

Eusebio Perigó Arnaud, José Francisco Montalvo Estévez, M. Martínez - Canals, Orlando Ramírez Etout,
Gerardo Suárez Álvarez, Jacqueline Simanca Cárdenas, Aída Margarita Perigó Hernández, Carlos Martínez
Ballón, Dulce María Pérez Sayas

Presiones Antropogenicas y su relación con la Calidad Ambiental de la Ecoregion del Golfo de Batabanó.
Impactos Y Respuestas.

Revista CENIC. Ciencias Biológicas, vol. 36, 2005
Centro Nacional de Investigaciones Científicas
Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181220525073>



Revista CENIC. Ciencias Biológicas,
ISSN (Versión impresa): 0253-5688
editorial.cenic@cnic.edu.cu
Centro Nacional de Investigaciones Científicas
Cuba

¿Cómo citar?

Fascículo completo

Más información del artículo

Página de la revista

www.redalyc.org

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Presiones Antropogénicas y su relación con la Calidad Ambiental de la Ecoregion del Golfo de Batabanó. Impactos Y Respuestas.

Eusebio Perigó Arnaud¹, José Francisco Montalvo Estévez¹, M. Martínez – Canals¹, Orlando Ramírez Etout¹, Gerardo Suárez Álvarez³ Jacqueline Simanca Cárdenas¹, Aída Margarita Perigó Hernández², Carlos Martínez Ballón¹ y Dulce María Pérez Sayas¹

1) Instituto de Oceanología. Instituto de Oceanología. Calle 1era 18406, Reparto Flores, Playa, Ciudad Habana, Cuba. Teléfono 2718398. E-mail: ocean@oceano.inf.cu.

2) Centro de Investigaciones Marinas

3) .- Centro de investigaciones Pesqueras. 5ta. Ave. y 246. Barlovento. Jaimanitas. Playa, Ciudad de la Habana, Cuba. Teléfono: 2088638. E-mail: gerardo@cip.telemar.cu

RESUMEN: El Golfo de Batabanó se encuentra situado en la porción SW de la plataforma insular cubana. Su área es de 20850 km² con una profundidad media de 6m. Esta plataforma tiene el mayor peso económico en la industria pesquera de Cuba, aportando más de la mitad de la producción de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) y volúmenes considerables de peces y otras especies marinas de alto valor comercial como son el camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*), el camarón rosado (*Litopenaeus notialis*), cangrejo moro (*Menippe mercenaria*), la biajaiba (*Lutjanus sinagris*) y el caballero (*Lutjanus griseus*). Además, posee un elevado potencial como zona de cría natural de camarón en la Ensenada de la Broa, el cual disminuyó sus poblaciones en forma drástica debido a su sobre explotación en 1950, y por la misma causa en la década de los años 80. En los últimos años se ha comenzado a desarrollar el turismo con la explotación de algunos sitios como María La Gorda, Cayo Largo del Sur y Punta Francés. La ecorregión del Golfo ha experimentado afectaciones en su calidad ambiental debido a presiones antropogénicas derivadas de las actividades industriales, agropecuarias y domésticas, y en los últimos tiempos las actividades turísticas. En este trabajo se presentan los balances de las cargas de las principales fuentes de contaminación y otras acciones antropogénicas como la tala de vegetación circundante, construcción de un dique costero, represamientos excesivos de ríos, dragado e inadecuado manejo de los recursos pesqueros. También se dan las concentraciones medias de las principales variables de estado químicas indicadoras de contaminación orgánica y del estado trófico a partir de 1973 hasta el 2003. Al mismo tiempo se indican los principales impactos ambientales y propuestas de medidas para el desarrollo sustentable de la ecorregión.

