

EVALUACION DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL GOLFO DE BATABANO A PARTIR DE INDICADORES BIOLÓGICOS Y QUÍMICOS

Sandra Loza, Margarita Lugiayo, Marta Martínez, María Elena Miravet, José Montalvo y Magalys Sánchez.

Instituto de Oceanología, ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Avenida 1ra No.18406, Playa, Ciudad Habana, Cuba.
Email: sandra@eicsa.cu , calvarez@infomed.sld.cu

RESUMEN

El Golfo de Batabanó, ubicado en la plataforma suroccidental de Cuba, es una zona de interés económico lo que obliga a un permanente monitoreo y evaluación de su calidad ambiental. El objetivo del presente trabajo fue la evaluación de la calidad de agua de diferentes zonas de acuerdo a indicadores biológicos y químicos. Se muestrearon 22 estaciones en mayo del 2003. La respuesta de las comunidades planctónicas ante perturbaciones naturales o antrópicas constituye una herramienta importante en los estudios de calidad ambiental. La comunidad fitoplanctónica mostró un predominio del grupo de los Flagelados característico de las aguas costeras y las Cyanobacterias superaron a las Diatomeas en las zonas cercanas a fuentes de contaminación orgánica. Se encontraron valores de la relación Pp/R < 1 al E del Golfo y al W y E de la Isla de la Juventud que indican que están ocurriendo procesos de contaminación de naturaleza orgánica. Los bajos valores de mineralización aerobia sugieren que los procesos de degradación que predominan pudieran ser anaerobios o que la entrada de materia orgánica al sistema es mayor que la capacidad de depuración de los microorganismos. Atendiendo a los índices de estado trófico empleados las aguas del Golfo de Batabanó, en general, fueron mesotróficas y la zona litoral N del Golfo, la Ensenada de la Broa, SW de Galafre y NE de Gerona presentaron eutrofización.

Palabras claves: fitoplancton; indicadores ambientales; calidad de agua; ASW, Cuba.

ABSTRACT

The Gulf of Batabanó, located in the Southwest shelf of Cuba, is an area of economic interest, thus requiring a permanent monitoring and assessment of its environmental quality. The objective of the present work was the evaluation of the water quality in different areas according to biological and chemical indicators. The samplings were carried out in May 2003. The answer of the planktonic communities before natural or anthropogenic interference constitutes an important tool in the environmental quality studies. The phytoplanktonic community showed a prevalence of the flagellate group characteristic of the coastal waters and the Cyanobacterias surpassed the Diatoms in areas near the sources of organic pollution. It was found values of the ratio Pp/R < 1 to E of the Gulf, and to the W and E of the Isle of Youth that indicate the occurrence of pollution processes of organic nature. The low values of aerobic mineralization suggest that the prevailing degradation processes could be anaerobic, or that the input of organic matter to the system is higher than the purification capacity of the microorganisms. According to the trophic state indexes used, the waters of the Gulf of Batabanó, in general, were mesotrophic and the N coastal area of the Gulf, the Ensenada de la Broa, SW of Galafre, and NE of Gerona presented eutrophication.

Key words: phytoplankton; environmental indicators; water quality; ASW, Cuba.

El Golfo de Batabanó ubicado en la plataforma SW de Cuba, es la zona que tiene mayor peso económico en la industria pesquera del País, aportando más de la mitad de la producción de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) y volúmenes apreciables de peces y otras especies marinas de alto valor comercial como son el camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*), el camarón rosado (*Farfantepenaeus notialis*), cangrejo moro *Menippe mercenaria*, biajaiba *Lutjanus sinagris* y caballero (*Lutjanus griseus*). Además, posee un alto potencial como zona de cría natural de camarón y en los últimos años se ha comenzado a desarrollar a

explotar el potencial turístico de algunos sitios como son María La Gorda, Cayo Largo del Sur y Punta Francés (Martínez y col., 2004).

En el Golfo se encuentran áreas que han estado sometidas a impacto antrópico y/o naturales, como la Ensenada de la Broa cuyos ecosistemas se han visto afectados por huracanes, otros eventos meteorológicos severos y por la deforestación. En la costa S de la provincia de La Habana se observan manifestaciones de los procesos de erosión, presencia de escarpes y deforestación natural y antrópica de la vegetación costera (Tristá,

2003) los cuales son más intensos en los tramos costeros que han sido ocupados por la urbanización, como el sector ubicado entre Majana y Surgidero de Batabanó (Espinosa y col., 1999).

Además, se han represado ríos, construido pedraplenes (Guanímar y Caimito) y un dique que abarca la zona desde Majana hasta Tasajera, tala de mangle y continúa la entrada de vertimientos de residuales provenientes de focos contaminantes de diversa índole: industrial, agrícola y doméstica en la zona litoral del Golfo (CIGEA, 2002).

Tomando en consideración que los microorganismos constituyen adecuados indicadores de respuesta rápida ante los cambios ambientales en los ecosistemas marinos el objetivo fue evaluar la calidad de las aguas del Golfo de Batabanó mediante algunos indicadores fitoplanctónicos, microbiológicos y químicos, para conocer si han ocurrido cambios ambientales en la zona durante los últimos 10 años.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Golfo de Batabanó se muestrearon un total de 22 estaciones en mayo del 2003 (Fig. 1), realizándose la colecta de agua en el nivel superficial, mediante botellas Nansen de 10 L, para los análisis fitoplanctónicos, microbiológicos y químicos.

Para la determinación de la concentración total de células de fitoplancton, así como de los grupos fundamentales, se tomó un litro de agua de mar y se fijaron con lugol ácido y procesadas según el método de Usachev (1961) modificado por Popowski y Borrero (1989). Los conteos se realizaron por triplicado en bandas aleatorias empleando un microscopio biológico Zeiss con aumento de 400 X.

