

Calidad ambiental en zonas de pesquerías de langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) del Golfo de Batabanó, Cuba.**Environmental quality in areas of lobster fisheries *Panulirus argus* (Latreille, 1804) of the Gulf of Batabanó, Cuba.**

Marta Martínez Canals, Margarita Lugoioyo Gallardo, Sandra Loza Álvarez, Ileana García, Ma. Eugenia Cesar, Eglys Chang, Santa Esponda, Magaly Sánchez y Raquel Nuñez
Instituto de Oceanología. Ave. 1ra. No. 18406. Rpto. Flores. Playa. Ciudad Habana. Cuba. Email: martam@oceano.inf.cu; mmartinezcanals@yahoo.es. Teléf: (537) 272 5420.

RESUMEN:

Una de las causas que puede haber incidido de forma negativa en las poblaciones de langosta en el Golfo de Batabanó, son los cambios en la calidad ambiental del medio. Por tal motivo, se estudia el comportamiento de un conjunto de variables abióticas y bióticas y se compara con la información histórica existente que se remonta a la década de los años '60. El estudio abarca dos matrices, aguas y sedimentos de fondo, en las especialidades de química, microbiología y fitoplancton. La salinidad mostró una baja variabilidad y valores elevados con una media de 38.64 ups, lo cual es de esperar teniendo en cuenta la gran sequía que sufrió el País durante muchos meses. El oxígeno disuelto mostró concentraciones normales para este tipo de ecosistema y valores por encima del por ciento de saturación. En el área evaluada predominaron los sedimentos en la mayoría de las fueron fondos fangosos con cierta cantidad de arena, de color blanco-gris, presentando en algunos casos olor a sulfhídrico. Teniendo en cuenta los indicadores, tanto químicos (DBO₅, NT, PO₄ y PT) como biológicos (bacterias heterótrofas y DMO en aguas y sedimentos, Pp, Pp/R y estructura de la comunidad fitoplanctónica), la zona al E de la Isla de la Juventud presentó, en general, mejores condiciones ambientales que la ubicada en las cercanías de La Coloma, aunque cada estación mostró sus particularidades en cuanto al comportamiento de cada uno de los parámetros evaluados.

Palabras claves: langosta espinosa, calidad ambiental, aguas, sedimentos, química, microbiología, fitoplancton.

ABSTRACT

One of the causes that have impacted in a negative way in lobster populations in the Gulf of Batabanó, are changes in environmental quality. For such a reason, it is studied the behaviour of a group of abiotic and biotic variables and were compared with the existent historical information since the decade of the years' 60. The study embraces the chemistry, microbiology and phytoplankton in two fundamental matrixes, waters and bottom sediments. The salinity showed a low variability and high values with a mean of 38.64 ups. The dissolved oxygen and the percent of saturation showed normal values. The sediments in most of the stations were muddy funds with certain quantity of sand of different diameter, of white-grey colour, presenting in some cases sulphidric odor. The application of specific chemical and biological indexes, show that the E area of the Juventud Island presented better environmental conditions that the proximities of La Coloma, although each station showed their particularities as for the behaviour of each one of the evaluated parameters.

Key words: lobster, environmental quality, waters, bottom sediments, chemistry, microbiology, phytoplankton.

INTRODUCCION

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 6 m (Emilsson y Tápanes, 1971). Esta plataforma es la que tiene 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 apreciables de peces y otras especies marinas de alto valor comercial (Claro, 1994; Valle, 2003; Alzugaray, Puga y Morales, 2007). En otro sentido, se ha comenzado a desarrollar también su potencial turístico, en especial en el archipiélago de los Canarreos, la costa SW de la isla de la Juventud y Pinar del Río. Además, el Golfo recibe los vertimientos de una diferentes fuentes contaminantes (CIGEA, 2002), como residuales de la industria azucarera, alimenticia y agropecuaria, que en su mayoría no poseen sistemas de tratamiento adecuados, los relacionados

con la roturación de las tierras para el cultivo, el regadío, la fertilización y el empleo de plaguicidas, las construcciones de presas, diques costeros, edificaciones cercanas a la línea de costa y obras de dragado se vinculan con la degradación de las áreas litorales del Golfo, sin dejar de mencionar prácticas negativas relacionadas con el uso de artes de pesca inadecuados y sobreexplotación de recursos pesqueros (Perigó, Martínez, Pérez, Montalvo, Penié, Rodas y Espinosa, 2000; Valle, 2003; Hernández, Estrada-Sanabria, González y Monroy, 2003; Alzugaray, Puga y Morales, 2007; Baisre, 2007).

En diferentes sectores del Golfo se han realizados estudios para el establecimiento de la calidad ambiental desde distintos aspectos. De este modo, se definieron algunas áreas críticas como, la playa del Rosario, Tasajera, Las Cayamas, Los Guzmanes, La Coloma y Las Casas, y los arrecifes coralinos de Juan García, Punta del Este, Cantiles, Rosario y Los Ballenatos (Martínez Canals, Cortés Nodarse y Pérez Díaz, 1990; Pérez Díaz, Martínez Canals, Chang Corona, Perigó y Montalvo, 2000; Martínez Canals, Pérez Díaz, Chang Corona y Rodríguez, 2000; Martínez Canals, Pérez Díaz y Montalvo Estévez, 2001). La ensenada de la Broa a pesar de sus características de zona semicerrada, circulación anticiclónica y batimetría variable que favorece la acumulación de metales pesados se estableció que era un sistema no contaminado (Martínez Canals, Pérez Díaz y Cortés Nodarse, 1992). Posteriormente, se realizaron estudios cuyos resultados aunque similares mostraron variaciones en cuanto a la extensión de las áreas afectadas (Perigó, Martínez, Pérez, Montalvo, Penié, Rodas y Espinosa 2000; Perigó, Montalvo, Suárez, Areces, Nievaes, Hernández, Esponda y Pérez, 2003; Perigó, Montalvo, Esponda y Nievaes, 2007; Ramírez, Perigó, Montalvo, Simanca, Rodas y Nievaes, 2007).

Entre las causas que pudieran haber incidido de forma negativa en la abundancia de las poblaciones de langosta en el Golfo de Batabanó se encuentran: la reducción de los recursos alimentarios, la degradación de su hábitat, la disminución de su potencial reproductor, la sobre pesca, violaciones de las vedas, mortalidad de las larvas y puerruelos y cambios en la calidad ambiental del medio marino. Debido a la existencia de estas amenazas en el golfo, es posible que la disminución de las poblaciones de langosta, tenga un origen multicausal (Puga y Morales, 2007; Baisre, 2007).

La langosta espinosa *Panulirus argus* se alimenta de un amplio espectro de organismos del bentos marino, incluyendo moluscos, equinodermos, crustáceos, peces y otros invertebrados (Espinosa Herrera, Brito, Ibarzábal, González, Díaz y Gotera, 1990). Estos organismos suelen ser abundantes en los fondos rocosos y en los pastos marinos, los que le brindan hábitat, sustrato y refugio (Alcolado, 1990; Hemminga y Duarte, 2000).