ABSTRACT: The Gulf of Batabanó is located in the portion SW of the Cuban insular shelf. Their area is of 20850 km² and a depth about 6m. This shelf has the biggest economic importance in the fishing industry of Cuba, contributing more than half of the production of the thorny lobster (*Panulirus argus*) and considerable volumes of fish and other marine species of high commercial value as they are the white shrimp (*Litopenaeus schmitti*), the rosy shrimp (*Litopenaeus notialis*), Moorish crab mercenary Menippe, biajaiba (*Lutjanus sinagris*) and caballero (*Lutjanus griseus*). Also, it possesses a high potential as area of natural breeding of shrimp in the La Broa Inlet, which diminished its populations drastically due to its over exploitation in 1950, and for the same cause in the decade of the years 80. In the last years it has been begun to develop their tourist potential with the exploitation of some places like María La Gorda, Cayo Largo del Sur y Punta Frances The ecoregion of the Gulf has experienced affectations in its environmental quality due to anthropogenic pressures derived of the industrial, agricultural and domestic activities, and in the last times to consequences of the tourist activities. In this work the balances of the loads of the main sources of contamination and other anthropogenic actions like the pruning of surrounding vegetations are presented, constructions of coastal dike, excessive dam of rivers, dredged and inadequate handling of the fishing resources. The concentrations average of the indicative chemical main state variables of organic contamination are also given and of the trofic state starting from 1973 to the 2003. Jointly the main environmental impacts and proposals of measures are indicated for the sustainable development of the ecoregion.

Palabras claves: Contaminación, calidad de agua, presiones ambientales, habitats, eutrofización.

Key word: Pollution, water quality, environmental pressures, habitats, eutrophication

INTRODUCCION

La ecorregión del Golfo de Batabanó es la plataforma del Archipiélago de Cuba que tiene el mayor peso económico en la industria pesquera del país y aporta más de la mitad de la producción de la langosta espinosa (*Panulirus argus*) así como considerables volúmenes de peces y otras especies marinas de alto valor comercial como son el camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*), el camarón rosado (*Litopenaeus notialis*), cangrejo moro *Menippe mercenaria*, la bíaiba *Lutjanus sinagris* y el caballero (*Lutjanus griseus*). Además, tiene un alto potencial como zona de cría natural de camarón en la Ensenada de la Broa, la cual disminuyó sus poblaciones en forma drástica debido a su sobre explotación en 1950 (Perigó *et al*, 2000)¹, y por la misma causa en la década de los años 80. En los últimos años se ha comenzado a desarrollar el turismo con la explotación de algunos sitios como María La Gorda, Cayo Largo del Sur y Punta Francés. La ecorregión del Golfo ha experimentado afectaciones en su calidad ambiental debido a presiones antropogénicas derivadas de las actividades industriales, agropecuarias y domésticas, y en los últimos tiempos se suman las actividades turísticas.

En este trabajo se presentan las fuentes de contaminación y otras acciones antropogénicas como la tala de vegetación circundante, la construcción de un dique costero, el represamiento excesivo de los ríos, y el dragado e inadecuado manejo de los recursos pesqueros. Además se dan las concentraciones medias de las principales variables de estado química indicadores de contaminación orgánica y del estado trófico a partir de 1973 hasta el 2003. También se indican los principales impactos ambientales y se proponen medidas para el desarrollo sustentable de la ecorregión.

Descripción del área de estudio y principales fuentes de contaminación

El Golfo de Batabanó es la mayor área emergida de la plataforma del Archipiélago Cubano. La misma tiene un área de unos 20870 Km.² y una anchura entre 90 y 140 Km. (Claro *et al*, 2001)²

La profundidad del Golfo fluctúa desde unos pocos centímetros, cerca de los cayos y bajíos, hasta 15 m en los canales, aunque las profundidades predominantes son de 3 – 6 metros y la media de 6 m. La zona está bordeada por 672 islas, cayos y cayuelos que forman el grupo insular del Archipiélago de Los Canarreos el cual incluye la Isla de la Juventud, que lo separa del mar Caribe.

Esta eco región en los últimos años ha experimentado un notable desarrollo de las actividades turísticas, sobre todo en el Archipiélago de los Canarreos donde ya existen importantes instalaciones ubicadas en Cayo Largo del Sur.

Los hábitats del Golfo son altamente vulnerables a las acciones antrópicas como consecuencia del vertimiento de residuales industriales, agropecuarios y domésticos (Fig. 1), estos han aumentado los flujos de los compuestos de carbono, nitrógeno y fósforo y sedimentos cuyo impacto se vincula con la alteración de la estructura y funcionamiento de las áreas litorales más someras del Golfo y de circulación limitada a consecuencia de la disminución de la penetración de la luz con la estimulación del epifitismo en los seibadales (Alcolado *et al*, 1990)³ y la estimulación del crecimiento de algas filamentosas en los arrecifes coralinos, todo esto ha influido en la disminución del potencial de la biomasa de las especies de mayor valor comercial y de los organismos que le sirven de sustento. Por otra parte se reportan alteraciones en la cobertura de los manglares por tala de los mismos y represamiento de los ríos que desembocan en el Golfo. Además las construcciones de obras costeras como diques en el litoral entre Mayabeque y Majana con el objetivo de retener agua dulce para las actividades agrícolas, obras que se relacionan con la alteraciones y erosión de las áreas de playas y de los hábitats más vulnerables del Golfo.