La producción primaria y la respiración de las fracciones del fitoplancton $< 10 \mu\text{m}$, $< 20 \mu\text{m}$ y $< 133 \mu\text{m}$ se determinó en 14 estaciones utilizando el método de las botellas claras y oscuras (Gaarder y Gran, 1927) empleando un oxímetro digital YSI 85. El fraccionamiento de las muestras se realizó mediante el filtrado de tres replicas, a través de mallas de 10, 20 y 133 μm y se incubaron en frascos de vidrio con tapa esmerilada de 250 mL de capacidad. Para medir la respiración, los frascos fueron forrados con papel de aluminio para lograr total oscuridad. La incubación se realizó *in situ* en el nivel superficial durante 6-8 h, utilizando la luz solar (entre las 9:00 hasta las 17:00 h) y se calculó la relación Pp/R para evaluar

el estado trófico del ecosistema (Areces y Toledo, 1985).

La intensidad de la mineralización aerobia (DMO) se calculó a partir del oxígeno consumido en muestras de agua incubadas en la oscuridad durante 8 horas a temperatura ambiente (27-28°C) según Romanenko y Kuznetsov (1981). El oxígeno disuelto se determinó por la técnica de Winckler (Strickland y Pearson, 1972). Los cálculos se realizaron teniendo en cuenta que la respiración debida al bacterioplancton representa el 60% del total del gasto de oxígeno determinado en la destrucción de la materia orgánica en 24 horas (Vinberg y Shilo, 1979; Sorokin, 1980).

Los parámetros químicos que se determinaron fueron: oxígeno disuelto (OD), nitrógeno como ión amonio (NH_4) y fósforo como fosfato (PO_4) según UNESCO (1983), el pH, la demanda bioquímica (DBO_5) y química de oxígeno (DQO) por APHA (1992), el nitrógeno como ion nitrato (NO_3 , Kempers y Van-der-Velde, 1992) así como, el nitrógeno y fósforo total (NTy PT, FAO, 1975). Se calculó el porcentaje de saturación de oxígeno (APHA, 1992). Los parámetros físicos que se determinaron fueron temperatura mediante un termómetro de inversión y la salinidad con un conductímetro (0 - 70ups).

El análisis de los datos se llevó a cabo utilizando los programas STATISTIC versión 5.5 y EXCEL versión 2002. Los índices de calidad aplicados fueron los propuestos por Martínez Canals et al. (2004) para las especialidades de química y fitoplancton de acuerdo a partir de las bases de datos históricas para el Golfo de Batabanó.

RESULTADOS

La composición cualitativa de la comunidad fitoplanctónica estuvo representada por 46 géneros y 63 especies de microalgas, distribuidos en cinco grupos taxonómicos pertenecientes a Diatomeas, Dinoflagelados, Cyanobacterias, Clorofíceas y Flagelados.

Con relación a la distribución cuantitativa se observó que los valores de la concentración celular de la comunidad fitoplanctónica variaron entre 178 cél.mL^{-1} y 2174 cél.mL^{-1} , con una mediana de 821 cél.mL^{-1} correspondiente, en general, con aguas mesotróficas (Fig. 2). La estación cercana a Surgidero de Batabanó (EM1) se distingue del resto por alcanzar la concentración celular más elevada con 2174 cél.mL^{-1} , característica de aguas meso-

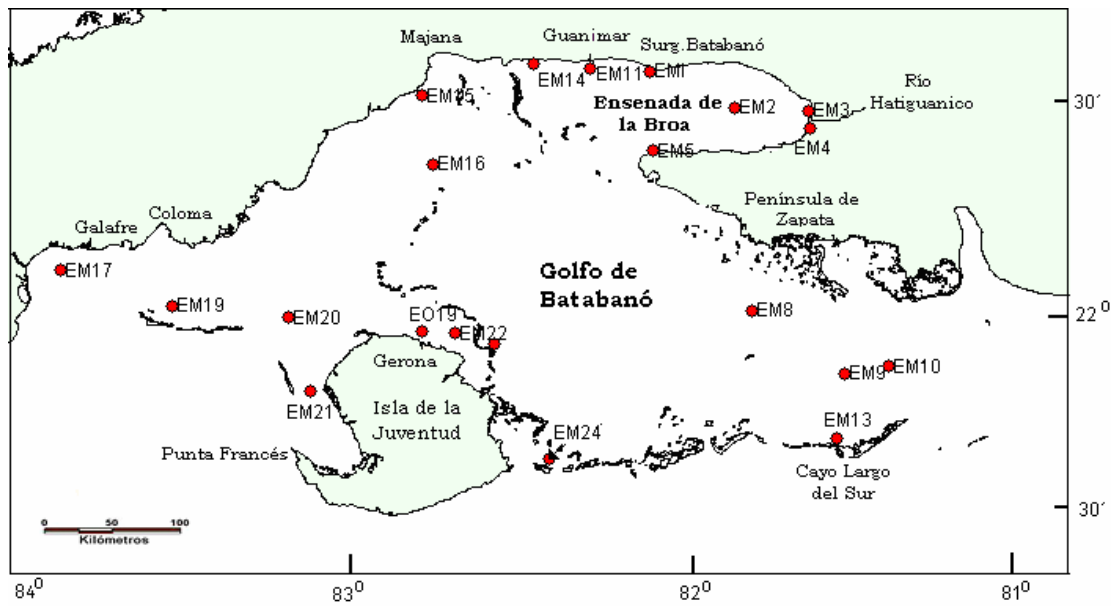


Fig. 1. Ubicación de las estaciones de muestreo en el Golfo de Batabanó, SW de Cuba.

