



FOTO: NÉSTOR REY JIMÉNEZ

José Francisco Montalvo Estévez

[anaelig59@gmail.com](mailto:anaelig59@gmail.com)

Instituto de Oceanología, Ave. 1ra #18406 entre 184 y 186, Playa, La Habana, Cuba.

I

# HIDROQUÍMICA EN LOS GOLFOS DE CAZONES, ANA MARÍA Y GUACANAYABO

## Introducción

Las investigaciones sistemáticas de la plataforma marina suroccidental y las aguas oceánicas adyacentes datan desde la década de los años sesenta del siglo pasado (Lluis-Riera, Gómez-Quintero, & Salazar-Salazar, 1987). Estos autores presentaron los datos oceanográficos y químicos obtenidos entre julio de 1967 y marzo de 1970, a partir de cruceros oceanográficos donde en todos se estudió el golfo de Cazones. Entre 1988 y 1989, se evaluó de conjunto con otras instituciones la Zona Económica Exclusiva al Sur de Cuba, que incluyó también el golfo de Cazones.

En el caso de la plataforma marina suroriental y las aguas oceánicas adyacentes, los estudios sistemáticos se iniciaron en la década de los años setenta del siglo pasado (Lluis-Riera, 1977). Por su parte, Lluis-Riera & Salazar-Salazar (1981) mostraron los datos oceanográficos y químicos obtenidos desde abril de 1972 hasta julio de 1973, a partir de cinco cruceros a la región suroriental de la plataforma de Cuba y la franja oceánica adyacente. Evaluaciones posteriores, evidenciaron que las aguas de los golfos de Ana María y Guacanayabo son oligo-mesotróficas (Betanzos-Vega, Garcés, Delgado, & Pis, 2012; González-De Zaya, Lestayo, Merino-Ibarra, & Castillo, 2012; Hernández-Fernández *et al.*, 2013). Los estudios relacionados con la contaminación por sustancias tóxicas permanentes se relacionan fundamentalmente con metales pesados. Los sedimentos superficiales de la zona costera del golfo de Guacanayabo no presentan problemas de contaminación evidentes de cobre, plomo y zinc (Arecibia, Isaac, & González, 1988).

Los objetivos de este documento son: 1) analizar los cambios de la calidad del agua al sureste de la península de Zapata, a partir de la información existente entre los años 1967 y 1989, y 2) analizar los cambios de la calidad del agua en la plataforma marina suroriental de Cuba, a partir de la información existente entre los años 1972 y 2012.

## Factores físico-químicos en el golfo de Cazones

Los factores físico-químicos que se han evaluado en el golfo de Cazones son: la temperatura superficial del mar (TSM), la salinidad superficial del mar (SSM), el oxígeno disuelto (OD), el porcentaje de saturación de oxígeno (SO), el fósforo de fosfatos (P-PO<sub>4</sub>), el nitrógeno de nitratos más nitritos (N-NOX), el silicio de silicato (Si-SiO<sub>3</sub>) y el potencial de hidrógeno (pH). Los métodos analíticos usados se encuentran en Lluis-Riera *et al.* (1987). La red de estaciones muestreadas se representa en la figura 1.