Entre los mayores focos de contaminación del Golfo se encontraban 6 centrales azucareros ubicados al sur de las provincias de Pinar del Río y La Habana, una destilería y numerosos cebaderos porcinos y de ganado mayor y granjas avícolas, además de los originados por la población de las ciudades y asentamientos humanos. Otros impactos ambientales que afectan zonas del Golfo se relacionan con la roturación de las tierras para el cultivo, el regadío, la fertilización y el empleo de plaguicidas. Estos procesos liberan al medio grandes cantidades de compuestos tóxicos y considerables volúmenes de tierra, los cuales provocan entre otros, la erosión y retroceso de la línea de costa, la introducción al medio marino de contaminantes así como, el aumento de los sólidos en suspensión en el agua de mar afectando la penetración de la luz.

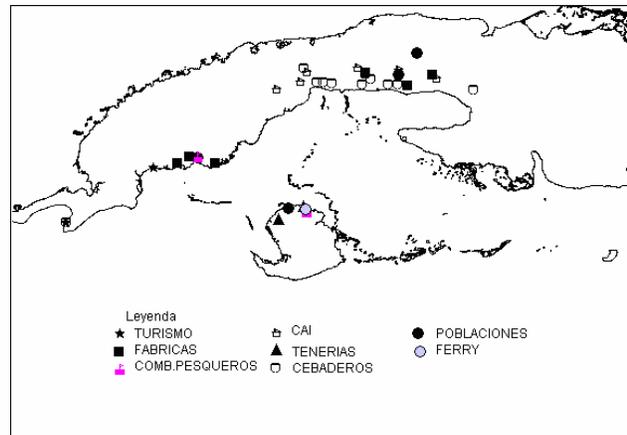


Figura 1 Área de estudio y principales focos de contaminación del Golfo de Batabanó.

Las construcciones de presas, diques costeros, edificaciones cercanas a la línea de costa y obras de dragado son otros de los impactos negativos que se vinculan con la degradación de las áreas litorales del Golfo, sin dejar de mencionar las prácticas negativas relacionadas con el uso de artes de pesca inadecuados y sobreexplotación de recursos pesqueros que en los años 80 diezmaron las poblaciones de camarones en la Ensenada de la Broa (Armando Pérez, comunicación personal).

Característica químico físicas de las aguas del Golfo de Batabanó

Entre 1973 al 2003 se desarrollaron campañas de muestreos para las variables físicas, químicas, biológicas e indicadores del estado higiénico sanitario del Golfo (Basu *et al*, 1975⁴, 1975⁵, Martínez – Canals *et al*, 2004⁶). Los parámetros químicos evaluados en la fase acuosa son aquellos representativos de la concentración de la materia orgánica tales son el oxígeno disuelto (OD), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y la demanda química de oxígeno (DQO) y otros parámetros relacionados con el estado del estado trófico y la nutrificación como son los compuestos de los ciclos del nitrógeno y del fósforo, y silicato reactivo. En los sedimentos superficiales se estimaron los contenidos de carbón y nitrógeno orgánico, fósforo total y sulfuro de hidrógeno libre. Simultáneamente durante el desarrollo de las campañas se realizaron mediciones de variables físicas y otras que conforman los macrocomponentes del agua de mar como la salinidad, temperatura, transparencia, corrientes, mareas, dirección y velocidad del viento, granulometría, etc. Los valores mínimos, máximos y mayores frecuencias de parámetros químicos en el Golfo, se indican en la tabla 1.