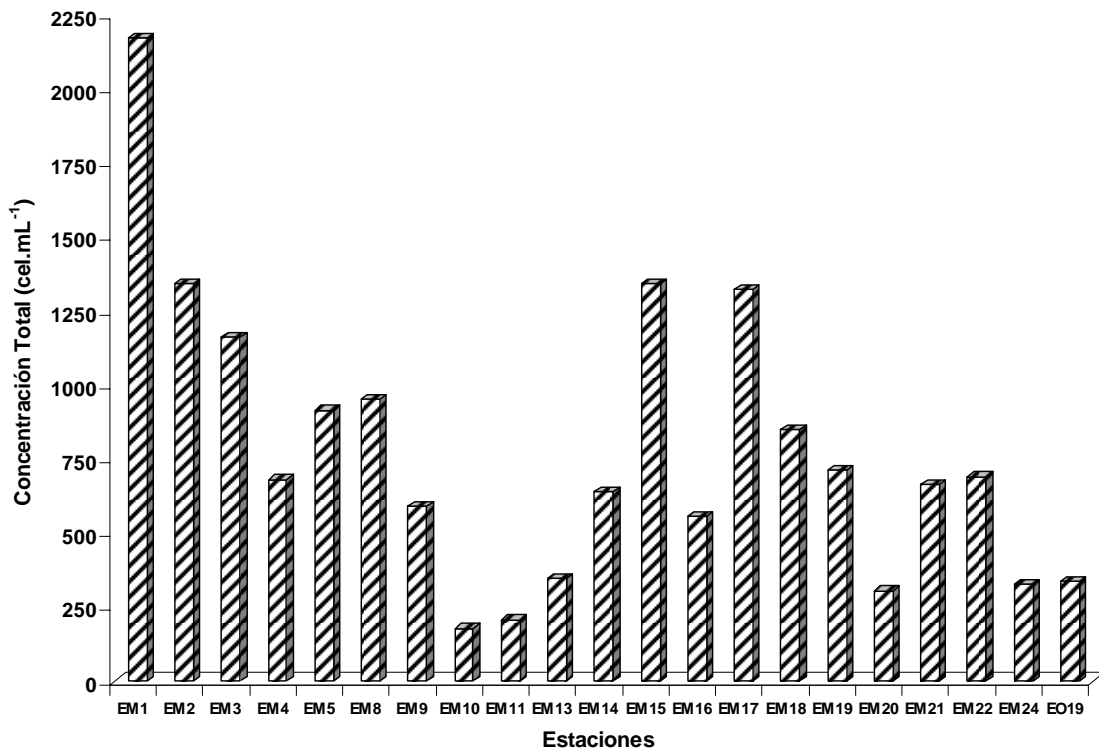


Fig. 2 Valores de concentración celular de fitoplancton (cél.mL⁻¹) en las estaciones del Golfo de Batabanó (mayo 2003).

eutróficas (Tabla 1). En orden decreciente se encuentran las estaciones de la Ensenada de la Broa (EM2 y EM3) y las de la parte costera entre Majana (EM15) y Galafre (EM17) que presentaron valores similares (1161 y 1341 cél.mL⁻¹, respectivamente). Por su parte, en la zona E del Golfo (EM10, EM11 y EM13) y la central (EM24) se encontraron bajos niveles de riqueza, o sea de composición específica.

Tabla 1. Índice fitoplanctónico para evaluar el estado trófico de las aguas en base a los datos históricos del Golfo de Batabanó (Martínez y col., 2004).

Conc. fitoplancton (cél.mL ⁻¹)	Significado trófico
< 80	oligotrófico
80.1 - 350	oligotrófico/mesotrófico
350.1 - 1500	mesotrófico
1500.1 - 3120	Mesotrófico/eutrófico
> 3120	eutrófico
N*= 300	

* N = cantidad de datos

De los grupos de microalgas encontrados, los Flagelados fueron los que más contribuyeron al fitoplancton total (50%). Por su parte, las Diatomeas estuvieron representadas en un 20%, siendo superadas en algunas estaciones por el grupo de las Cyanobacterias (30%) (Fig. 3).

El mayor porcentaje de Cyanobacterias se encontró en zonas costeras cercanas a las áreas que reciben impacto de residuales orgánicos e inorgánicos (Figs. 3 y 4), como son el Surgidero de Batabanó (EM1), Majana (EM15) y desembocadura del río Hatiguanico (EM3). En estas estaciones se encontraron elevados niveles de NH₄ y de PO₄ que variaron entre 3.16 y 5.44 μM y entre 0.2 y 0.5 μM, respectivamente, característicos de aguas mesotróficas con tendencia a la eutrofización (Tabla 2). Por otra parte, la DBO₅ y DQO, también mostraron valores elevados lo que indican aguas contaminadas por materia orgánica de naturaleza fácilmente biodegradable procedentes, fundamentalmente, de los ríos que llegan a la zona y las fuentes contaminantes puntuales (Fig. 4).

Los valores de la relación Pp/R no mostraron una regularidad en el comportamiento de las fracciones

evaluadas, ya que en algunas estaciones la fracción menor de 20 μm fue la que determinó los procesos de síntesis conjuntamente con la fracción < 133 μm, aunque en general, ésta última fue la más productiva (60 % del total de estaciones) (Fig. 5). Es de destacar, que en las estaciones EM8 y EM9 ubicadas al E del Golfo, en la estación costera cercana a playa Guanimar (EM11), así como en las del W y E de la Isla de la Juventud (EM21 y EM22, respectivamente), se obtuvieron valores de la relación menores de 1 para las tres fracciones analizadas.

