

ANALISIS BIOQUIMICO-AMBIENTAL DE LOS SEDIMENTOS EN LA PORCION ESTE DEL GOLFO DE BATABANO

Lic. Karel Mena Ulecia, Ms.C José Francisco Montalvo², Ms.C Eusebio Perigó²,
*Departamento de Medio Ambiente del Instituto de Geografía Tropical. Calle F
#302 entre 13 y 15, Municipio Plaza, La Habana, Cuba. CP-10600.*

e-mail: karel@geotech.cu; karelmennai@yahoo.com.

2- Departamento de Hidroquímica y Oceanografía del Instituto de Oceanología

RESUMEN

El Golfo de Batabanó es el principal eslabón de la industria pesquera cubana, por su contribución a la pesca y al turismo. Esta zona aporta anualmente el 60% de la captura nacional de la langosta espinosa, importante fuente de divisas para el país, el 20% de la captura del pescado y una importante producción de esponja (**Claro et al, 2001**).

Una inspección realizada en el año 1996 detectó un alejamiento del área de pesca de la langosta, y un acercamiento de los peces a la orilla, por lo que se propuso un monitoreo en la zona el cual tiene como objetivos fundamentales: evaluar el nivel de contaminación orgánica de los sedimentos así como medir el potencial de oxidación de los mismos. Para dar cumplimiento a estas tareas se diseñó una red de 17 estaciones de muestreo y se midieron diferentes parámetros hidroquímicos como carbono orgánico, nitrógeno orgánico y sulfuro de hidrógeno los cuales reflejaron un sedimento con tendencia a la eutroficación.

INTRODUCCION

El Golfo de Batabanó presenta el mayor peso económico para la industria pesquera cubana, albergando en sus aguas, muchas especies de alto valor comercial, como la langosta espinosa, el camarón rosado, el camarón blanco, la biajaiba, entre otros, por lo que ha motivado las propuestas de numerosos proyectos de investigación en la zona.

Entre los trabajos previos en la región se encuentran los de **Daetwyler y Kidwell en 1959**, quienes ofrecen los primeros datos sobre la composición granulométrica y mineralógica de los depósitos superficiales y dan algunos criterios sobre el carácter de la sedimentación del Golfo de Batabanó; **Hoskins y Brandy en 1964**, describen las asociaciones de moluscos y foraminíferos en los sedimentos del Golfo; **Ionin et al, en 1977**, muestran los rasgos

característicos de la estructura de las costas del Golfo de Batabanó y el espesor de los sedimentos actuales; **Zenkovich en 1969**, plantea el predominio de sedimentación carbonatada y su variada génesis.

Dentro de los estudios relacionados con el fitoplancton en esta región se pueden citar los trabajos de **Lopes-Bluja y Vinogradova en el año 1977**; **Popowski y Borrero en 1962 y Popowski y Borrero en 1989**. Todos estos trabajos nos brindan información acerca de la composición estructural de la comunidad fitoplactónica, su distribución abundancia y variaciones estacionales.

Una inspección realizada en el año 1996, detectó un retroceso en la línea costera, disminución de la pesca de algunas especies, el acercamiento de los paces a la costa y un alejamiento considerable del área de pesca de la langosta. Todo esto puede provocar grandes pérdidas económicas para Cuba, teniendo en cuenta que el Golfo de Batabanó es el de mayor peso económico en la industria pesquera (**CEGIA, 1996**).

MATERIALES Y METODOS

▪ **Área de estudio**

La zona objeto de estudio corresponde a la parte este del Golfo de Batabanó entre los ríos Hatiguanico y Majana, ubicada en los 82°30' latitud norte y los 83°00' longitud oeste con una profundidad media de 4.35 ± 1.41 m. Este ecosistema ocupa el 77% del litoral sur de la provincia La Habana, y representa un elemento ecológico fundamental en la plataforma insular cubana.

Se realizaron cuatro cruceros en la zona (Abril de 1999, Agosto de 2000, Marzo del 2001 y Agosto del 2001) en una red de 17 estaciones de muestreo (Anexo-1). Estos cruceros correspondieron a la etapa de seca (Abril de 1999 y Marzo del 2001) y a la de lluvia (Agosto de 2000 y Agosto del 2001).