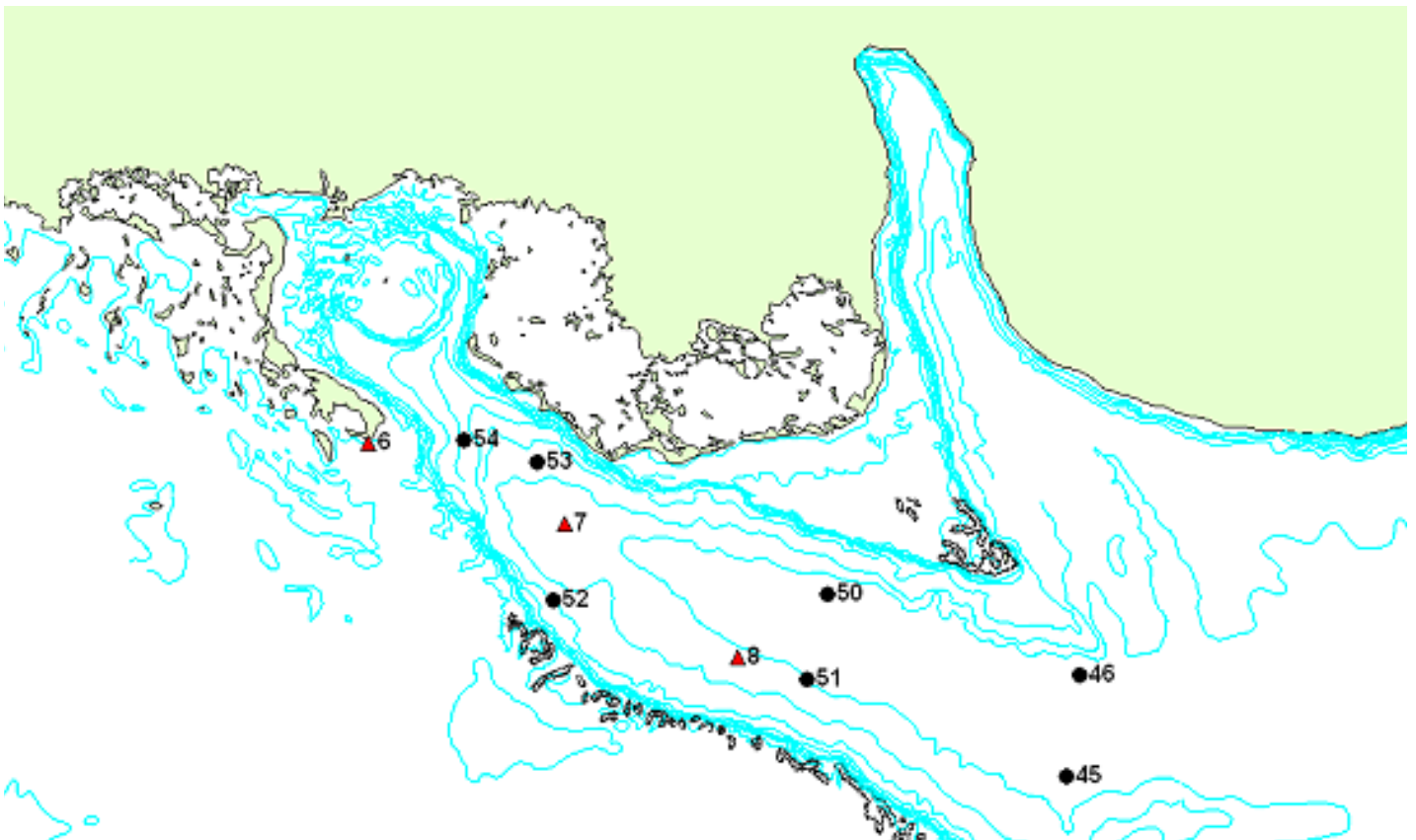


Figura 1. Red de estaciones de muestreo en las campañas oceanográficas realizadas entre 1967-1970 ( $\Delta$ ), y entre 1988-1989 ( $\bullet$ )

La temperatura superficial del mar en el golfo de Cazones siempre fue superior a los 24 °C y superó los 30 °C en la época de lluvias (Anexos 1 y 2), y estuvo condicionada por la temperatura del aire, la hora en que se realizó la medición y la época del año.

La salinidad superficial del golfo de Cazones entre 1967 y 1970 fluctuó entre 34 y 36,3 ups, y los valores más bajos se encontraron en la estación 6 en el período climático de lluvias (Anexo 1). En las campañas oceanográficas efectuadas entre julio de 1988 y febrero de 1989, la salinidad tuvo un valor medio de  $35,57 \pm 0,98$  ups, y los valores más bajos se detectaron en la campaña de julio de 1988 (Anexo 2). La salinidad estuvo influenciada por el escurrimiento terrestre de la ciénaga de Zapata, y en las zonas más alejadas a la línea costera por las aguas del mar Caribe.