Con relación a la tasa de mineralización aerobia de la materia orgánica (DMO) se encontró que los valores variaron entre 9.0 y 370.0 mgC.m³.d⁻², con una mediana para todo el Golfo de 130.0 mgC.m³.d⁻² (Fig. 6). Los mayores valores de DMO se encontraron en las estaciones EM17, EM19, EM20 y EM21 ubicadas en el extremo occidental del Golfo, en la EM14 (sur Guanimar) y EM15 (sur Majana) y en el extremo sur de la Ensenada de la Broa (EM5). Es de señalar que el 64% de las estaciones evaluadas en mayo del 2003 presentaron valores menores que 130.0 mgC.m³.d⁻².

En el análisis de cluster se pueden distinguir tres grupos, determinados por las características ambientales de las estaciones de acuerdo a los indicadores químicos y biológicos evaluados (Fig. 7). La estación EM1, ubicada en el Surgidero de Batabanó, representa el primer grupo y se distingue por presentar una mayor distancia de unión con el resto de los grupos. Este comportamiento de la EM1 pudiera estar determinado por las mayores concentraciones fitoplanctónicas que la caracterizan. El grupo 2 está formado por el conjunto de estaciones de la Ensenada de la Broa y la zona costera hasta Galafre y el grupo 3 incluye, en general, las restantes estaciones al sur del Golfo y alrededor de la Isla de la Juventud (Fig. 7).

DISCUSION

El análisis de la estructura comunitaria del fitoplancton constituye una herramienta importante en los estudios de calidad de las aguas marino costeras, dada su rápida capacidad de respuesta ante perturbaciones naturales y/o antrópicas (De la Lanza, 2002).

En este estudio, el grupo de las Cyanobacterias mostró un mayor aporte en las zonas de gran afluencia de fuentes contaminantes. Este comportamiento confirma lo informado por Loza y

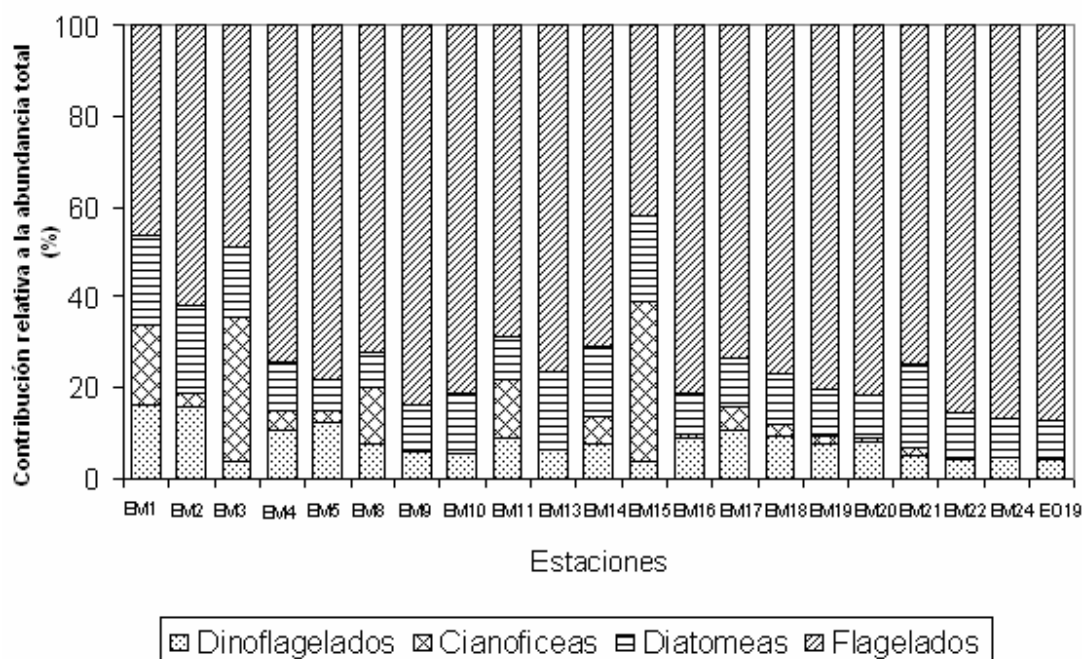


Fig. 3. Aporte a la concentración celular de los diferentes grupos del fitoplancton (mayo 2003).

Tabla 2. Índice de calidad de las variables químicas en agua en base a los datos históricos del Golfo de Batabanó (Martínez y col., 2004).

Índice	Calidad	NO ₃ +NO ₂ (µM)	NH ₄ (µM)	Nt (µM)	PO ₄ (µM)	Pt (µM)	SiO ₃ (µM)
1	oligotrófica	0.05-1.13	0.10-2.08	2.72-45.42	0.03- 0.20	0.16- 0.79	1.22-5.62
2	mesotrófica	1.14-1.65	2.09-3.35	45.43-68.02	0.21- 0.29	0.80- 1.56	5.63-11.95
3	eutrófica	1.66-42.36	3.36- 38.46	68.03- 157.04	0.30- 2.64	1.57- 7.21	11.96- 48.26
	N*	146	146	151	171	145	134

* N = cantidad de datos

col. (2003) con respecto al aumento en la contribución del grupo de las Cyanobacterias en las aguas del Golfo de Batabanó en los últimos años, donde se ha encontrado una relación con las elevadas concentraciones de NH₄ y PO₄, así como con la disponibilidad de materia orgánica de acuerdo a los altos contenidos de la DBO₅ y DQO. Lo anterior contrasta con lo informado por diferentes autores (Suárez-Caabró, 1966, López-Baluja y Vinogradova, 1974, Delgado y Nodar, 1983, Popowski y Borrero, 1992); quienes reportaron para el Golfo de Batabanó una estructura típica de aguas costeras con un

predominio de los grupos de Diatomeas y Flagelados y una escasa representación de las Cyanobacterias.

