LAVAUX & C. LATOUCHE. 1999. A 70 years record of contamination from industrial activity along the Garonne River and its tributaries (SW France). *Est. Coast. Shelf Sci.* 48: 401 - 414.
- HENRICHS, S. 1992. Early diagenesis of organic matter in marine sediments: progress and perplexity. *Mar. Chem.* 39 (1-3): 119- 149.
- LONGA, Y. 1986. *Estudio de la interfase agua-sedimento de la Laguna de Unare, Venezuela*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 140 pp.
- LÓPEZ, F. 2002. *Determinación del contenido de metales en los sedimentos superficiales de la Laguna de Piritu, Edo. Anzoátegui, Venezuela*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela. 109 pp.
- PALENQUES, A. & J. DÍAZ. 1994. Anthropogenic heavy metals pollution in the sediment of Barcelona continental Shelf (Northwestern Mediterranean). *Mar. Environment. Res.* 38: 17-31.
- PEREIRA, C. 2006. *Condiciones hidrográficas y estado trófico de la Laguna de Punta de Piedras, Isla de Margarita (Febrero 2005-Enero 2006)*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente. Nva. Esparta, Venezuela. 78 pp.
- ROMANKEVICH, E. 1984. *Geochemistry of organic matter in the ocean*. Springer-Verlag. Berlin, Germany. 334 pp.
- ROSAS, H. 2001. *Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat*. Trab. Grad. Dr. Recursos Naturales y Contaminación. Universidad Politécnica de Manresa, España. 315 pp.
- SADIQ, M. 1992. *Toxic metal chemistry in marine environments*. Marcel Dekker, Inc., New York, USA. 390 pp.
- SCHEIDER, P. & S. DAVEY. 1995. Sediment contaminants of the coast of Sydney, Australia: A model for their distribution. *Mar. Poll. Bull.* 31(4-12): 262-272.
- SHEPARD, F. 1954. Nomenclature based on the sand-silt-clay ratios. *J. Sed. Petrol.* 24 (3): 151-158.
- VALDERRAMA, J. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Mar. Chem.* 10: 109-122.

RECIBIDO: Noviembre 2007

ACEPTADO: Mayo 2008