El objetivo fue evaluar el posible grado de deterioro de la calidad ambiental de la zona de mayor abundancia de langosta en el golfo y comparar los resultados con la información histórica disponible.

MATERIALES Y METODOS

Calidad ambiental

El estudio abarcó dos matrices fundamentales, las aguas y los sedimentos en las especialidades de química y microbiología, y fitoplancton en la columna de agua. La zona de trabajo comprende un sector desde La Coloma, abarcando la cayería de los Indios y San Felipe, el W, el N y el E de la Isla de la Juventud (Fig. 1). La ubicación de los puntos de muestreo también tuvo en cuenta dos áreas de captura de langosta: una al W y otra al E de la Isla de la Juventud. En ambas, la captura de la langosta ha disminuido notablemente (Julio Baisre, comunicación personal). Para la ubicación de los diez puntos de muestreo de abril del 2005, se empleó un equipo de sistema de posicionamiento geográfico. La temperatura, a 35 cm por debajo de la superficie del mar, y la profundidad se midieron con una ecosonda (HORIBA). Para la determinación de la transparencia se empleó el disco Secchi.

El agua para los análisis químicos y biológicos (fitoplancton y microbiología) se colectó con una botella Van Dorn de 10 L de capacidad y fueron guardadas en frascos plásticos y se congelaron hasta su análisis. Los análisis químicos realizados fueron: oxígeno disuelto (IOC-UNESCO, 1983), pH (pH-metro de la marca HANNA), demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) y química de oxígeno (DQO) según APHA (1992). Los nutrientes determinados en el agua fueron: amonio (NH_4), fósforo inorgánico (PO_4) y silicatos (SiO_4) según IOC-UNESCO (1983); nitrógeno (NT) y fósforo total (PT) (FAO, 1975).

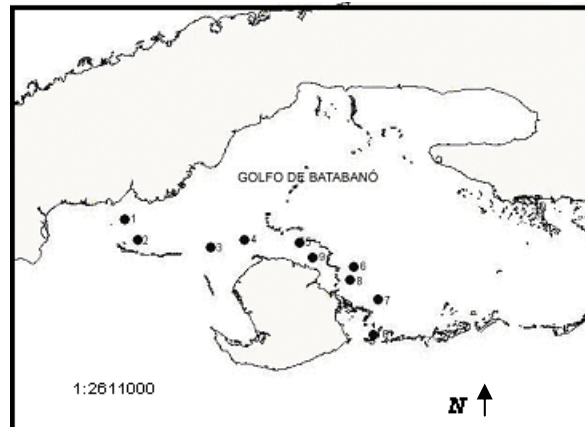


Figura 1. Ubicación de los puntos de muestreo en abril de 2005.
Figure.1. Location of the sampling points April 2005.

La estructura de la comunidad fitoplanctónica se determinó según el método de Usachev (1961) modificado por Poposwki y Borrero (1989) y la producción primaria por el método de las botellas claras y oscuras (Gaarder y Gran, 1927). La incubación de las muestras se realizó *in situ* (utilizando luz solar), con un tiempo de exposición de 6 a 8 h. El oxígeno inicial y final se determinó con un oxímetro digital HANNA y el estado trófico del ecosistema, mediante el coeficiente Producción Primaria/Respiración (Pp/R), según Margalef (1974).

La intensidad de la mineralización aerobia (DMO) de los microorganismos 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 Winkler (IOC-UNESCO, 1983). 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). La concentración de bacterias heterótrofas en aguas y sedimentos se determinó, a partir de la siembra en placa Petri empleando el medio de cultivo ZoBell 2216E.

Para el análisis de la capa superficial de los sedimentos, los mismos fueron colectados mediante buceo autónomo con un muestreador plástico. Se cuantificaron los contenidos de carbón orgánico, nitrógeno orgánico, sulfuro de hidrógeno libre y fósforo total según las metodologías propuestas por FAO (1975) y APHA (1992).

El análisis de los resultados se realizó teniendo en cuenta también la data histórica, que en algunos casos abarcó desde la década de los años '60 (específicamente 1967) al 2003. Los resultados del muestreo en el agua fue comparada con la data histórica existente de la zona estudiada en época de seca, así como con diferentes normas de calidad (CE-CCA-001/89, 1990; NC-25, 1999; EQS, 2002) e índices de calidad ambiental (Wetzel, 1983; Rast y Holland, 1988; Montalvo, Perigó, Martínez Canals y Pérez, 2003; Miravet, 2003; Martínez Canals, Montalvo, Miravet, Lugojo, Loza y Pérez, 2004).

Análisis estadísticos

Para el procesamiento de los datos se utilizaron los programas STATISTICA 6.0, EXCEL 2003 y MAPINFO 6.5. En la mayoría de los casos se trabajó con métodos de estadística no paramétrica. Con el objetivo de conocer la relación entre los diferentes parámetros estudiados se calculó el coeficiente de correlación de Spearman ($\alpha= 0,05$), consideración los resultados hidroquímicos como el oxígeno disuelto, pH, salinidad, DBO₅, fosfatos, fósforo y nitrógeno total, y la relación producción primaria respiración y tasa de mineralización aerobia.

RESULTADOS Y DISCUSION

Hidrofísica

La porción estudiada del Golfo es somera con una profundidad media de 6.4 m. Durante el muestreo la penetración de luz a través de la columna de agua alcanzó un promedio de 79,5%, con una temperatura del agua que osciló entre 25,5 y 28,0°C (Tabla 1). Estos valores se relacionan con

la época del año y la hora en que se realizaron las observaciones. La salinidad varió poco con evidencia a la hipersalinidad con una media de 38.65 ups, lo que es de esperar por la gran sequía que sufrió el País durante muchos meses.

La media de la temperatura en abril del 2005 fue ligeramente inferior (26.84°C) a la histórica para el área (27.41°C). Es posible que debido a esta situación los niveles de oxígeno disuelto fueron mayores en abril (6.91 mg/L) (Tabla 1) con relación a la data anterior (6.07 mg/L valor medio de 1968 al 2003), al aumentar la disolución del gas a temperaturas menores. En todas las áreas los valores pueden catalogarse como buenos según la norma mexicana y cubana para aguas marina de pesca (CE-CCA-001/89, 1990; NC-25, 1999).

Química

AGUAS

Los puntos estudiados se agruparon en dos sectores: el E (E-5, 6, 7, 8, 9 y 10) y el W (E-1, 2, 3 y 4), para evaluar si existían diferencias entre ambas zonas, tomando como referencia el nivel de captura de langosta. En los puntos E-4 (al W) y 8 (al E) (Fig. 1), la demanda bioquímica de oxígeno fue superior a la media. Todos los casos mostraron valores por debajo del nivel indicado como de buena calidad excepto la E-8, que presentó calidad dudosa según la norma cubana (NC-25, 1999). Lo anterior indica que en ésta existe cierto grado de enriquecimiento de materia orgánica.