Tabla –1. Valores mínimos, máximos y mayores frecuencias de parámetros químicos encontrados

| PARÁMETRO | Mínimo | Máximo | Clases con mayores frecuencias |
|-------------------------------------|--------|---------|--------------------------------|
| Oxígeno (mg/L) | 2,70 | 11,60 | 5,5 y 6,5 |
| DBO (mg/L) | 0,10 | 6,50 | 1,25 y 1,75 |
| DQO (mg/L) | 0,10 | 16,00 | 0,5 y 1,5 |
| Amonio (µM/L) | n. d. | 26,93 | 1,25 y 2,50 |
| Nitratos (µM/L) | n. d. | 42,00 | 0,1 y 0,25 |
| Nitrógeno total (µM/L) | 3,30 | 203,00 | 20,0 y 50,0 |
| Fósforo inorgánico (µM/L) | n. d. | 5,56 | 0,07 y 0,33 |
| Fósforo total (µM/L) | 0,10 | 8,97 | 0,50 y 0,87 |
| Carbón orgánico en sedimento (%) | 0,30 | 9,50 | 2,0 y 3,0 |
| Nitrógeno orgánico en sedimento (%) | 0,03 | 0,80 | 0,15 y 0,20 |
| Fósforo total en sedimento (µg/g) | 100,00 | 5900,00 | 500 y 900 |

Las concentraciones de OD en el Golfo generalmente se encuentran por encima del 100% de saturación con gradientes pocos pronunciados entre la superficie y fondo. Los valores menores se observan en áreas cercanas relacionadas con el vertimiento de residuales de las actividades antropogénicas y desembocaduras de corrientes de agua dulce y canales. No obstante se observan altos contenidos de OD en estas áreas enriquecidas con nutrientes por el fenómeno de la eutrofización donde la concentración de saturación de OD ha alcanzado valores hasta del 151%, valor reportado para la Ensenada de la Broa. Otros factores que inciden en la concentración del OD se relacionan con la fuerte aeración a que son sometidas las aguas superficiales del Golfo, producto del efecto del viento, así como en los meses de verano cuando por el aumento de la temperatura disminuye la concentración del oxígeno, lo cual se hace notable con los promedios menores de OD en los meses de julio de 1973 y agosto de 1974. Por lo regular este parámetro no se considera crítico para la salud de las comunidades que habitan el área de estudio (concentraciones de OD entre 4,0 y 5,0 O₂ mg/L se consideran normales en ambientes marinos, siendo crítico para la vida acuática un valor del OD inferior a 3.0 mg/l. (Lanza de la y Espino 1994).

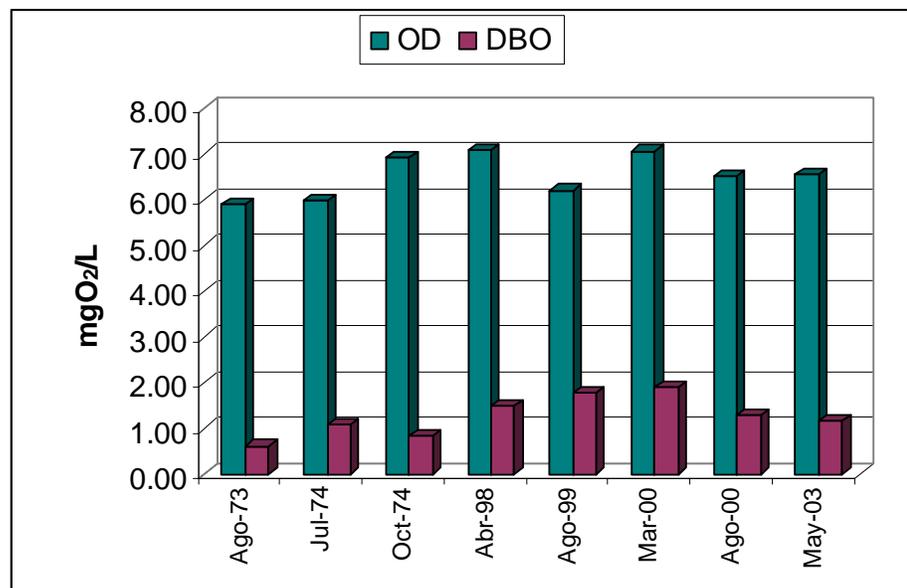


Figura 2. Valores promedio de el OD y la DBO entre 1973 y el 2003 en el Golfo de Batabanó