Si tenemos en cuenta que la estructura de la comunidad fitoplanctónica ha variado en los últimos 10 años, los resultados obtenidos en el 2003 pudieran considerarse una alerta de la ocurrencia de procesos de contaminación y/o estrés ambiental en las aguas del Golfo de Batabanó. Según Schiewer (1990) y (Thacke y Paul, 1999) el desarrollo de las Cyanobacterias se favorece por la influencia de las elevadas

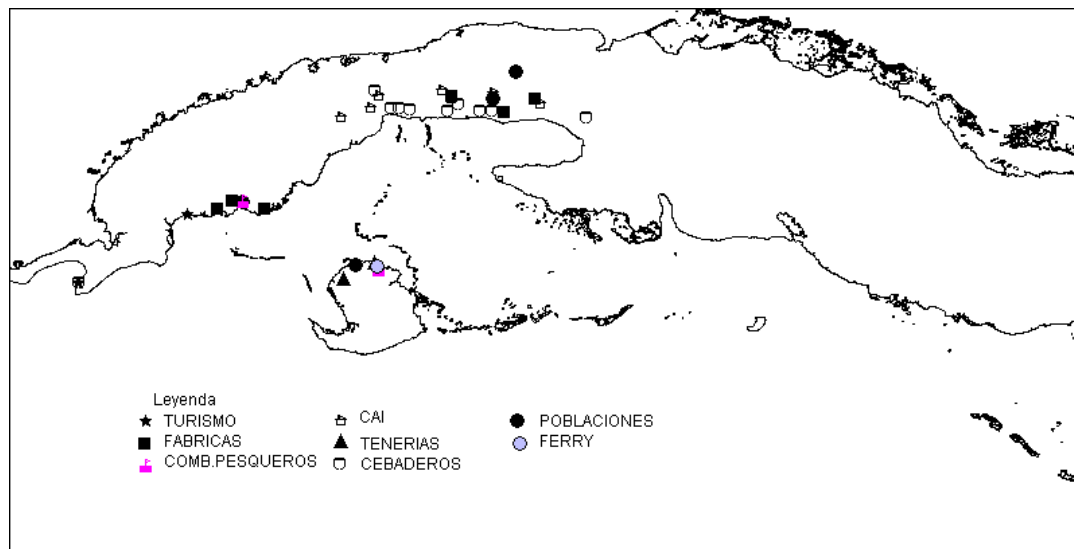


Fig. 4. Principales fuentes contaminantes que vierten al Golfo de Batabanó. Tomado del centro de Inspección y Gestión ambiental (CIGEA, 2002)

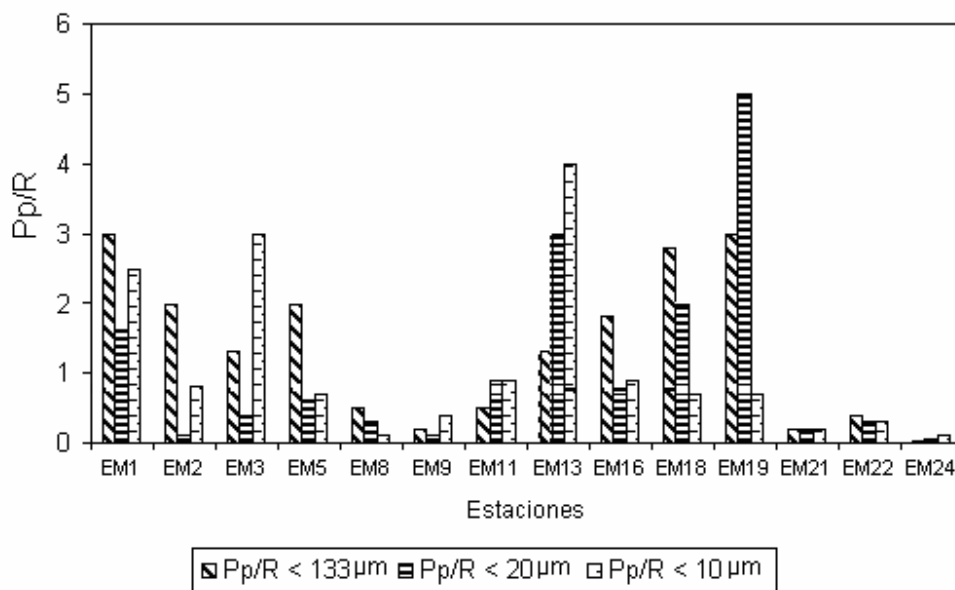


Fig. 5. Comportamiento de la relación producción primaria/ respiración (Pp/R) de las diferentes fracciones del fitoplancton (mayo 2003).

temperaturas y las altas concentraciones de amonio y fosfatos y la abundancia de este grupo puede ser el resultado de la combinación de un enriquecimiento de nutrientes asociado con procesos de eutrofización, por lo que constituye un

indicador de elevada disponibilidad de nutrientes en el medio.