Los valores de silicato variaron entre 0,20 y 1,49 μM (valores mayores que 1 μM en E-1, 7, 9 y 10) (Tabla 1). En las dos primeras, las concentraciones de diatomeas fueron altas y es que estos organismos utilizan el silicato en la construcción de su esqueleto. No obstante, todos los valores fueron bajos.

El fósforo como fosfato inorgánico osciló entre 0,03 y 0,13 μM con las concentraciones mayores en los puntos E-3 y E-8 (Tabla 1, Fig. 1). Las concentraciones de fósforo total variaron entre 0,10 y 1,93 μM . El 50% de las áreas muestreadas (E-1, 3, 5, 8 y 10, Tabla 1) mostraron contenidos entre 0.50 y 0.87. En el caso específico de la E-1 (la más cercana al puerto de La Coloma) el fósforo total alcanzó el mayor valor.

Las concentraciones de nitrógeno como amonio fueron bajas en los sectores evaluados, oscilando desde no detectable hasta 3.99 μM . La estación E-9 presentó el mayor valor (Tabla 1), la que se encuentra ubicada próxima al río Las Casas. El nitrógeno total varió entre 9.15 y 34.74 μM , obteniéndose las mayores concentraciones en los puntos E-1, E-4 y E-5 (Tabla 1).

Según lo establecido por Montalvo *et al.* (2003) y Martínez Canals *et al.* (2004), las concentraciones de los diferentes nutrientes correspondieron a valores comunes para las aguas de la plataforma insular cubana. Con los resultados obtenidos en el crucero de abril del 2005 no se pudo establecer una diferencia significativa (prueba Fisher, $\alpha = 0.05$) entre los sectores E y W, a excepción del amonio. En este caso en el E el contenido medio es 5 veces mayor que en el W. El análisis de los datos históricos en ambos sectores, mostraron diferencias entre sí. El E presentó mayores valores que el W, en cuanto a los contenidos de oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, pH, fósforo total, nitrógeno total y silicatos. Aunque este resultado requiere un análisis específico de cada punto, de modo general, permite plantear que en abril del 2005 se detectó diferencias en cuanto a la calidad ambiental entre los dos sectores estudiados.

SEDIMENTOS

En la generalidad de los casos los sedimentos fueron fangosos con cierta cantidad de arena de diferente granulometría (de modo visual), de color blanco a gris.

El comportamiento del carbono orgánico en los sedimentos (Tabla 2) correspondió a fondos con buena calidad (NC-25, 1999; Martínez Canals *et al.*, 2004), con contenidos entre 0.63 y 1.82%, los que se consideran como concentraciones normales para esta matriz en zonas de la plataforma cubana (Montalvo *et al.*, 2003). A pesar de ello cabe destacar la estación E-8 (cerca de cayo Guayabo) con un valor 4 veces superior a la media, considerada según la norma cubana como de mala calidad.

Las concentraciones de nitrógeno orgánico fueron características para sedimentos de la plataforma cubana (Montalvo *et al.*, 2003; Martínez Canals *et al.*, 2004) con valores entre 0.01 y 0.36%. La estación E-5 mostró un valor casi 5 veces superior a la media, considerado como de calidad mala (> 0.3%) según la norma cubana (NC-25, 1999). Esta situación puede deberse a

Tabla 1. Concentraciones de parámetros químicos (cruce de abril del 2005) en el sector estudiado del Golfo de Batabanó (aguas).

Table 1. Concentrations of the chemical parameters (April 2005 cruiser) in Batabanó Gulf.

Estac.	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	T(°C)	Prof. (m)	Transp. (%)	Sal. (ups)	OD (mg/L)	pH
1	27 abr 05	1:35 pm	22,06,00	-83,36,00	28.0	10.5	38	39.0	6.85	7.03
2	27 abr 05	11:35 am	22,00,36	-83,32,21	28.0	5.5	100	40.0	6.23	7.36
3	27 abr 05	8:15 am	21,58,39	-83,11,35	27.0	5.5	100	39.0	6.69	7.82
4	26 abr 05	3:32 pm	22,12,00	-83,06,00	26.0	7.0	64	38.0	7.16	7.83
5	26 abr 05	11:18 am	22,09,00	-82,45,00	26.8	7.0	100	38.0	7.02	7.84
6	24 abr 05	9:55 am	21,58,00	-82,35,00	26.7	5.6	80	39.0	6.38	7.83
7	23 abr 05	1:09 pm	21,45,00	-82,24,00	27.0	7.0	86	38.0	7.2	8.07
8	24 abr 05	8:00 am	21,50,00	-82,32,00	25.5	7.5	60	39.0	7.34	8.32
9	24 abr 05	1:15 pm	21,56,04	-82,42,30	26.7	5.7	100	38.5	7.12	8.33
10	23 abr 05	9:51 am	21,35,35	-82,25,20	26.8	4.5	100	38.0	7.2	8.28

Estac.	DBO ₅ (mg/L)	NT (µM)	PO ₄ (µM)	PT (µM)	NH ₄ (µM)	SiO ₄ (µM)
1	0.68	34.74	0.06	1.93	0.00	1.03
2	0.13	19.26	0.08	0.26	0.00	0.20
3	0.54	27.08	0.12	1.62	0.10	0.75
4	0.96	32.25	0.08	0.28	0.65	0.48
5	0.57	30.48	0.09	1.79	0.25	0.14
6	0.27	10.24	0.04	0.94	0.14	0.16
7	0.58	9.15	0.05	0.46	1.01	1.31
8	1.12	10.05	0.13	0.9	0.72	0.43
9	0.38	12.54	0.045	0.1	3.99	1.48
10	0.52	12.57	0.03	1.78	1.48	1.49

Tabla 2. Características químicas de los sedimentos de los fondos del sector del Golfo de Batabanó estudiado en abril de 2005.

Table 2. Chemical characteristics of the bottom sediments in Batabanó Gulf in April 2005.

Estación	CO (%)	NO (%)	PT (%)	H ₂ S (mg/g)
1	1.36	0.04	0.04	0.01
2	0.63	0.02	0.06	0.01
3	1.39	0.17	0.06	0.01
4	0.87	0.01	0.06	0.01
5	1.52	0.36	0.70	0.00
6	0.77	0.03	0.04	0.01
7	0.85	0.02	0.06	0.00
8	8.05	0.02	0.03	0.01
9	1.41	0.01	0.07	0.01
10	1.82	0.02	0.07	0.02

la materia orgánica aportada por las aguas del río Las Casas, cuya influencia al parecer llega hasta esta área.

Las concentraciones de sulfuro de hidrógeno libre fueron bajas y con poca variación, lo que clasifica como sedimentos de buena calidad según la norma cubana (NC-25, 1999) y como normales para los fondos de nuestra plataforma (Montalvo *et al.*, 2003; Martínez Canals *et al.*, 2004) (Tabla 2).