La materia orgánica de naturaleza biodegradable fue más abundante en los cruceros realizados en la época de lluvias derivada del aumento de los escurrimientos terrestre, con valores medios de DBO₅ característicos de agua marina de dudosa a mala calidad entre 1.0–2.0 mgO₂/L según los límites de la NC –25 de 1999⁷. Sin embargo como la concentración de saturación de OD supera el 100 % no existe la posibilidad de se creen condiciones anóxicas o de hipoxia. Regularmente la DQO muestra un patrón muy similar al de la DBO₅, ya que ambas variables dan un estimado del metabolismo o de los procesos fotosintéticos y la respiración del ecosistema. En todos los casos las mayores concentraciones de los indicadores de la materia orgánica se localizan próximas a la desembocadura de los ríos y emisores de fuentes contaminantes o se relacionan con la mayor producción primaria estimulada por la concentración de nutrientes. (Lanza y Cáceres, 1994)⁸

De los compuestos nitrogenados el amonio normalmente representa más del 50 % del nitrógeno presente en los ecosistemas costeros. Este nutriente es el principal compuesto que asimila el fitoplancton para la biosíntesis de proteínas y otros compuestos orgánicos nitrogenados (Riley y Chester, 1989⁹; Day *et al*, 1989¹⁰; Contreras, 1993¹¹). Sin embargo a concentraciones elevadas resultan ser altamente tóxicas para los peces y crustáceos.

Las mayores concentraciones de fósforo inorgánico reactivo y total, normalmente se ubican al igual que los compuestos nitrogenados, en la línea de costa. El fósforo en muchos casos es el factor limitante de la producción primaria y el principal causante del fenómeno de la eutrofización cuando se origina a partir de residuales de la industria pesquera, cárnica y láctea, además de presencia de fertilizantes y de las actividades domésticas. De acuerdo con la distribución del fósforo total (Fig.3) las mayores concentraciones se presentan en épocas de lluvia y existe una tendencia a su incremento con el tiempo.

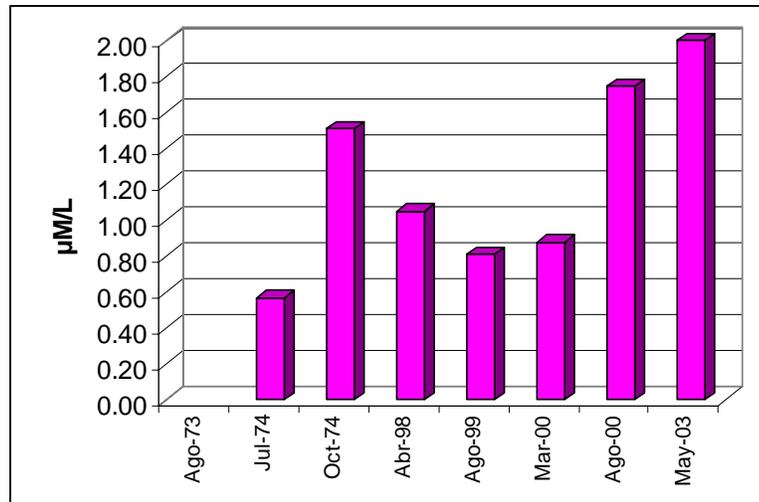


Fig. 3. Variabilidad de la concentración de fósforo total ($\mu\text{M P/L}$) en las campañas de muestreo entre 1973 al 2003

En los sedimentos del Golfo las áreas próximas a la desembocadura de los ríos presentan altas concentraciones de carbón, nitrógeno y fósforo, sobre todo en los sedimentos fangoso y de menor granulometría. Altas concentraciones de materia orgánica en los sedimentos le dan un carácter reductor con disminución del OD por los procesos de mineralización llevados por las bacterias heterótrofas del fondo lo cual crea una caída y se relacionan con la presencia de sulfuros, los cuales resultan ser altamente tóxicos para los organismos bentónicos. Sin embargo los compuestos del azufre juegan un rol importante en los procesos biogeoquímico que tienen lugar en los ecosistemas costeros de circulación limitada, en este caso el ion sulfuro es el responsable de la producción primaria de las bacterias fotosintetizadotes en fondos anóxicos donde penetra la luz.