No obstante, a pesar de los cambios en la estructura de la comunidad fitoplanctónica encontrados en los últimos años en el Golfo de

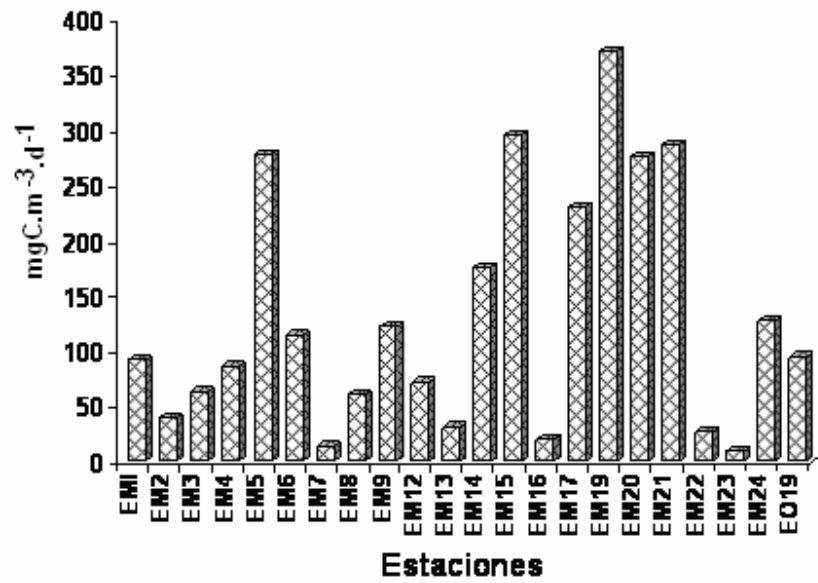


Fig. 6. Tasa de mineralización aerobia de la materia orgánica en las aguas del Golfo de Batabanó (mayo2003).

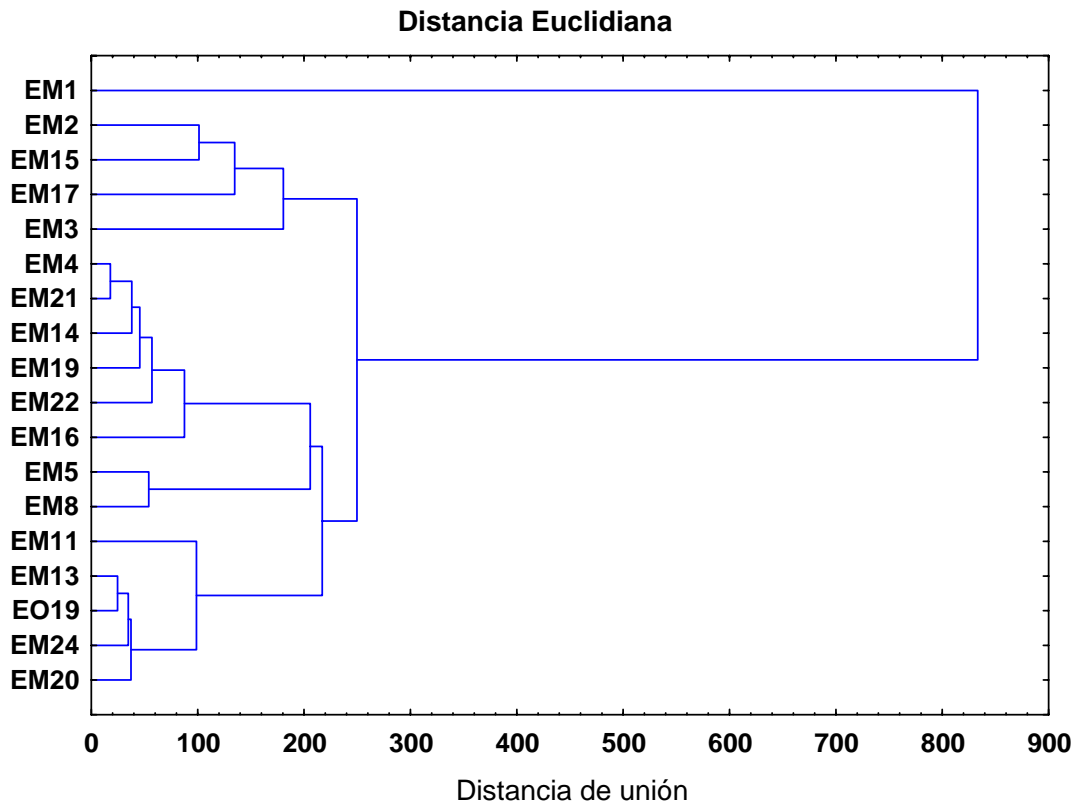


Fig. 7. Agrupamientos de las estaciones del Golfo de Batabanó de acuerdo a los indicadores químicos y biológicos evaluados.

Batabanó, las áreas de mayor o menor abundancia celular se mantienen en el tiempo y coinciden con lo informado por López-Baluja (1977), Popowski y Borrero (1989), Espinosa y col. (1999) y Loza y col. (2003).

Los menores valores de abundancia fitoplanctónica obtenidos en la porción E del Golfo con una tendencia al incremento hacia el occidente parecen estar relacionados con el sistema de corrientes que ocurre en dirección de E a W (Emilsson y Tápanes, 1971, Blázquez y Romeu, 1982 y Arriaza y col., 2006), donde las aguas oceánicas oligotróficas (pobres en nutrientes y fitoplancton) al penetrar por la parte E de la plataforma se van enriqueciendo en la medida que se transportan hacia la zona occidental.

El hecho que se encontrara un predominio de los procesos de síntesis de la materia orgánica por parte de la fracción $< 133 \mu\text{m}$ indica que los elevados niveles de nutrientes de las zonas costeras del Golfo favorecen el desarrollo de las tallas mayores del fitoplancton. Gast (1998) informa que las tallas mayores del fitoplancton se favorecen con los altos niveles de nutrientes característicos de las zonas costeras, lo que se confirma con el predominio de la fracción de fitoplancton $< 133 \mu\text{m}$ en los procesos de síntesis de la materia orgánica en las aguas de la plataforma SW de Cuba. Por el contrario, en zonas abiertas donde no existe una adecuada disponibilidad de nitrógeno y fósforo, las tasas de crecimiento del fitoplancton mayor son bajas (Harris, 1986), siendo las fracciones más pequeñas las que muestran un crecimiento más rápido ante pequeños incrementos de nutrientes (Jiao y Wang, 1993).