Las concentraciones de oxígeno disuelto (OD) en la capa superficial del golfo de Cazones entre 1967 y 1970 superaron los 5 mg/L, valor establecido por la Norma Cubana 25 (1999) para que los cuerpos de agua marino se consideren de buena calidad en cuanto a uso pesquero. En el período de lluvias prevalecieron las subsaturaciones de oxígeno en los años 1968 y 1969 (Anexo 1), asociado a un posible incremento de la remineralización aeróbica de la materia orgánica acarreada por el escurrimiento terrestre. En las tres campañas realizadas entre 1988 y 1989, el OD tuvo una media de  $6,39 \pm 0,19$  mg/L, con saturaciones entre 99% y 108% (Anexo 2). Este incremento se relaciona con un posible aumento de la producción primaria, unida a una disminución de la remineralización de la materia orgánica. No obstante, la heterogeneidad de la red de estaciones de muestreos, impidió hacer generalizaciones sobre el comportamiento de este factor.

El fósforo inorgánico en la capa superficial del golfo de Cazones no fue deficitario, y las mayores concentraciones se encontraron en la etapa 1967-1970 (Anexo 1). En los cruceros realizados entre julio de 1988 y febrero de 1989, la concentración de fósforo fluctuó entre 0,06 y 0,14  $\mu\text{mol/L}$  (Anexo 2). En los muestreos realizados en 1968, prevalecieron las concentraciones de nitratos más nitrato mayor que 1  $\mu\text{mol/L}$  (Anexo 1), mientras que en la etapa 1988-1989 las concentraciones fueron menores a 0,25  $\mu\text{mol/L}$  (Anexo 2). La disminución en el tiempo de las concentraciones de estos nutrientes inorgánicos esenciales para la producción primaria, se pudiera

justificar por un mayor consumo de los productores primarios a fines de los años 80 del siglo pasado. En ambos casos, la baja disponibilidad de nitrógeno de nitratos más nitritos pudo deberse a un alto consumo de los productores primarios, pérdidas de nitrógeno por procesos de desnitrificación, así como posibles procesos de amonificación.

El silicato tuvo concentraciones entre 1,67 y 3,72  $\mu\text{mol/L}$ , y los mayores valores se midieron en el mes de julio de 1988 (Anexo 2). Esto puede estar asociado al escurrimiento terrestre, lo que se correspondió con la disminución de la salinidad. Este compuesto no fue limitante para los productores primarios como las diatomeas.

Las mediciones de pH solo se realizaron en julio y agosto de 1968 y marzo de 1970, y todos los valores fueron mayores que 8,1 (Anexo 1). La estación 6, cerca de la línea de costa, tuvo los valores más bajos, y no siempre coincidieron con las menores subsaturaciones de oxígeno.

## Factores físico-químicos en los golfos de Ana María y Guacanayabo

El golfo de Ana María es un golfo que se encuentra en la parte central de la costa meridional de la isla de Cuba. Se localiza en el límite entre las provincias de Sancti Spíritus, Ciego de Ávila y Camagüey, así como con el borde de la plataforma insular del archipiélago Jardines de la Reina. El lecho marino de este golfo es irregular, y cerca de la costa hay toda una serie de cayuelos que toman el nombre de "Ana María" y forman grupos que dificultan la navegación. En este golfo desemboca, entre otros ríos, el Jatibonico del Sur (Betanzos-Vega *et al.*, 2012; González-De Zaya *et al.*, 2012).

El golfo de Guacanayabo es un golfo del mar Caribe que se encuentra en la costa suroriental de la isla de Cuba entre las provincias de Camaguey, Las Tunas y Granma y el archipiélago de los Jardines de la Reina. En sus aguas desembocan ríos de gran importancia nacional y regional como el Cauto, Najasa, Tana y el Yaya (Betanzos-Vega *et al.*, 2012).

Para el análisis de las características químicas de las aguas de la plataforma suroriental de Cuba, se emplearon las bases de datos de las campañas

oceanográficas llevadas a cabo por el Instituto de Oceanología y el Centro de Investigaciones Pesqueras entre 1972 y 2010, y por GEOCUBA Estudios Marinos en 2013. La red de estaciones de muestreos se representa en la figura 2. Los factores físico-químicos cuantificados fueron: la temperatura superficial del mar (TSM), la salinidad superficial del mar (SSM), el oxígeno disuelto (OD), porcentaje de saturación de oxígeno

(SO), demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), demanda química de oxígeno (DQO), nitratos más nitritos (NOX), amonio ( $NH_4$ ), nitrógeno total (NT), fósforo inorgánico ( $PO_4$ ) y fósforo total (PT). Los métodos analíticos empleados se recogen en los informes de Lluís-Riera & Salazar-Salazar (1981), Perigó, Montalvo & Pérez (2003), Betanzos-Vega *et al.* (2012), González-De Zaya *et al.* (2012) y Hernández-Fernández *et al.* (2013).