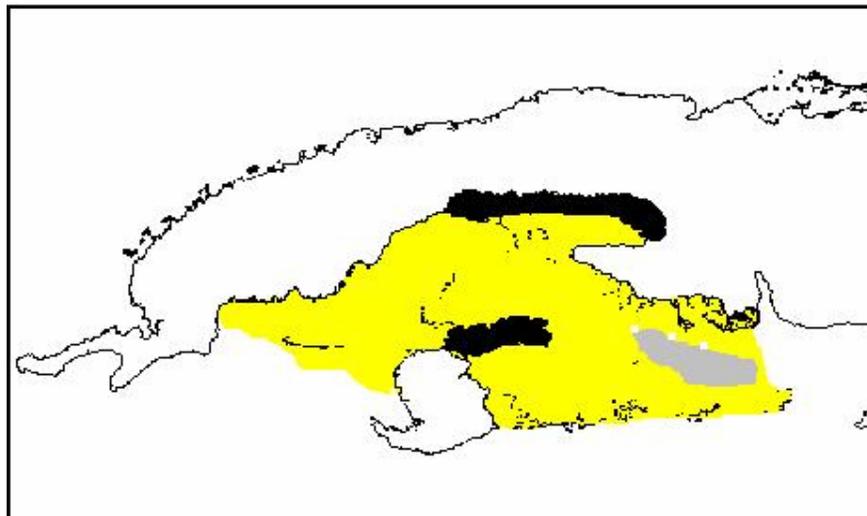


Fig. 4.- Áreas consideradas como críticas (negro), regular gris oscuro y de buena calidad (gris)

Respuestas a los impactos ambientales

Toda actividad de naturaleza antrópica o productiva en menor o mayor grado tiene un impacto ambiental sobre los ecosistemas marinos, con las consiguientes consecuencias adversas en la calidad del agua que a la larga afectan a los organismos que habitan en dichas aguas costeras y por consiguiente afectan a la economía y la sociedad en general. El aumento constante de la población está en relación directa con el incremento de los flujos de materiales como sedimentos y de los compuestos de carbono, nitrógeno y fósforo los cuales son constituyente fundamentales de los residuales urbanos y son los principales responsables de los procesos de eutrofización en ecosistemas de circulación restringidas como es el caso del Golfo de Batabanó.

Generalmente, el tipo más común de contaminación en los ecosistemas costeros urbanizados son las aguas albañales y drenajes industriales, las cuales contienen una importante composición de materia orgánica, aunque también, llevan cantidades limitadas de hidrocarburos, metales pesados o pesticidas con determinada fracción de detergentes. De hecho al mezclarse los desechos domésticos con los industriales, aumenta la cantidad de hidrocarburos y detergente, e incluso algunos metales pesados, por tanto las aguas albañales urbanas son una mezcla de varios tipos de contaminantes, conformando la mayor parte la materia orgánica biodegradable en diferentes extensiones según la naturaleza y estabilidad del compuesto, así la contaminación orgánica tan generalizada, es una de las más perjudiciales para la salud humana, por el repugnante efecto visual y olfativo; uno de los más serios impactos sobre la salud humana es la contaminación por bacteria y otros patógenos fecales que en algunos casos presentan resistencia a las aguas marinas y más en las condiciones estuarinas, como es el caso de los estuario del Río Las Casas, la Coloma y Guamá que vierten al Golfo grandes volúmenes de aguas residuales, (Perigó *et al*, 2002¹². Montalvo *et al*, 2002¹³)

El impacto más significativo de la contaminación orgánica es el agotamiento del oxígeno disuelto hasta crear condiciones hipoxicas en la columna de agua, no obstante los peores efectos, se verán en los sedimentos donde las partículas de material orgánico sedimentan y por la escasa penetración de la luz, la fotosíntesis se hace nula, lo cual elimina el poder autodepurador del oxígeno disuelto para oxidar la materia orgánica y los procesos de respiración aeróbicas, conjuntamente con los procesos biogeoquímicos del metabolismo de las bacteria heterotróficas, que tienen lugar en la superficie de los sedimentos y que dan lugar a condiciones reductoras que provocan la liberación del sulfhídrico y el metano a la columna de agua, en este caso los organismos bentónicos y especialmente la epifauna bentónica y en menor medida la infauna bentónica que vive enterrado en el sedimento y presenta una mayor tolerancia a estas perturbaciones sufren un fuerte impacto negativo en su estructura y composición..(Pierre – Carmouze, 1994¹⁴).

La práctica señala que para eliminar la influencia negativa de las aguas residuales en la calidad de los ríos, embalses y también en las zonas costeras, es necesario aplicar un complejo de medidas de protección. Estas incluyen, el diseño de métodos de tratamiento e introducción de procesos tecnológicos que reduzcan el volumen de residuales, el traslado de algunas instalaciones industriales programadas para la construcción a otras regiones donde el balance hidráulico es menos tenso; construcción y mejora de los sistemas locales y urbanos de tratamiento de aguas residuales, así como la perfección de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado; medidas adicionales de protección de agua a los campos agrícolas con riego, tratamiento adicional de aguas industriales, evaporación de aguas residuales muy nocivas y dilución, entre otras.