▪ **Muestreo y análisis**

Las muestras de sedimento se tomaron mediante buceo autónomo para cuantificar los parámetros químicos carbono orgánico (CO), nitrógeno total (NT) y sulfuro de hidrógeno.

En el caso del carbono orgánico, a la muestra de sedimento se le añade sulfato de mercurio-II, se agita y se adiciona una solución de dicromato de potasio. Una vez mezclado el dicromato con el sedimento, se añade ácido sulfúrico

concentrado y se agita durante un minuto, posteriormente se le deja reposar durante media hora. Transcurrido ese tiempo se le añade unas gotas de ortofenantrolina como indicador y se valora la muestra con una solución de sulfato ferroso (**Montalvo, 1994**). Se utilizaron Elenmeyer de 100 mL con apreciación 0.1 mL.

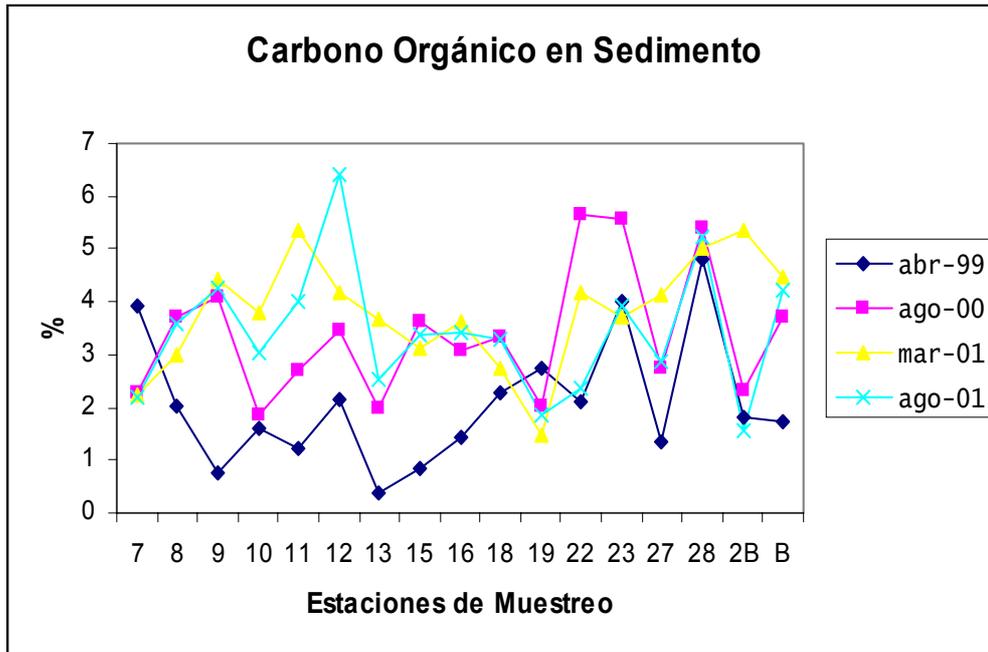
El nitrógeno total en sedimento es la suma del nitrógeno orgánico más el amoniacal. A la muestra de sedimento se le hizo una digestión en presencia de ácido sulfúrico concentrado y caliente. Como resultado de esta digestión el nitrógeno orgánico se convierte en nitrógeno amoniacal y el amoniacal se convierte en sulfato de amonio. Esta sal se descompone mediante un álcali cáustico y el amoniaco liberado se destila con un exceso de ácido sulfúrico y el amonio liberado de la digestión del nitrógeno, se determina por volumetría (**APHA, 1992**). Se utilizó un digestor Kjeldahl, Elenmeyers de capacidad 100 mL, balón Kjeldahl de 100 mL y un destilador Kjeldahl.

En la determinación del sulfuro de hidrógeno se utilizó un método descrito por la FAO en 1975 y es el más utilizado en estos momentos. La muestra acidificada con ácido sulfúrico se pone a reaccionar con p-fenilendiamina en presencia de cloruro férrico como catalizador. El color azul aparece en pocos minutos, pero se debe esperar unos minutos para la lectura, así se garantiza un mejor desarrollo de color. En presencia de estos reactivos ocurre una compleja reacción de oxidación y sustitución que trae como resultado la incorporación del azufre del sulfuro presente en la muestra dentro de un heterociclo (azul de metileno), se mide absorbancia a 670 nm. Para esta determinación se utilizaron tubos de ensayo con tapas esmeriladas, pipetas de 1 y 2 mL y un espectrofotómetro Phillips PU8620 del año 1992.