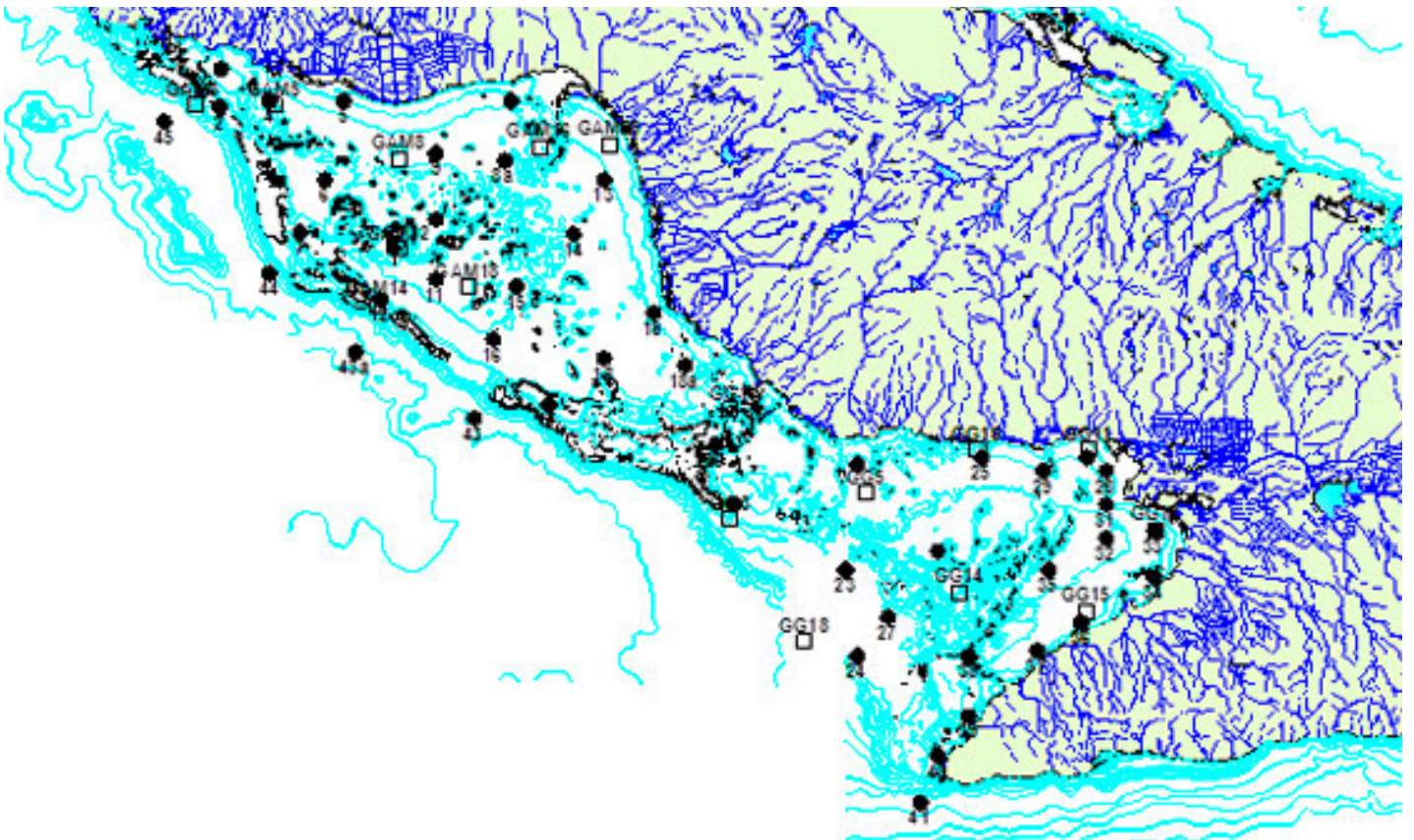


Figura 2. Red de estaciones de muestreos en las campañas oceanográficas realizadas entre 1972-1973 (•) y 2013 (□)