Los contenidos de fósforo total en la generalidad de las áreas variaron entre 0.03 y 0.07%, las que se corresponden con sedimentos con bajo contenido de este compuesto, a excepción de la estación E-5 que presentó valores elevados (0.7%), al igual que en el caso del nitrógeno orgánico (Tabla 2).

El análisis de los indicadores químicos en los sedimentos no mostró diferencias significativas entre el E y W en el área estudiada. Al hacer la comparación con la data histórica tampoco se encontró diferencia significativa para el carbono y el nitrógeno orgánico. Los contenidos de ácido sulfhídrico y de fósforo total en la actualidad, fueron algo inferiores a los hallados con anterioridad en las mismas áreas (Perigó *et al.*, 2000; Martínez Canals *et al.*, 2004). Este resultado puede deberse a que en la época de seca el metabolismo anaeróbico decrece por ser menor la T y llegar menos materia orgánica al sedimento y que no signifique un mejoramiento de la calidad del mismo.

Fitoplancton

COMPOSICIÓN CUALITATIVA DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA

La comunidad fitoplanctónica en abril del 2005 estuvo representada por cuatro grupos taxonómicos fundamentales Diatomeas, Dinoflagelados, Cianobacterias y Flagelados. En general, las Diatomeas constituyeron el grupo mejor representado en todas las estaciones muestreadas, seguido por los Dinoflagelados, como característica de las aguas neríticas de esta plataforma, (Fig. 2), lo cual coincide con López-Baluja (1978a y 1978b), y Poposwki y Borrero (1989). Las Cianofíceas, por su parte, estuvieron escasamente representadas en cuanto a géneros y especies. Sólo en la E-9 se estableció la mayor diversidad fitoplanctónica y en la E-1, también se observó un ligero incremento del número de especies de este grupo.

Las Cianobacterias constituyen un grupo indicador de estrés ambiental y/o contaminación por una elevada disponibilidad de nutrientes en el medio (Thacker y Paul, 1999), ya que sus poblaciones se estimulan con altas concentraciones de amonio y/o fosfatos (Schiewer, 1990). Cabe resaltar que en la E-9 fue donde se reportó el mayor valor de la concentración de esta bacteria coincide con el máximo contenido de amonio (3.99 μM), lo que al parecer está relacionado con los aportes de contaminantes orgánicos e inorgánicos del río Las Casas, el cual es portador de una elevada carga contaminante con valores de DBO_5 de 700 ton/año (Delegación Territorial CITMA Isla de la Juventud, comunicación personal, 2005). En la E-1, por su parte, los valores de amonio y fosfato detectados fueron muy bajos, aunque los de NT y PT resultaron elevados (Tabla 1). Sin embargo, la presencia de Cianofíceas en esta estación indica que debe existir cierta influencia de los escurrimientos del río La Coloma al área marina aledaña, teniendo en cuenta que a este río vierten numerosas fuentes contaminantes de la parte S de Pinar del Río.

Estudios de fitoplancton realizados en el Golfo de Batabanó en mayo/98, agosto/99 y en mayo/2003 informan un predominio de Cianofíceas, en zonas donde se detectaron elevadas concentraciones de amonio en agua y carbono orgánico en los sedimentos en el medio o con determinado grado de afectación por impacto antrópico (Perigó *et al.*, 2001, Loza *et al.*, 2003, Martínez-Canals *et al.*, 2004). Esto confirma que este grupo constituye una adecuada herramienta indicadora de la calidad ambiental de las aguas marinas por contaminación natural y/o antrópica.

COMPOSICIÓN CUANTITATIVA DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA

Las concentraciones de fitoplancton total encontradas en abril/2005 variaron entre 417 cél/mL y 1369 cél/mL, con una media de 952 cél/mL. Los puntos E-5, 6, 7 y 9 se distinguen por presentar las mayores concentraciones fitoplanctónicas y la estación E-2 por el menor valor. En general, el grupo de la parte E (E-5, 6, 7, 8, 9 y 10) se distinguen por presentar las mayores concentraciones de fitoplancton con respecto a la parte W (E-1, 2, 3 y 4).

De los grupos de microalgas encontrados, los Flagelados resultaron ser los que representaron una mayor abundancia dentro de la comunidad en todas las áreas analizadas, contribuyendo con más

del 70 % al fitoplancton total. Las Diatomeas y los Dinoflagelados representaron menos de un 10% del total de la comunidad. Por su parte, el grupo de las Cianofíceas estuvo escasamente representado y solo en la estación E-9, aledaña a la desembocadura del río Las Casas tuvieron una contribución de un 30 % (Fig. 3).

Esta composición de la comunidad fitoplanctónica con predominio de Flagelados es común encontrarla en aguas enriquecidas en materia orgánica, ya que algunos de sus géneros, presentan nutrición mixotrófica y/o heterotrófica y, por tanto, son capaces de degradar la materia orgánica (Caron, 2000). Por otra parte, el mayor porcentaje de Cianofíceas que se encontró en E-9 y 1 corrobora que este grupo es un buen indicador de estrés ambiental ya que se detectaron en zonas influenciadas por los aportes de contaminantes de los ríos Las Casas y La Coloma.

De acuerdo con el índice de clasificación del estado trófico de las aguas marinas cubanas, según Martínez-Canals *et al.*, (2004), el conjunto de las áreas estudiadas presenta aguas con características mesotróficas. Según Poposwski y Borrero (1989), Espinosa *et al.*, (1999), Loza Barrios, Miravet, Lugioyo, Perigó y Sánchez (2003) y Martínez-Canals *et al.*, (2004), en general, las aguas del Golfo de Batabanó se clasifican como mesotróficas de acuerdo a las concentraciones de fitoplancton, aunque existen zonas puntuales con características de transición entre meso-eutróficas como son el área de Surgidero de Batabanó y la parte costera ubicada entre playa Rosario y Guanímar, y la Ensenada de la Broa, y zonas oligo-mesotróficas en la parte E y central del Golfo.

COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA Y DE LA RELACIÓN PP/R.

En abril/2005 se obtuvieron valores de la producción primaria de 771-375 (mgC/m³.d) con una media de 536 mgC/m³.d. Las E-9 y 10 se distinguen por presentar menor producción primaria y las E-2, 3 y 7 los mayores valores; mientras que en el resto de las áreas fueron similares (Fig. 4).

La Producción primaria en abril/2005 resultó dos veces superior comparada con las de zonas aledañas en mayo/2003, y se observó una tendencia al incremento de la Producción primaria en las ubicadas hacia el W con respecto a las del E en ambos muestreos (Fig. 5).