RESULTADOS Y DISCUSION

La concentración de carbono orgánico en sedimento muestra una media global de 2.31% del total, con una elevada variabilidad espacial (Figura-1).

Figura-1 " Distribución de carbono orgánico en sedimento durante la etapa de muestreo



Se encontraron valores significativamente elevados en la estación 11 y 28 del crucero realizado en Marzo del año 2001, con valores superiores a 5%. Estos valores de concentración elevados se justifican por la entrada al cuerpo de agua de elevadas cargas de nutrientes provenientes de los ríos Majana y Guara.

La concentración media global de carbono orgánico corresponde a sedimentos de buena calidad (Tabla-1). Aunque se plantea que cualquier valor superior a 2.3%, es considerado como indicador de contaminación o de descomposición anaerobia de los sedimentos **(NC 25, 1999)**.

Tabla-1 " Indicadores químicos de calidad de sedimentos para agua marina de uso pesquero (NC 25, 1999)".

CALIDAD			
INDICADOR	BUENA	DUDOSA	MALA
C. Orgánico	Menor de 4%	4-5%	Mayor de 5%
N. Orgánico	Menor de 0.2%	0.2-0.3%	Mayor de 0.3%
Sulfuro hidrógeno	Menor de 1mg/L	1-2 mg/L	Mayor de 2 mg/L

En toda la zona de muestreo, los niveles medios por cruceros de este parámetro estuvieron por debajo del patrón establecido por la Norma Cubana para sedimentos de buena calidad (Tabla-2).

Tabla-2 Valores medios y desviación estándar del carbono orgánico durante la etapa de muestreo.

CRUCEROS	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR
Abril 1999	2,0670	1,2092
Agosto 2000	3,3829	1,2262
Marzo 2001	3,7917	1,0501
Agosto 2001	3,4194	1,2221

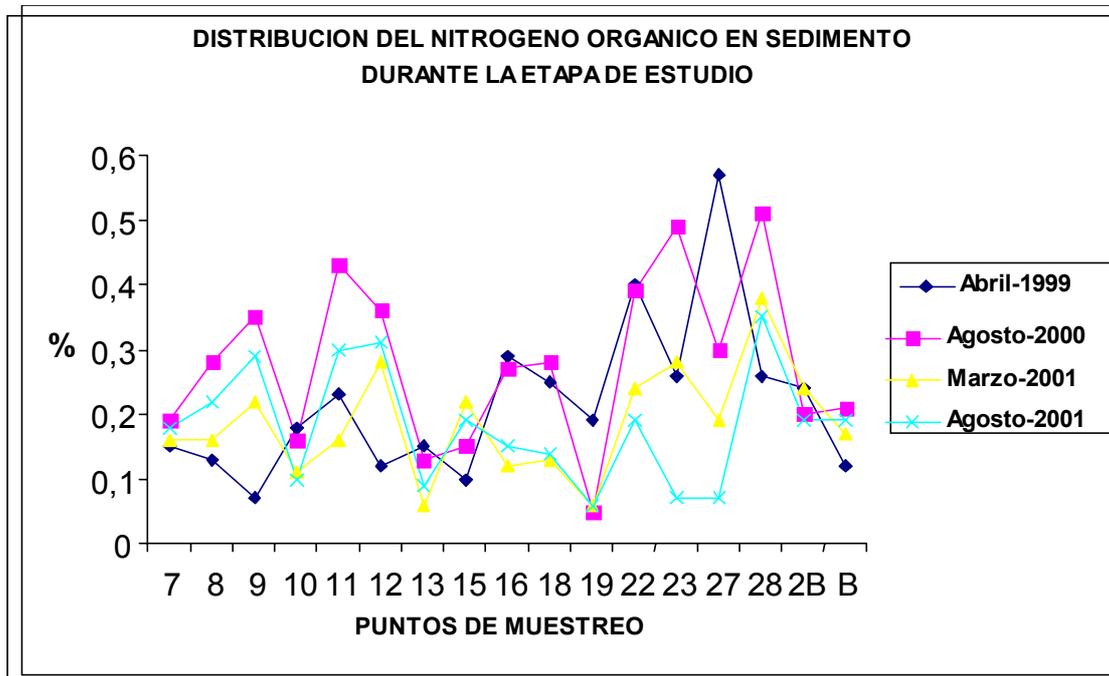
El análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre cruceros para todos los parámetros estudiados, con un nivel de confiabilidad del 95% ($\alpha=0.05$) (Tabla-3).