En los golfos de Ana María y Guacanayabo, entre los años 1972 y 1973, las concentraciones de oxígeno fueron siempre superiores a los 5 mg/L, valor establecido por la NC-25 (1999) para que un cuerpo de agua marina pueda ser considerado de buena calidad para uso pesquero. Las aguas superficiales de ambos golfos mostraron una marcada tendencia a estar sobresaturadas en oxígeno (Anexos 3 al 10). Los valores inferiores al 100% solo se registraron en la etapa de lluvias en zonas del golfo de Ana María cercanas a los ríos Manatí y Zaza, y en el golfo de

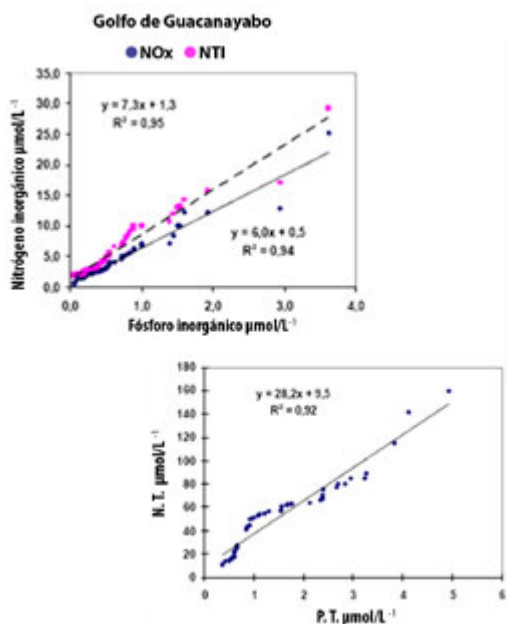
Guacanayabo en la región costera entre Guayabal y el río Yara (Lluís-Riera & Salazar-Salazar, 1981).

En el golfo de Ana María, los valores de pH en la etapa 1972-1973 fueron superiores a 8,00 en la época de seca de 1972 (Anexo 3), mientras que en el período de lluvias las estaciones 1, 3 y 4 localizadas entre los ríos Manatí y Zaza tuvieron el pH inferior a la cifra antes mencionada (Anexo 6). Esto último puede estar asociado al posible acarreo de materia orgánica en diferente grado de descomposición por

el escurrimiento fluvial. En la misma etapa de estudio, el pH fue mayor que 8,10 en todas las estaciones de muestreos del golfo de Guacanayabo (Anexos 7 y 10).

Entre los años 1972 y 1973 en los golfos de Ana María y Guacanayabo, los mayores valores de oxígeno disuelto y las sobresaturaciones del oxígeno fueron superiores en la etapa de seca (Anexos 3 al 10), atribuido a una posible elevada producción primaria. Ambos golfos se caracterizaron por tener bajas concentraciones de nitrógeno inorgánico (nitratos más nitrito) en este período, lo que sugiere un posible predominio del amonio (Anexos 3 al 10). El fósforo inorgánico fue más abundante en la etapa de lluvias (Anexos 3 al 10), relacionado con el aumento del fósforo al incrementarse el caudal de los ríos. Según Ludwing (2007) la productividad de los ecosistemas marinos-costeros depende de las entradas de nitrógeno y fósforo desde los ríos.

Montalvo *et al.* (2010) concluyeron que en el golfo de Guacanayabo el nitrógeno inorgánico fue restrictivo para los productores primarios, favoreciendo el desarrollo de especies fijadoras de nitrógeno, aunque la relación NT/PT fue típica de mares donde los nutrientes como el nitrógeno y el fósforo no limitan a los productores primarios (Fig. 3).