Las aguas de esta plataforma ricas en materia orgánica estimulan el desarrollo de los Flagelados, al favorecer las formas de nutrición mixotróficas y heterotróficas presentes en estos organismos (Stockner, 1988, Potapova, 1993 y Caron, 2000). La relación Pp/R, empleada como índice del estado trófico del ecosistema, evidencia que existen zonas en el Golfo donde predomina un comportamiento heterotrófico con un incremento de los procesos de respiración sobre los de producción por parte de los componentes del sistema. Según Vinberg (1979) valores de la relación Pp/R < 1 indican la ocurrencia de procesos de contaminación de naturaleza orgánica, donde las componentes heterotróficas del plancton juegan un papel dominante en los procesos de mineralización de la materia orgánica (Potapova, 1993).

Los bajos valores de la DMO obtenidos sugieren que, o bien los procesos de degradación de la materia orgánica que predominan son de naturaleza anaerobia (que no fueron medidos), o que la entrada de materia orgánica al sistema es mayor que la capacidad de depuración de los microorganismos que habitan en esas zonas. Tal es el caso de los resultados al S de la Ciénaga de Zapata donde se obtuvo uno de los valores más bajos de DMO, lo que pudiera estar relacionado con los altos niveles de elementos biogénicos asociados al escurrimiento superficial y subterráneo de las aguas en esta zona (Lluis-Riera, 1983).

No obstante, la mediana de los valores de DMO obtenidos para todo el Golfo en el 2003 fue similar con respecto a la mediana histórica (1983-2000), con excepción de mayo de 1998 y agosto de 1999, donde los elevados valores (casi 4 veces mayor) guardaron relación con eventos meteorológicos extremos (fuertes lluvias y elevación de la temperatura superficial del mar) que se produjeron en esos años (Miravet, 2003). Por lo anterior podemos plantear que existe una regularidad en el comportamiento de este indicador en el tiempo y que las estaciones donde se obtuvo bajos valores de DMO (aerobia) coinciden, en general, con zonas donde los indicadores químicos y fitoplanctónicos reflejan condiciones típicas de zonas impactadas. Así por ejemplo, en la estación EM22 los niveles de NH_4 , DQO fueron elevados y la relación Pp/R < 1 .

Los agrupamientos obtenidos guardan relación con las estaciones que se caracterizan por presentar un importante aporte del grupo de las Cyanobacterias a la estructura de la comunidad, así como los valores más elevados de NH_4 , PO_4 y materia orgánica (DBO_5 y DQO) y reflejan las zonas del Golfo de Batabanó que se distinguen por presentar un mayor estrés ambiental determinado por el impacto de las numerosas fuentes contaminantes existente, fundamentalmente, en la zona costera desde la Ensenada de la Broa hasta Galafre.

CONCLUSIONES

1. La comunidad fitoplanctónica mostró un predominio del grupo de los Flagelados, y se evidenció un mayor aporte de las Cyanobacterias con respecto a años anteriores en zonas con elevados niveles de amonio y fosfato.
2. En general, en las zonas del Golfo de Batabanó que presentan condiciones de contaminación orgánica, predominaron los

procesos de mineralización de la materia orgánica sobre los de producción primaria con valores bajos de concentración fitoplanctónica.

3. A partir de los indicadores químicos y biológicos analizados en mayo del 2003, la calidad de las aguas del Golfo de Batabanó mostraron mayor afectación en el litoral N, en la Ensenada de la Broa, SW de Galafre y al NE de la Isla de la Juventud, las que presentaron condiciones mesotróficas con tendencia a la eutrofización.