Tabla-3 Análisis de varianza por cruceros para los parámetros hidroquímicos medidos en el área de estudio.

PARAMETROS	UNIDAD	F CALCULADA	VALOR CRITICO	GRADOS DE LIBERTAD
Carbono Orgánico	%	6.9700	2.4781	3
Nitrógeno Orgánico	%	2.9110	2.4781	3
Sulfuro de Hidrógeno	mgL ⁻¹	3.9228	2.4781	3

Los niveles medios de nitrógeno orgánico en sedimento por cruceros variaron entre 0.18% y 0.28%, con una media global de 0.22%. La concentración de este parámetro aumentó entre la estación 10 a la 23 en todos los cruceros (Figura-2), lo cual puede estar favorecido por la naturaleza del sustrato y a los procesos de producción-sedimentación de los compuestos nitrogenados (Cercó et al. 1997).

Figura-2 " Distribución de nitrógeno orgánico en sedimento durante la etapa de muestreo "

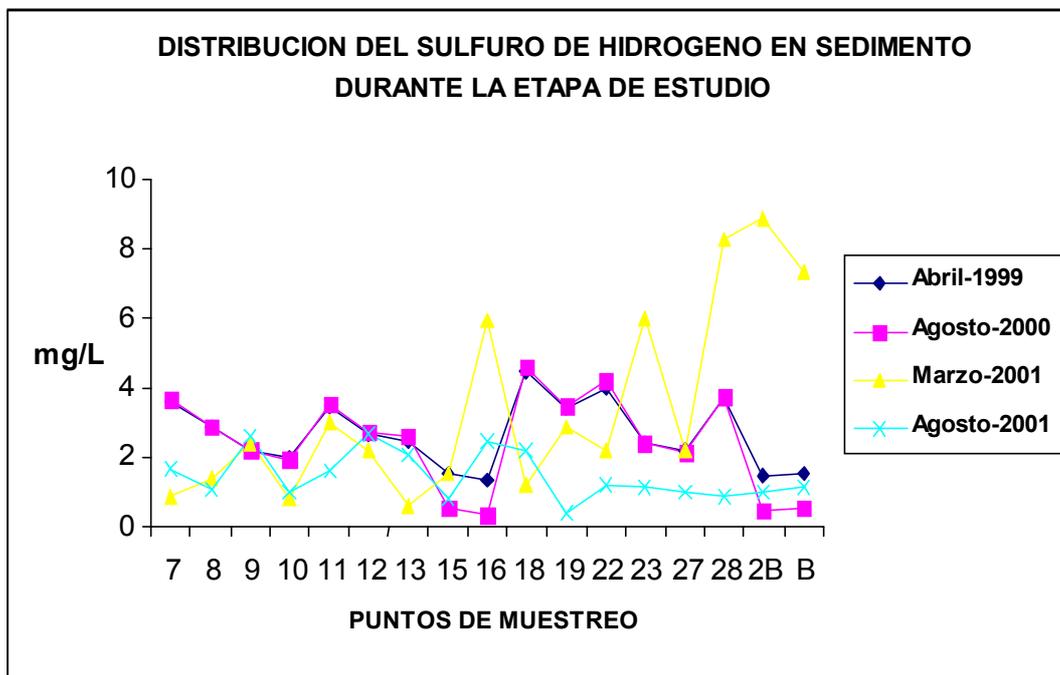


El valor medio global de este parámetro corresponde a sedimentos de dudosa calidad, solo el crucero realizado en Marzo del 2001 y Abril del 2001 tuvieron valores inferiores a 0.2% correspondiendo a sedimentos de buena calidad con valores de 0.19 y 0.18% respectivamente. Los valores de concentración de nitrógeno orgánico en sedimento permiten afirmar que la mayoría de los sedimentos están enriquecidos con este nutriente, lo cual favorece su liberación a la columna de agua mediante procesos heterotróficos, que se desarrollan por la intervención de hongos y bacterias responsables de liberar amonio a la columna de agua (**De la Lanza y Cáceres, 1994**). Estos organismos, todos menores de 150 μm , se organizan en pequeñas asociaciones inmobilizadas en una matriz orgánica extracelular. Mediante esta

organización estos microorganismos pueden metabolizar los sustratos con una gran afinidad y especificidad (**Meyer-Rail y Köster,2000**). Con un incremento de la materia orgánica, como en este caso, la viabilidad del carbono orgánico decrece y la actividad enzimática proteolítica domina sobre la degradación de los carbohidratos, además ocurre un cambio físico en el sedimento de arenoso a fangoso (**Köster et al, 2000**).