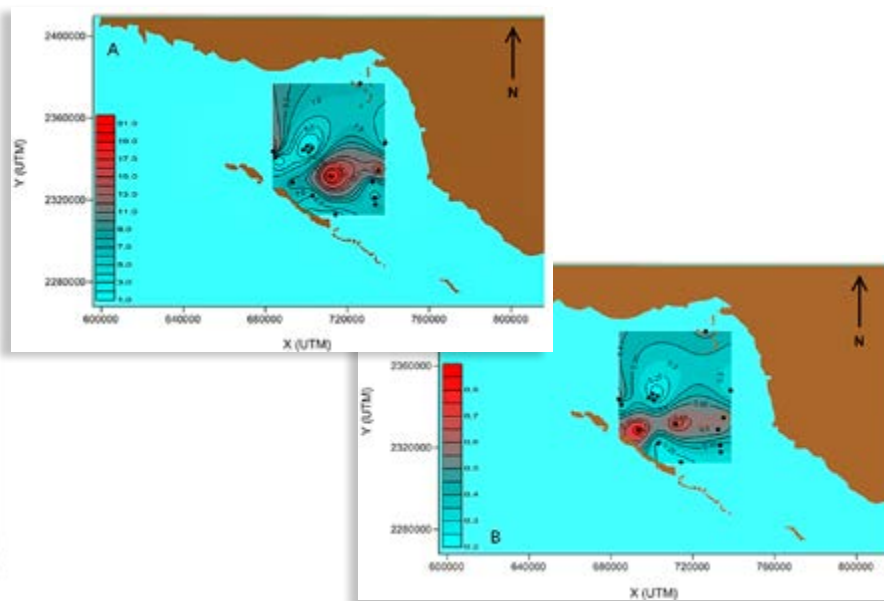


**Figura 3.** Relaciones nitratos más nitrito y fósforo inorgánico, nitrógeno total inorgánico y fósforo inorgánico, y nitrógeno total y fósforo total en las aguas superficiales del golfo de Guacanayabo. Tomado de Montalvo *et al.* (2010)

A partir de la campaña oceanográfica realizada en octubre de 2011 al golfo de Ana María, González-De Zayas *et al.* (2012) concluyeron que la temperatura fue típica para la época climática, la salinidad fue homogénea en toda el área (entre 36,0 y 37,3 ups), el oxígeno disuelto fue superior a 6,0 mg/L, y los nutrientes tuvieron niveles comparables a los de estudios realizados en la década del 70 del siglo pasado en la misma región (Anexos 3 al 6 y 11).

En esa campaña oceanográfica, la relación entre el nitrógeno inorgánico disuelto/fósforo reactivo soluble fue de 18/1, por lo que el nutriente limitante fue el fósforo reactivo soluble. El índice de eutrofización calculado fue  $2,9 \pm 0,5$  usando nitrógeno inorgánico disuelto y 0,9 empleando el fósforo reactivo soluble. González-De Zayas *et al.* (2012) señalan que las condiciones hidroquímicas de la zona de estudio tiene características de áreas costeras con intercambio con el mar Caribe oligotrófico, y escasos aportes terrígenos (principalmente durante la época de escasas lluvias).

Los niveles más elevados de nutrientes estuvieron entre los cayos Santa María y Cuervo, donde los procesos regenerativos de los mismos en las lagunas interiores, así como las precipitaciones, pudieron aportar nutrientes hacia las aguas del golfo (Fig. 4).



**Figura 4.** Distribución espacial del nitrógeno total disuelto (NTD) (A) y fósforo inorgánico soluble (B) en las aguas superficiales de la parte central del golfo de Ana María en octubre de 2011. Tomado de González-De Zayas *et al.* (2012)

En agosto de 2013 en el golfo de Ana María, las sobresaturaciones de oxígeno fueron frecuentes y las concentraciones de materia orgánica evaluadas a través de la  $DBO_5$  y la DQO fueron menores que 1 mg/L, el pH fue superior a 8,3 y las concentraciones de compuestos de nitrógeno inorgánico, fósforo inorgánico y total no fueron elevadas (Anexo 12). Los valores anteriores (de  $DBO_5$  y DQO) se corresponden con cuerpos de agua marina no contaminados por materia orgánica de acuerdo a los umbrales establecidos por la NC-25 (1999) y la EQS (2002).

El golfo de Guacanayabo, en agosto de 2013 tuvo sobresaturaciones de oxígeno, los valores de  $DBO_5$  y DQO más comunes fueron mayor que 1 mg/L para la  $DBO_5$  y superiores a 2 mg/L para la DQO (Anexo 13), típicos de agua marina de dudosa calidad para actividades de pesca, de acuerdo a las normas antes mencionadas. El pH en las aguas superficiales fue mayor que 8,30 y el amonio fue la forma de nitrógeno inorgánico más representativa, siendo pobre en compuestos de fósforo inorgánico y total (Anexo 13).