REFERENCIAS

- Areces, A. y L. Toledo (1985): Características tróficas de la Bahía de la Habana durante el periodo de seca. *Rep. Inv.* No.40: 1-32.
- Arriaza, L., D.E. Milian, L. Rodas, J. Simanca (2006a): A basis for Environmental Monitoring in the Gulf of Batabanó applying hydrodynamic simulations, Contribution to the Education and Environmental Protection, Vol. 7, 10 pp.
- Blázquez, L. y E. Romeu (1982): Contribución al estudio de la circulación general en el Golfo de Batabanó. Cuba, Instituto de Oceanología, *Rep. Inv.* No.1, 33 pp.
- Caron, D.A. (2000): Symbiosis and mixotrophy among pelagic micro organisms. Chapter 16. *En: Microbial Ecology of the Oceans* (D.L. Kirchman, ed), Wiley-Liss, New York, 542 pp.
- CIGEA (2002): Inventario de fuentes contaminantes de Cuba. Soporte magnético.
- De la Lanza, G., S. Hernández y J.L. Carvajal (2000): *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores)*. Ed: Plaza y Valdés, S.A. de C.V., 458 pp.
- Delgado, G. y M. Nodar (1983): Variaciones estacionales del fitoplancton en la ensenada de la Broa en los años 1979-1981. *Rev. Cub. Invest. Pesq.* 7(4):1-12.
- Emilsson, I. y J.J. Tápanes (1971): Contribución a la hidrología de la plataforma suroccidental de Cuba. Acad. Cienc. Cuba, *Serie Oceanológica* 9: 1-31.
- Espinosa, J., R. Claro, E. Perigó, J. Montalvo, I. Penié, I. García, M. Martínez, E. Tristá, R. Guerra, M. E. Chávez, K. Hernández, S. Loza, M. E. Miravet, M. Lugioyo, B. Martínez y K. Cantelar (1999): Diagnóstico de las alteraciones ambientales de la costa y los ecosistemas marinos aledaños a la Cuenca Sur de La Habana. *Simposio Internacional de Manejo de Zonas Costeras*, La Habana, Cuba.
- FAO (1975): Manual of Methods in Aquatic Environmental Research part-1. Methods for detection and monitoring of water pollution. *FAO Fish. Tech. Paper.* 137, 237pp.
- Gaarder, T. y H.H. Gran (1927): Investigations of the production of plankton in the Oslo Fjord. *Rapp. Et Proc.-Verb., Cons. Internatl. Explor. Mere* 42: 1-48.
- Gast, G.J. (1998): Microbial Densities and Dynamics in Fringing Coral Reef Waters. PhD Thesis, Univ. of Amsterdam, The Netherlands, 123 pp.
- González-Serrano, R. (1984): Variaciones estacionales de los nutrientes y de la producción primaria en la Ensenada de la Broa. Cuba, Ministerio de la Industria Pesquera, *II Jornada Científico-técnico*, Resúmenes.
- Harris G.P. (1986): *Phytoplankton Ecology: Structure, function and fluctuations*. London. U.K., 384 pp.
- Jiao, N. y R. Wang (1993): Ammonium uptake and regeneration fluyes of the microplankton assemblages in the Jiaozhou Bay. *Oceanol. Limnol. Sin. Haiyang. Yu. Gusano.* 24 (3): 217-225.
- Kempers, A. J. y G. Van-der-Velde (1992): Determination of nitrate in eutrophic coastal seawater by reduction to nitrite with hydrazine. *Int. J. Environ. Anal.Chem.* 47(1): 1-6.
- López- Baluja, L. (1978a): Lista de especies de algas fitoplanctónicas determinadas en el Golfo de Batabanó. Cuba, Archivo Científico del Instituto de Oceanología, MS.
- López-Baluja, L. (1978b): Variaciones estacionales del fitoplancton en el Golfo de Batabanó. Cuba, Archivo Científico del Instituto de Oceanología, MS.
- López-Baluja, L. y L. A. Vinogradova (1977): Distribución del fitoplancton de la plataforma suroccidental de Cuba. Cuba, Archivo Científico del Instituto de Oceanología, MS.
- Loza, S., K. Barrios, M.E. Miravet, M. Lugioyo, E. Perigó y M. Sánchez (2003): Respuesta del

- Fitoplancton ante el estrés ambiental en los ecosistemas arrecifales. Protección del Hombre y la Naturaleza. Cátedra de Educación Ambiental. Vol. VIII. Soporte Magnético: 21-24 pp.
- Lluis-Riera M. (1983): Régimen hidrológico de la plataforma insular de Cuba. *Cien. de la Tierra y el Espacio*, 7: 81-110.
- Martínez-Canals, M., J. Montalvo, M.E. Miravet, M. Lugioyo, S. Loza, y R. Pérez (2004): Evaluación de las zonas de impacto antrópico del Golfo de Batabanó. Inf.Final. Cuba, Archivo Científico del Instituto de Oceanología, MS.
- Miravet, M.E. (2003): Abundancia, actividad y diversidad de bacterias heterótrofas en el Golfo de Batabanó y su uso como indicadores ambientales. Cuba, Universidad de La Habana, *Tesis Doctoral*, 163 pp.
- Popowski G. y N. Borrero (1989): Utilización de fijadores en la conservación de flagelados y su influencia en la determinación de la concentración de fitoplancton en el Golfo de Batabanó, Cuba. *Rep. Invest. Inst. Oceanol.* 1-14.
- Popowski, G., A. Campos y N. Borrero (1992): Contenido de la materia orgánica en suspensión en las aguas del Golfo de Batabanó. Cuba, Archivo Científico del Instituto de Oceanología, MS.
- Potapova, N.A. (1993): Destruction of organic matter in different size fractions of plankton in lower Dniester and Deniester liman. *Gidrobiol. Zh. Hydrobiol. J.* 29(2):12-22.
- Romanenko, V.I. y C. Kuznetsov (1981): *Ecología de los microorganismos de aguas interiores*. Ed. Nauka, Leningrado, 189 pp.
- Schiewer, U. (1990): Werner Schnese and the Development of Coastal Waters Ecology in Rostock, GDR. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* (74):1-13.
- Sorokin, Y.I. (1980): Microheterotrophic organisms in marine ecosystems. *En: Analysis of Marine Ecosystems*, Ed. Acad. Press, New York, pp: 293-342.
- Stockner, J.G. (1988): Phototrophic picoplankton: an overview from marine and freshwater ecosystems. *Limnol and Oceanog.* 33(4): 231-242.
- Strickland, J.D.H. y T.R. Parsons (1972): *A practical handbook of seawater analysis*. Fisheries Research Board of Canada. Ottawa 4, Ontario, Canada. 311 pp.
- Suárez-Caabró, J.A. (1966): Dissolved organic matter as a potential source of nutrients for marine organisms. *Amer. Zool.* 8:95-106.
- Thacke, R.W. y V.J. Paul (1999): *Are benthic cyanobacteria indicators of nutrient enrichment?* International Conference on Scientific Aspects of Coral Reef Assessment, Monitoring and Restoration, Florida.
- Tristá, E. (2003): *Evaluación de los procesos de erosión en las playas interiores de Cuba*. Cuba, Universidad de la Habana, Facultad de Geografía, Tesis doctoral, 250 pp.
- UNESCO (1983): Chemical methods for use in marine environment monitoring. Manuals and guides No. 12, 53 pp.
- Usachev, P.I. (1961): Metodología cuantitativa para la recolección y elaboración del fitoplancton. *Trudi Soc. Hidrobiol.* (en ruso), 11: 411 - 415.
- Vinberg, T. y M. Shilo, (1979): Microbial Respiration. *Usp. Souram. Biol.* 21: 401-413.

Aceptado: 12 de febrero de 2007