De acuerdo a las concentraciones de sulfuro de hidrógeno en sedimento, con un valor medio global de 2,53 mg/L y un máximo de 3.39 mg/L en el crucero realizado en Marzo del 2001, se pueden indicar que los sedimentos presentan bajos potenciales de oxidación. El crucero realizado en Marzo del 2001 tuvo el mayor valor puntual de sulfuro de hidrógeno (H_2S) de toda la etapa de estudio en la estación 2B y coincide con uno de los mayores valores de carbono orgánico (Figura-3).

Figura-3 " Distribución de sulfuro de hidrógeno en sedimento durante la etapa de muestreo "



Todo esto provoca una disminución del enrejado donde conviven los microorganismos del sedimento y se eleva el contenido de agua, la penetración del oxígeno disuelto se dificulta y estos organismos, que en su gran mayoría son aeróbicos facultativos utilizan una vía alternativa, la respiración anaeróbica,

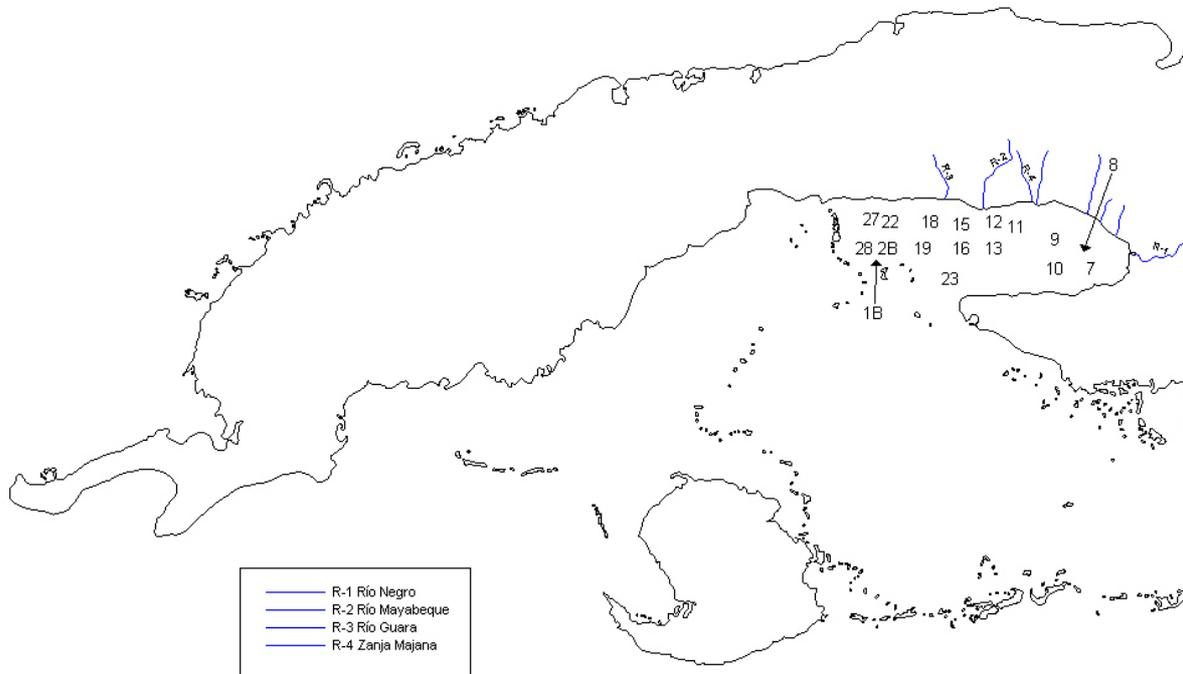
donde la última enzima de la cadena transportadora de electrones (citocromo oxidasa) no utiliza el oxígeno como aceptor final de electrones sino los iones sulfatos, desprendiéndose sulfuro de hidrógeno (**Köster et al, 2000**).