A partir de cuatro muestreos efectuados en meses lluviosos del 2009 en los golfos de Ana María y Guacanayabo, Betanzos-Vega *et al.* (2012) demostraron que entre ambos golfos hubo diferencias significativas en la salinidad, el fósforo inorgánico y los silicatos, y que las máximas concentraciones de nutrientes se localizaron en áreas adyacentes a los principales sistemas lagunares y cuencas hidrográficas, con gradientes perpendiculares a la costa que disminuyeron a medida que se incrementó la distancia a estos cuerpos de agua (Anexo 14). Esto corrobora que las mayores exportaciones dependen mayoritariamente del régimen de precipitaciones, del escurrimiento, de las amplitudes de las mareas y de los procesos de mezcla en los cuerpos de aguas interiores.

Al comparar la abundancia de compuestos inorgánicos de nitrógeno y fósforo en el período 1972-2013, se observó un incremento de las formas oxidadas de nitrógeno inorgánico y fosfato (Anexo 15). Según Betanzos-Vega *et al.* (2012), en los golfos de Ana María y Guacanayabo, hubo un aumento escalonado de las concentraciones de fósforo inorgánico desde los años 70 del siglo pasado hasta el 2009, al igual que el NOX. No obstante, estos autores demostraron el carácter oligo-mesotrófico de ambos cuerpos de agua.

En el área marina protegida Gran Banco de Buena

Esperanza (dentro del golfo de Guacanayabo) en julio de 2011 y 2012, la temperatura promedio fue de 30,8 °C, la salinidad fue 37,2 ups, el oxígeno disuelto estuvo entre 5,3 y 8,0 mg/L y la concentración promedio de nitrógeno inorgánico disuelto fue de  $13,2 \pm 9,1 \mu\text{mol/L}$  (Hernández-Fernández *et al.*, 2013).

## Conclusiones

1. En el golfo de Cazonas, la salinidad estuvo influenciada por el escurrimiento de la ciénaga de Zapata y la mezcla con las aguas del mar Caribe. Las concentraciones de oxígeno disuelto, saturaciones de oxígeno y valores de pH en la etapa de seca, evidenciaron que prevalecieron los procesos autotróficos sobre los heterotróficos, y no fue una zona rica en compuestos inorgánicos de nitrógeno y fósforo.
2. En los golfos Ana María y Guacanayabo, las concentraciones de oxígeno fueron superiores al valor de saturación, excepto en la época de lluvias en las zonas costeras influenciadas por los ríos Manatí y Zaza, y en el sector costero entre Guayabal y el río Yara. En el golfo de Guacanayabo, se detectaron los mayores valores de pH y de materia orgánica, los compuestos inorgánicos de nitrógeno y fósforo carecieron de un patrón temporal definido, y sus concentraciones correspondieron a aguas marina oligo-mesotróficas.

## Referencias

- Arencibia, G. C., Isaac, M., & González, H. (1988).** Distribución de metales en sedimentos costeros del golfo de Guacanayabo. *Revista Cubana Química*, 3, 1-10.
- Betanzos-Vega, A., Garcés, Y. R., Delgado, G. M., & Pis, M. A. R. (2012).** Variaciones espacio-temporales de nutrientes y grado de eutrofización en aguas de los golfos de Ana María y Guacanayabo. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras*, 4, 117-130.
- EQS (2002).** Environmental Quality Standards for Water Pollution. <http://www.env.go.jp/en/lar/regulation/wp.html>
- González-De Zayas, R., Lestayo, J. A. G., Merino-Ibarra, M., & Castillo, F. S. S. (2012).** Condiciones hidroquímicas recientes de la zona central del golfo de Ana María, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 32(2), 9-14.
- Hernández-Fernández, L., Olivera, Y., González-De Zayas, R., Salvat, H. T., Guimaraes, M. B., Ventura, Y. D.,.... Pina-Amargós, F. (2013).** Caracterización fisicoquímica e inventario de

especies del Gran Banco de Buena Esperanza, golfo de Guacanayabo, Cuba. *Rev. Invest. Mar*, 33(2), 43-57.

**López-García, D., Montalvo-Estévez, J. F., García-Ramil, I., Blanco-Concepción, M., & Pérez-Alfonso, J. (2014).**

Régimen hidroquímico en los golfos de Ana María y Guacanayabo. Informe científico de GEOCUBA Estudios Marinos (Inédito). 57 pp.