La relación Producción primaria/Respiración (Pp/R) como indicador del estado trófico del ecosistema refleja que en E-1, 5, 7, 9 y 10 presentan un comportamiento heterotrófico con cocientes menores que 1, que indican que los procesos de respiración predominan sobre los de síntesis de materia orgánica, inferencia hecha por Vinberg (1979). La estación E-4 se distingue por alcanzar el mayor cociente, lo que sugiere un marcado carácter autotrófico de esta zona. La producción primaria en esta estación no fue elevada (Fig. 6), a pesar de que se produjo más que lo que se consumió, lo cual queda corroborado con los bajos valores de respiración (0.29 mgO₂/L.d).

Se pudo observar que el comportamiento del índice Pp/R en mayo/2003 fue similar al encontrado en E-1, 5 y 9 en abril/2005 (Fig. 6), con relaciones menores que 1 en las zonas con influencia del río Las Casas y en la costera hasta Galafre. Este hecho sugiere la contaminación orgánica que favorece los procesos degradativos con un aumento de la respiración en el sistema, donde los procesos heterotróficos del plancton juegan un papel dominante en la mineralización de la materia orgánica (Potapova, 1993).

Microbiología

CONCENTRACIÓN DE BACTERIAS HETERÓTROFAS

La concentración de bacterias heterótrofas aerobias en la matriz agua varió entre 170 y 3680 zonas ubicadas al W de la Isla de la Juventud la concentración promedio de bacterias heterótrofas en el agua (1220 UFC/mL) fue 2.3 veces superior que las de la zona E (729 UFC/mL). Las elevadas concentraciones de bacterias heterótrofas hacia el W, pudieran estar relacionadas con la disponibilidad de materia orgánica que llega a la zona fundamentalmente por el régimen de corrientes y el aporte proveniente de la zona costera aledaña a la Coloma. Es de señalar que la concentración de nitrógeno total fue elevada en dicha zona variando entre 12.6 y 34.8 μM (Tabla 1), lo que favorece el crecimiento y duplicación de las bacterias heterótrofas. Se encontró un comportamiento similar en el sedimento en los que hacia el W la concentración de bacterias heterótrofas fue dos veces mayor que en el E.

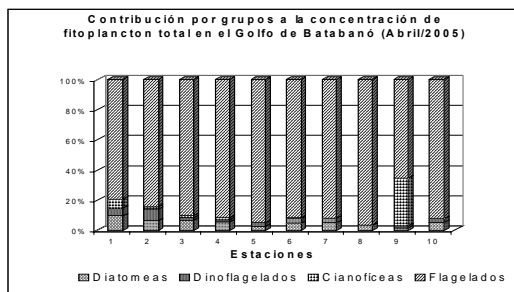


Figura 2. Contribución de los principales grupos de fitoplancton al total de la comunidad por estación en abril del 2005.
 Figure 2. Contribution of the main groups of phytoplankton to the total community vs. station in April 2005.

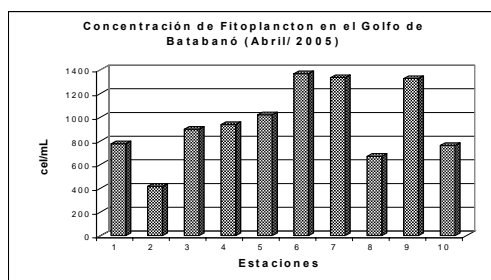


Figura 3. Concentración de fitoplancton total por estación en abril del 2005.
 Figure 3. Concentrations of total phytoplankton vs. station in April 2005.

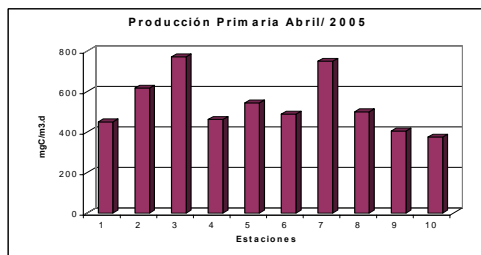


Figura 4. Producción primaria en el fitoplancton por estación en abril del 2005.
 Figure 4. Primary production in the phytoplankton vs. station in April 2005.

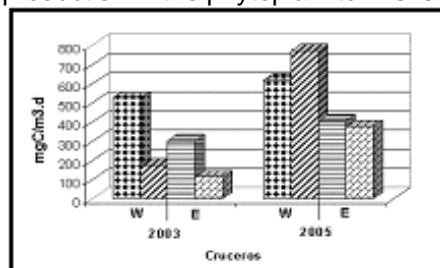


Figura 5. Producción primaria obtenidos en los puntos muestreados en mayo del 2003 y abril del 2005 (W: puntos hacia el W de la Isla de la Juventud, E: puntos hacia el E de la Isla de la Juventud).

Figure 5. Primary production in May 2003 and April 2005 in the same locations (W: locations at W, E: locations at E of Isla de la Juventud, respectively)

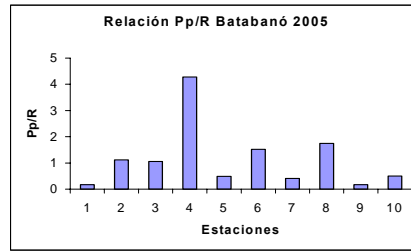


Figura 6. Relación Producción primaria/ Respiración (Pp/R) por área en abril del 2005.
 Figure 6. Relationship between primary production and respiration (Pp/R) vs. area in April 2005.

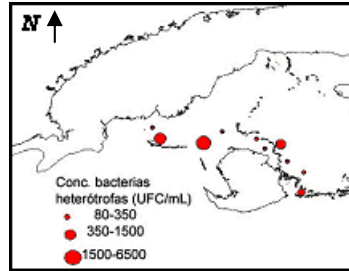


Figura 7. Distribución espacial de las bacterias heterótrofas aerobias del agua en abril del 2005.
 Figure 7. Spatial distribution of water heterotrophic aerobic bacteria in April 2005.

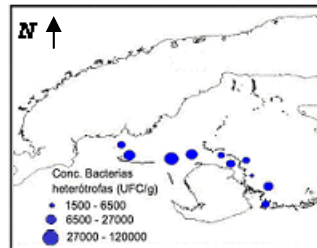


Figura 8. Distribución espacial de las bacterias heterótrofas aerobias del sedimento en abril del 2005.
 Figure 8. Spatial distribution of sediments heterotrophic aerobic bacteria in April 2005.

Las mayores concentraciones de bacterias heterótrofas, tanto del agua como los sedimentos se encontraron en E-2 y 3 (Figs. 7 y 8). Esto parece guardar relación con el aporte de materia orgánica a la zona procedente de la zona de la Coloma así como, la que llega por las corrientes de lugares más distantes. Según Williams (2000) la abundancia de bacterias heterótrofas constituye un indicador de la cantidad de materia orgánica en un ecosistema. La concentración media de bacterias heterótrofas de abril del 2005 fue similar a la de 1987 y superior a las de los demás años (Fig. 9). A partir de las concentraciones de bacterias heterótrofas y del índice microbiológico del estado trófico de Miravet (2003), las aguas muestreadas se clasifican como mesotróficas.