CONCLUSIONES

- La concentración media global de carbono orgánico en sedimento fue de 2,31%, valor que corresponde a sedimentos de buena calidad, aunque se plantea que valores superiores a 2.3% son indicadores de contaminación (NC 25, 1999).
- Los sedimentos tienen un menor contenido de materia orgánica nitrogenada que carbonatada, en el caso del nitrógeno orgánico, el valor medio global corresponde a sedimentos de calidad dudosa (NC 25, 1999).
- El sulfuro de hidrógeno se comportó de manera homogénea durante la etapa de estudio con un valor medio global de 2,57 mg/L, lo que indica un predominio de la respiración anaeróbica.
- Los valores de sulfuro de hidrogeno por cruceros demostraron que los mismos presentan bajos potenciales de oxidación y se corresponden con sedimentos de mala calidad.

RECOMENDACIONES

- Existe la necesidad urgente de disminuir o eliminar las fuentes contaminantes que afectan seriamente los sedimentos del Golfo de Batabanó.
- Se debe de establecer un plan de monitoreo permanente para diagnosticar la futura evolución de este ecosistema.

ANEXO-1" Red de estaciones de muestreo "

REFERENCIAS

- APHA (1992). Standar methods for the examination of water and wastewater. Eds. 18. New York.
- CEGIA (1996). Informe de la inspección estatal ambiental realizada al Dique sur de la Provincia La Habana. CITMA. Pág-14.
- Cerco C.F, Seitsinger S.P, Petterson J (1997). Measured and modeled effect of benthic algae on eutrophication in Indian River-Rehoboth Bay. *Estuaries*.20 (1).
- Claro C.F, García A, Valdéz E, Sierra L (2001). Asociaciones de peses de importancia económica en el Golfo de Batabanó. Editorial Academia. La Habana, pág-128.
- Daetwyler C.C, Kindell A (1959). The Gulf of Batabanó, a modern carbonates basin. World Petrol Congress. Geology and Geophisic. New York.
- De la Lanza G, Cáceres C (1992). Nutrient exchange beetween subtropical lagoons and the marine enviromental. *Estuaries*. 16 (2).
- FAO (1975). Manual of methods aquatic enviromental research: Method for detection end monitoring of water pollution. FAO Lich Technology and paper. Pág.37-237.
- Hosking C, Brandy J (1964). Molluscan biograsies in calcareus sediment. Gulf of Batabanó. Bull American association. Petrol. Geol, 48 (10).
- Ionin A.S, Pavlidis Y, Avello O (1977). Geología de la plataforma marina de Cuba. Editorial Moscú. Pág. 216.
- Köster M, Babenzien H.D, Black H.J, Dalhkes Y, Gerbersdorb S, Meyercord J, Meyer-Rail L.A, Riehing T, Stodian I, Voigt A (2000). Significance of aerobic and anaerobic carbon mineralization processes in sediment of shalow coastal inlet in the southen Baltic: Muddy coast progresses and product. Elsevier Oceanography book series. Amsterdam. Netherland.
- Lopes-Vluja L, Vinogradova A (1977). Distribución del bioplacton de la Plataforma sur occidental de Cuba. Archivo científico del Instituto de Oceanología.

- Meyer-Rail L.A, Köster M (2000). Eutrophication in marine water: Effect on benthic microbial communities. Sea at the milenuim an enviromental evaluation. Vol-III. Amsterdam. Netherland.
- Montalvo J.F (1994). Parámetros hidroquímicos en las lagunas costeras: Viaducto y Laguna Grande. Archivo cietífico del Instituto de Oceanología.
- Norma Cubana 25 (1999). Sistemas de normas para la protección del medio ambiente. Especializaciones y procedimientos para la exhalación de los objetos hídricos de uso pesquero. Pág 5-15.
- Popowki G.A, Borrero N (1962). Contenido de materia orgánica en el Golfo de Batabanó. Archivo cietífico del Instituto de Oceanología.
- Popowki G.A, Borrero N (1989). Utilización de fijadores en la conservación de flajelados y su influencia en la determinación de la concentración de fitoplacton del Golfo de Batabanó. Cuba. Rep. Invest. Instituto de Oceanología.
- Zenkovitch V.P (1969). Litorales someros del oeste de Cuba Y sus sedimentos. Oceanology, 9 (2).