Las principales medidas de protección de los recursos hidráulicos se localizan en un esquema general, el cual puede ser realizado en el país y en especial en la Isla de la Juventud según variantes diferentes.

La realización de estas medidas tiene importancia especial para Cuba y el Municipio de la Isla de la Juventud, cuyos recursos hidráulicos son limitados y donde la regulación del escurrimiento está relacionada con grandes áreas de terreno inundadas.

Los principales métodos de tratamiento de residuales son los mecánicos, físico – químico, químico y bioquímico ó biológico. Este último es el más utilizado en el tratamiento de residuales de alta proporción de materia orgánica biodegradables como los doméstico, de la industria alimentario y agropecuarias sobre todo los derivados de cebaderos de ganado vacuno, porcino y avícola. Este tratamiento consiste en transformar completamente las contaminaciones orgánicas de los residuos en productos de oxidación no nocivos como dióxido de carbono, iones de nitrato, iones de sulfato y otros (Nemerow, 1971¹⁵). El proceso de descomposición bioquímico de las contaminaciones orgánicas se realiza bajo la acción de bacterias y microorganismos simples, los que se complementan añadiendo a las aguas residuales elementos biogénico como nitrato, fósforo y potasio cuando estos son deficitarios en las aguas residuales.

Para los residuales que se vierten en el estuario del río Las Casas el tratamiento bioquímico es el único método posible de depuración. El tratamiento de los residuos de los residuos industriales puede transcurrir en condiciones naturales (en los depósitos naturales o artificiales, en los campos de riego) y también en plantas de tratamiento como aerotanques, aerofiltros y biofiltros.

La eficiencia del tratamiento bioquímico es de un 90 al 95 % tanto para las sustancias en suspensión como para la DBO. Al mismo tiempo, este método se caracteriza por altas inversiones iniciales y gastos corrientes. Las inversiones específicas son de 40 – 60 centavos/m³ del volumen anual y los gastos corrientes de 10 – 15 centavos /m³. Entre las medidas importantes que complementan los métodos de tratamiento de aguas residuales se cuentan: el tratamiento adicional centralizado de los residuos industriales ya tratados, conjuntamente con los residuos domésticos; el aprovechamiento de aguas residuales tratadas en los sistemas con recirculación de las empresas y en los campos agrícolas de regadío; y la evacuación a tanque evaporadores.

Las aguas residuales depuradas a través de cualquier método aún contienen gran cantidad de contaminantes que al penetrar en los cuerpos de agua sobre todo de circulación limitada como lagunas costeras, estuarios y bahías, tiene una influencia negativa sobre la calidad de las mismas.(Perigó *et al*, 1992¹⁶). Así después del tratamiento biológico completo de las aguas residuales urbana el contenido de las sustancias en suspensión oscila entre 10 – 12 mg/L, nitrógeno total 10 – 30 mg/L, fosfato 2- 4 mg/L y la DBO se calcula entre 10 – 20 mg/L, o sea, casi todos los índices sobrepasan valores admisibles (Liovin, 1977¹⁷). De acuerdo a estos datos se infieren que los sólidos en suspensión afecta la penetración de la luz, la cual es necesaria para los procesos fotosintéticos necesarios para la capacidad de autodepuración del estuario del río Las Casas, además estas concentraciones de nitrógeno y fósforo incrementa el estado de eutrofización y los flujos de estos compuestos al Golfo que puede afectar los ecosistemas de arrecifes coralinos muy sensible a la entrada de nutrientes en su medio. En la actualidad como fue mencionado el estuario recibe muchas veces estas concentraciones ya que los residuales vertidos al mismo no son tratados hasta el momento. Todo esto indica que se deben tomar medidas especiales en el Municipio de la Isla de la Juventud, cuyos recursos hidráulicos son limitados y donde la regulación del escurrimiento está relacionada con grandes áreas de terreno inundadas.