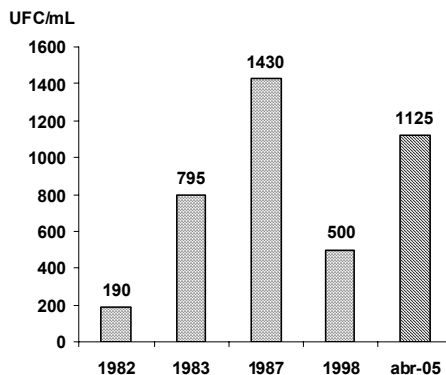


Figura 9. Concentración promedio de bacterias heterótrofas aerobias de las aguas a través del tiempo.

Figure 9. Mean concentrations of water heterotrophic aerobic bacteria vs. time.

TASA DE MINERALIZACIÓN AEROBIA DE LA MATERIA ORGÁNICA

Las tasas de mineralización aerobia de la materia orgánica en el agua variaron entre 53 y 312 $\text{mgC/m}^3\cdot\text{d}$, con una media 184 $\text{mgC/m}^3\cdot\text{d}$. Las mayores tasas de los microorganismos en el agua se obtuvieron en E-5, 8 y 10, y la menor en la estación E-7 (Tabla 3). Es de señalar que el 40 % de las zonas evaluadas en abril del 2005 presentaron valores de DMO por debajo de la media. Esto sugiere que en dichas zonas, o bien los procesos de degradación de la materia orgánica que predominan son anaeróbicos, o que la entrada de materia orgánica al sistema es mayor que la capacidad de depuración de los microorganismos.

En la generalidad de las áreas que presentaron valores bajos de DMO (aerobia), los indicadores químicos y fitoplanctónicos reflejaron condiciones típicas de zonas impactadas. Así por ejemplo, en la estación E-1, al S de la Coloma, los niveles de NT y PT fueron elevados, la concentración de bacterias heterótrofas aerobias del agua fue baja, al igual que la producción primaria y la relación Pp/R <1. Estas condiciones del medio indican un predominio de los procesos de degradación de materia orgánica sobre los de síntesis y además sugiere que la mineralización ocurre, fundamentalmente, por la vía anaerobia (Vinberg y Shilo, 1979, Areces y Toledo (1985).

La media de la DMO en el Golfo en abril del 2005 fue similar a la media histórica (1983-2003), con excepción de agosto de 1999, donde los elevados valores (casi 4 veces mayores) coincidieron con eventos meteorológicos extremos (fuertes lluvias y elevación de la temperatura superficial del mar) en los años 1998 y 1999 (Miravet, 2003, Loza, Martínez, Miravet, Montalvo y Sánchez, 2007) (Fig. 10).

Tabla 3. Tasa de mineralización aerobia de la materia orgánica por los microorganismos en las diferentes puntos muestreadas en agua y sedimento en abril del 2005.

Table 3. Aerobic mineralization of organic matter by micro organisms in water and sediments of different points in April 2005.

Estación	DMOa (mgC/m ³ .d)	DMOs (mgC/m ³ .d)
1	75.4	622.3
2	102	nd
3	188.5	582.9
4	266	315.4
5	290.6	496
6	58.6	330
7	53	748.7
8	312	286.4
9	202.6	1075.9
10	293	90.3

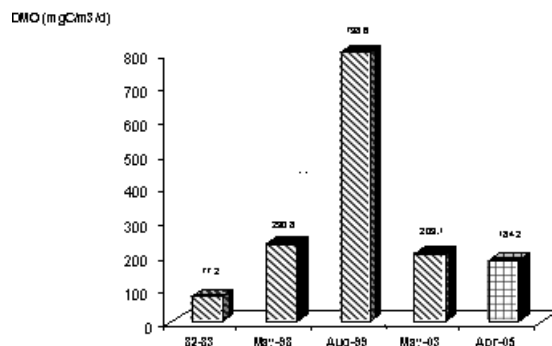


Figura 10. Comportamiento de la tasa de mineralización aerobia de la materia orgánica de la columna de agua por los microorganismos del Golfo de Batabanó en diferentes años.

Figure 10. Aerobic mineralization of organic matter by micro organisms in the water column of Batabanó Gulf in different years.

El fitoplancton total mostró una correlación positiva y significativa con el cociente Producción primaria/Respiración, y negativa con la concentración del fosfato (Tabla 4). Así mismo, el nitrógeno total presentó una correlación negativa con la producción primaria. Estos resultados corroboran el papel fundamental que juegan los nutrientes como el fosfato y el nitrógeno total, en el desarrollo del fitoplancton en el Golfo de Batabanó. Específicamente el fosfato por su condición de nutriente limitante define el desarrollo del fitoplancton en las aguas marinas de Cuba. En general, en las

zonas donde se hallaron los menores valores de fosfatos, se observó un aumento en la concentración del fitoplancton (E-6, 7 y 9, Tabla 1 y Fig. 3), debido a un alto consumo por parte de los productores primarios.

Después de un análisis general de los resultados alcanzados en este crucero para los parámetros biológicos, se consideró que las diez tuvieron características de aguas mesotróficas (Fig. 11). Al comparar estos resultados con los obtenidos en la década del 80 por Alcolado (1990) no se observaron, en general cambios en la calidad de las aguas, aunque en la estación E-1, valorada antes como eutrófica, en el muestreo de abril del 2005 fue clasificada como mesotrófica con tendencia a eutrófica. Estos resultados deben ser confirmados ya que un solo muestreo no permite llegar a conclusiones.

Teniendo en cuenta los indicadores con que se cuenta hasta el momento, tanto químicos (DBO₅, NT, PO₄ y PT) como biológicos (bacterias heterótrofas y DMO ambas en aguas y sedimentos, Pp, Pp/R y estructura de la comunidad fitoplanctónica), la zona E presentó, en general, mejores condiciones ambientales que la W (Fig. 12), aunque cada estación mostró sus particularidades en cuanto al comportamiento de cada uno de los parámetros evaluados.

Las áreas con buenas condiciones ambientales, presentan predominio de los procesos de síntesis de materia orgánica sobre los de degradación. Cuando existe un equilibrio entre estos procesos, la calidad ambiental del área es regular, y es mala cuando los procesos de respiración o de degradación superan los de producción de materia orgánica.

Tabla 4. Coeficientes de correlación entre los parámetros analizados en el agua en abril de 2005 (*valores significativos).

Table 4. Correlation coefficients between the parameters in water in April 2005 (*significant values).

	OD	pH	DBO ₅	NT	PO ₄	PT	Fitoplancton total	Pp/R	DMO	Pp
Fitoplancton total	0.172	0.375	-0.148	-0.301	-0.456*	0.324	1.000			
Pp/R	0.319	0.237	0.188	-0.261	0.012	-0.348	0.437*	1.000		
DMO	0.603*	0.546*	0.552*	0.107	0.399	-0.300	-0.280	-0.334	1.000	
Pp	-0.188	0.245	-0.039	-0.501*	0.377	-0.254	-0.354	-0.093	0.100	1.000



Figura 11. Clasificación del estado trófico del agua en abril de 2005.

Figure 11. Trophic state of water in April 2005.

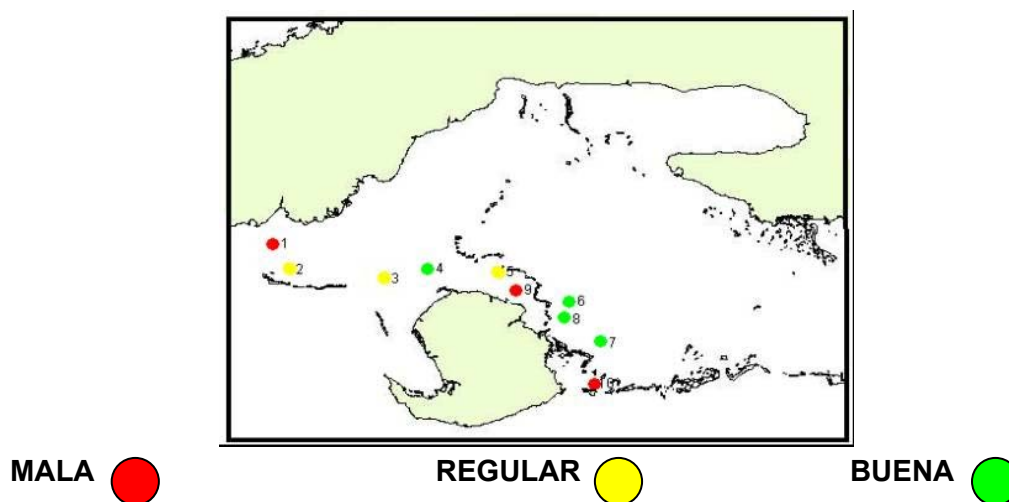


Figura 12. Mapa esquemático de las zonas críticas (rojo), de buena calidad (verde) y regular (amarillo) del Golfo de Batabanó a partir del análisis integral de los indicadores químicos y biológicos.

Figure 12. Schematic map of the critical areas (red), good quality (green) and medium (yellow) of the Gulf of Batabanó, from the integral analysis of the chemical and biological indicators.

CONCLUSIONES

1. La zona E presentó mejores condiciones ambientales que la W, aunque cada estación mostró algunas particularidades en cuanto al comportamiento de cada uno de los indicadores.
2. La temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, pH, silicatos y amonio mostraron diferencias estadísticamente significativas con la data histórica. En todos los casos, se reflejó un mejoramiento de las condiciones químicas de las aguas marinas en relación a la época de seca.
3. En los indicadores químicos una diferencia significativa entre los sectores E y W en abril del 2005, excepto con el amonio. Sin embargo, el análisis de los datos históricos de ambos sectores, sí mostró diferencias significativas y muestra mayores valores en el E que en el W, la concentración de oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, demanda química de oxígeno, pH, y en las concentraciones de fósforo total, amonio, nitrógeno total y silicatos.
4. En los sedimentos no se observaron diferencias químicas significativas entre los sectores E y W. Las concentraciones de sulfuro (como ácido sulfhídrico) y de fósforo total, fueron inferiores a los hallados anteriormente en las mismas áreas.
5. La presencia de las Cianofíceas en el área cerca de la ensenada de La Coloma sugiere una influencia de los escurrimientos del río La Coloma.
6. Las concentraciones de bacterias heterótrofas y la riqueza intermedia de especies fitoplanctónicas, permiten clasificar las aguas estudiadas como mesotróficas.
7. El índice Pp/R menor que 1, sugiere ocurrencia de un grado de contaminación orgánica que favorece los procesos degradativos con un aumento de la respiración en el sistema, donde la alimentación heterotrófica del plancton juega un papel dominante en la mineralización de la materia orgánica.

RECOMENDACIONES

Continuar el estudio de los sitios de importancia biológico-pesquera de la langosta en el Golfo de Batabanó, para conocer la variabilidad temporal de las fuentes de alimento de la langosta, el estado de conservación del hábitat y su posible relación con los eventos meteorológicos extremos

BIBLIOGRAFIA

Alcolado, P.M. ed.. 1990. Aspectos ecológicos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó, con especial