CONCLUSIONES

Las principales presiones antropogénicas que recibe el Golfo de Batabanó, se derivan de la afluencia de residuales de naturaleza orgánica, represamiento de ríos, erosión de las playas, y entrada de sedimento por la explotación inadecuada de las tierras, talas indiscriminadas de mangles y construcciones de diques costeros y sobreexplotación de recursos pesqueros

En el Golfo de Batabanó las zonas más afectadas por la contaminación de materia orgánica biodegradables se localizan en el borde litoral entre el río Hatiguanico y el estuario del río La Coloma y frente a la desembocadura del río Las Casas lo cual se vincula a las actividades industriales, agropecuarias y domésticas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Perigó, E., J.F. Montalvo, M Martínez et. al. Evaluación de la calidad ambiental del Golfo de Batabanó. Informe final, 56 pp, 34 tablas y 33 figuras (Archivo del Instituto de Oceanología), 2000.
2. Claro, R., K. C. Linderman and L. R. Parenti Edit. Ecology of the Marina Fishes of Cuba. SMITHSONIAN INSTITUTION PRESS, Washington and London, 253p, 2003.
3. Alcolado P. El bentos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó. Editorial Academia. La Habana. 161p, 1990.
4. Basu, A.K., G. Suárez y E. Perigó. Algunos aspectos de contaminación en tres estuarios cubanos. INP/CIP. **Res. Inv. Pesq.**, **2**, 230-235, 1975.
5. Basu, A.K., G. Suárez y E. Perigó. Observaciones sobre la índole y aporte contaminantes por efluentes de algunos centrales azucareros en Cuba. INP/CIP **Res. Inv. Pesq.**, **2**, 205-210, 1975.
6. Martínez – Canal, M., J. F. Montalvo, M. A. Miravet, M. Luigioyo, S. Loza, R. Pérez. Evaluación de las zonas de impacto antrópico del Golfo de Batabanó. Informe final, Arch. Cient. Del Instituto de Oceanología, 2004.
7. NC 25. Sistema de Normas para la Protección del Medio Ambiente. Hidrosfera. Especificaciones y procedimientos para la evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero. 12 p, 1999.
8. De la Lanza, G. y C. Cáceres. Lagunas costeras y el litoral mexicano. U. A. de Baja California Sur. 525 p., 1994.
9. Riley, J.P. y R. Chester. Introducción a la química marina., AGT. Editor, S.A., 459p, 1989.

Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 36, No. Especial, 2005

10. - Day, J.W., C.A. Hall, W.M. Kemp y A. Yáñez-Arencibia. Estuarine ecology. Ed. John Wiley and Sons, 558 p, 1989.
11. Contreras. Ecosistemas costeros mexicanos. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa, 415 pp, 2002.
12. Perigó, E.; Álvarez, A.; Montalvo, J. F.; Rodas, L.; Martell, R.; Niévares, A.; Peón, C. y S. Esponda. Aplicación de los modelos de simulación hidronuméricos en el estudio de la contaminación del río Las Casas. **Contribución a la educación y la protección ambiental**, 3, 2002.
13. Montalvo, J. F. y E. Perigó, L. Rodas, I. García, R. Pérez, A. Nievares, S. Esponda, C. Peón y M. E. Cesar. Intercambio de compuestos biógenos (carbono, nitrógeno y fósforo) entre el estero de la Coloma y la zona litoral adyacente. En Contribución a la Educación y la Protección Ambiental Vol. 2, VII Taller 2001 Edit. Academia, La Habana: 234 – 239, 2001.
14. Pierre Carmouze. O Metabolismo do Ecosistemas Acuáticos. Fundamentos teóricos. Métodos de estudios e análisis químicos. Editora FAPEST: 251p, 1994.
15. Nemerow, W. Liquid waste of industry theories practices and treatments. Addison Wesley PublishingCo., USA, 580 p, 1972.
16. Perigó, E., G. Suárez, G. Arencibia, A. Martín y T. Romero. Panorama actual de la contaminación en zonas de la plataforma de importancia pesquera (Resolución 1246), CIP/MIP, 1992.
17. Liovin, A. Aspectos económicos de la protección de los recursos hidráulicos en Cuba. **Economía y Desarrollo**, 42, 401-412, 1977.
18. Smith, S.V.; S. Ibarra- Obando, P.R. Bourdreau y V.F. Camacho-Ibar. Comparison of carbon, nitrogen and phosphorus fluxes in Mexican Coastal Lagoon. Loicz reports & studies No. 10, 1997.