- referencia al bentos. En: El bentos de la macrolaguna del Golfo de Batabanó. (P.M. Alcolado, ed.), Ed. Academia, La Habana, pp: 129-157.
- APHA. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Waters. American Public Health Association, Washington. D.C. 15th Edition. 856 p.
- Alzugaray R., R. Puga, O. Morales. 2007. Dinámica poblacional de la langosta espinosa, *Panulirus Aarhus*, en la región SE de Cuba. PESCA 2007. La Habana.
- Baisre J. 2007. Desarrollo histórico de la pesca en Cuba. Por qué se necesita de un enfoque integrado en el manejo pesquero? PESCA 2007. La Habana.
- Caron D.A. 2000. Symbiosis and mixotrophy among pelagic micro organisms. Chapter 16. En *Microbiology Ecology of the Oceans*. Edit. D. L. Kirchman. Copyright Wiley-Liss. Inc. 542p.
- CE-CCA-001/89. 1990. Criterios Ecológicos de Calidad de Agua. Secretaría de Desarrollo Urbano y ecología. Gaceta Ecológica, pág. 26-36. Estados Unidos Mexicanos.
- CIGEA. 2002. Inventario de fuentes contaminantes de Cuba. Soporte magnético.
- Claro R. ed. 1994. Ecología de los peces marinos de Cuba. México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. 456 pp, illus., tab.
- EQS. 2002. Environmental Quality Standards for water pollution. Ministry of the Environment. Government of Japan. <http://www.env.go.jp/en/lar/regulation/wp.html>.
- Emilsson I. y J. J. Tápanes. 1971. Contribución a la hidrología de la plataforma sur de Cuba. Ser. Oceanol. 9:1-22.
- Espinosa, J., Claro, R., Perigó, E., Montalvo, J. F., Penié, I., García, I., Martínez, M., Trista, E., Guerra, R., Chavez, M. E., Hernández, K., Miravet, M. E., Lugioyo, M., Loza, S., Martínez, B. y Cantelar, K. 1999. Diagnóstico de las alteraciones ambientales de la costa y los ecosistemas marinos aledaños a la Cuenca Sur de La Habana. Informe del proyecto. (inédito). Archivo Instituto de Oceanología. 68 pp.
- Espinosa J., Herrera, A., Brito, R., Ibarzábal, D., González, G., Díaz, E. y Gotera, G. 1990. Los moluscos en la dieta de la langosta del Caribe *Panulirus argus* (Crustacea: Decapoda). *Iberus*, 9(1-2): 127-139.
- FAO. 1975. Manual of methods in aquatic environment research. FAO Fish. Tech. Pap. 137 Part 1. Methods for detection, measurement and monitoring of water pollution. 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.
- Hemminga. M.A. y Duarte C.M. 2000. *Seagrass Ecology*. University of Cambridge, 298p.
- Hernández A., E. Tristá, S. Lorenzo, L. Peña, P. Alcolado, M. Hdez, M. Sosa, M. Martínez Canals, M. Esquivel, R. Capote y F. Carreras. 2005: MEC-023 Los Ecosistemas Marino Costeros Del Tramo Surgidero-Mayabeque: Historia Ambiental, Estado Actual Y Soluciones. II Simposio Internacional "Manejo de Ecosistemas Costeros". V Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo ISBN 959-7164-93-0. Julio 2005.
- López-Baluja L. 1978a. Lista de especies de algas fitoplanctónicas determinadas en el Golfo de Batabanó. Archivo Científico. Instituto de Oceanología.
- López-Baluja L. 1978b. Variaciones estacionales del fitoplancton en el Golfo de Batabanó. Archivo Científico. Instituto de Oceanología.
- Loza, S., Barrios, K., Miravet. M.E., Lugioyo, M., Perigó, E. y Sánchez, M. 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: 21-24pp.
- Loza, S., M. Lugioyo, M. Martínez, M. E. Miravet, J. Montalvo y M. Sánchez. 2007. Evaluación de la calidad de las aguas del Golfo de Batabano (Cuba) a partir de indicadores biológicos y químicos. **Rev.Invest.Mar.** 28(2):111-120.
- Margalef R. 1974. Ecología. Ediciones Omega. Barcelona.
- Martínez Canals, M., I. Cortés Nodarse y R. Pérez Díaz. 1990. Metales pesados en los sedimentos del Golfo de Batabanó, Cuba. II Congreso de Ciencias del Mar, 23a. reunión de la Asociación de Laboratorios Marinos del Caribe. La Habana, Cuba, 18 al 22 de junio de 1990.
- Martínez Canals, M., R. Pérez Díaz e I. Cortés Nodarse. 1992. Niveles de concentración de metales pesados en sedimentos superficiales de la Ensenada de la Broa, Cuba. *Rep. Invest. Inst. de Oceanología*, No.3.
- Martínez Canals M., Pérez Díaz R., E. Chang Corona y A. Rodríguez. 2000. Elementos metálicos en sedimentos recientes del Golfo de Batabano, Cuba. CD MARCUBA 2000.
- Martínez Canals M., R. Pérez Díaz y J. Montalvo Estévez. 2001. Calidad ambiental de los arrecifes coralinos del SW de Cuba. *Rev. Contribución a la Educación y la Protección Ambiental*, vol. 2, VII Taller.
- Martínez Canals M., J. F. Montalvo, Ma. E. Miravet, M. Lugioyo, S. Loza y R. Pérez. 2004. Evaluación de zonas con impacto antrópico en el Golfo de Batabanó. Informe final Archivo científico del Instituto de Oceanología. 96 pp.
- Miravet, M.E. 2003. Abundancia, actividad y diversidad de bacterias heterótrofas en el Golfo de Batabanó y su uso como indicadores ambientales. Tesis de Doctorado. Fac. Biol., UH. 163p.
- Montalvo, J. F., E. Perigó, M. Martínez Canals y R. Pérez. 2003. Concentraciones más frecuentes de los

- parámetros químicos relacionados con la calidad ambiental de la plataforma marina cubana. MARCUBA 2003. 6to Congreso de Ciencias del Mar. Memorias. CD.
- NC 25. 1999. Sistema de Normas para la Protección del Medio Ambiente. Hidrósfera. Especificaciones y procedimientos para la evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero. 12 p.
- Pérez Díaz R., M. Martínez Canals, E. Chang Corona, E. Perigó y J. Francisco Montalvo. 2000. Metales pesados en el río Las Casas y la ensenada La Coloma. Rev. Contribución a la educación y la protección ambiental, Vol.0.
- Perigó A., E. Perigó, J. Montalvo, S. Esponda y A. Nievaes. 2007. Calidad ambiental. Hidrodinámica e intercambios de nutrientes entre el estuario del río Las Casas y el golfo de Batabanó, Cuba. PESCA 2007. La Habana. PP. 171.
- Perigó E., M. Martínez, R. Pérez, J. F. Montalvo, I. Penié, L. Rodas y J. Espinosa. 2000. Evaluación de la calidad ambiental del Golfo de Batabanó. (Inédito). Informe final. Archivo científico del Instituto de Oceanología. 100 PP.
- Perigó E., A. Alvarez, J. F. Montalvo, A. Nievaes, C. Peón y S. Esponda. 2003. Calidad ambiental, hidrodinámica y flujos de C, N y P en el estuario del río Las Casas con el golfo de Batabanó. Marcuba 2003. PP. 414
- Perigó E., J. F. Montalvo, G. Suárez, A. Areces, A. Nievaes, A. Hernández, S. Esponda y D. M. Pérez. 2003. Un compendio sobre la calidad ambiental en ecorregiones costeras del archipiélago cubano. MARCUBA 2003. La Habana. PP. 485.
- Poposwski 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. Instituto de Oceanología.
- 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.
- Ramírez O., E. Perigó, J. F. Montalvo, J. Simanca, L. Rodas y A. Nievaes. 2007. Calidad ambiental. Hidrodinámica e intercambios de nutrientes entre el estuario del río La Coloma y el golfo de Batabanó, Cuba. PESCA 2007. La Habana. PP. 179.
- Rast, W. y Holland, M. 1988. Eutrophication of lakes and reservoirs, a framework for making management decisions. *AMBIO.* 17:2-12
- 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. 293-342.
- Thacker 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.
- UNESCO. 1983. Chemical methods for use in marine environment monitoring. *Manuals and guides No. 12.*
- Usachev, P. I. 1961. Metodología cuantitativa para la recolección y elaboración del fitoplancton. *Trudi Soc. Hidrobiol.* (en ruso), 11: 411 - 415.
- Valle S. 2003. Diagnóstico del estado actual del stock de biayaiba en el golfo de Batabanó, región SW de Cuba. *Resúmenes MARCUBA.* La Habana. 2003. PP. 595.
- Vinberg, G. G. 1979. *Fundamentos generales del estudio de los ecosistemas acuáticos (en ruso).* Nauka, Moscú, 253 pp.
- Vinberg, T. y Shilo, M. 1979. Microbial Respiration. *Usp. Souram. Biol.* 21: 401-413.
- Wetzel, R. G. 1983. *Limnology.* Luander College Publishing. Philadelphia, 258 p.
- Williams, P.J. 2000. Heterotrophic Bacteria and the Dynamics of Dissolved Organic Material (Chapter 6). En: *Microbial Ecology of the Oceans.* Ed. D.L. Kirchman, Wiley-Liss, New York. 153-200.