**Ludwig, W. (2007).** River inputs to Southern European seas: Major drivers for ecosystem changes during past and future decades. 38th CIESM Congress Proceedings. No. 38, 29 p.

**Lluis-Riera, M. (1977).** Estudios hidrológicos de la plataforma suroriental de Cuba y aguas oceánicas adyacentes. Informe Científico-Técnico No 16. CDU 551.242.5 (729.1-12):556.1) Instituto de Oceanología. 29 p.

**Lluis-Riera, M., Gómez-Quintero, M. J., & Salazar-Salazar, H. (1987).** Datos oceanográficos de la plataforma suroccidental de Cuba y de las aguas oceánicas adyacentes. Editorial Academia. 159 p.

**Lluis-Riera, M., & Salazar-Salazar, H. (1981).** Informe de datos oceanográficos de la plataforma suroriental de Cuba y sus aguas adyacentes. Editora de la ACC, La Habana 1981. 139 p.

**Montalvo, J. F., Perigó, E., Martínez, M., García, I., Esponda, S. C., Cesar, M.,... Blanco, M. (2010).** Compuestos de nitrógeno y fósforo en las aguas superficiales de tres zonas de la plataforma marina cubana. *Serie Oceanológica*, 7, 27-36.

**NC-25 (1999).** Norma Cubana. Hidrosfera.

Especificaciones y procedimientos para la evaluación de los objetivos hídricos para uso pesquero. Norma obligatoria.

**Perigó, E., Montalvo, J. F., & Pérez, D. M. (2003).** Valores más frecuentes y extremos de los parámetros químicos de calidad ambiental en ecosistemas costeros y aguas de la plataforma marina cubana. Contribución a la Educación y la Protección Ambiental, 4, 445-455.



## ANEXOS

## Anexo 1

Factores hidrológicos y químicos en la capa superficial del golfo de Cazones entre 1967 y 1970. Latitud (Lat.), longitud (Long.), temperatura superficial del mar (TSM), salinidad superficial del mar (SSM), oxígeno disuelto (OD), saturación de oxígeno (SO), fósforo de fosfato (P-PO4), nitrógeno de nitratos más nitrito (N-NOX) y potencial de hidrógeno (pH). Datos tomados de Lluís-Riera *et al.* (1987).

Estaciones	Fecha	Lat.	Long.	TSM °C	SSM ups	OD mg/L	SO %	P-PO4 μmol/L	N-NOX μmol/L	pH
6	28/07/67	22°01´	22°01´	29,4	35,3	*	*	*	*	*
7	27/07/67	21°59´	21°59´	28,9	35,3	6,21	102	*	*	*
8	27/07/67	22°01´	81°33´	30,2	35,6	6,26	105	*	*	*
6	31/05/68	22°01´	81°33´	27,2	35,9	6,17	99	*	*	*
7	01/06/68	21°59´	21°59´	27,9	35,8	6,00	97	0,17	0,46	*
6	04/07/68	22°01´	81°33´	29,5	34,8	5,76	95	*	1,29	8,16
7	05/07/68	21°59´	81°25´	29,5	35,2	5,89	97	0,29	1,14	8,20
8	06/07/68	22°01´	81°33´	29,5	35,6	5,84	97	0,25	1,29	8,19
6	12/04/69	22°01´	81°33´	27,6	36,3	7,10	114	*	*	
6	14/08/69	21°59´	81°25´	29,8	34,0	6,24	103	*	*	8,21
8	13/08/69	22°01´	81°33´	30,5	34,6	5,86	98	0,19	0,20	8,22
6	01/02/70	22°01´	81°33´	24,9	36,0	6,61	102	*	*	
6	20/03/70	21°59´	81°25´	25,7	36,2	*	*	0,11	*	8,34
8	20/03/70	22°01´	81°33´	24,5	36,0	*	*	0,14	*	8,36

\*No existe información

## Anexo 2

Factores hidrológicos y químicos en la capa superficial del golfo de Cazones entre 1988 y 1989. Latitud (Lat.), longitud (Long.), temperatura superficial del mar (TSM), salinidad superficial del mar (SSM), oxígeno disuelto (OD), saturación de oxígeno (SO), fósforo de fosfato (P-PO4), nitrógeno de nitratos más nitrito (N-NOX) y silicio de silicato (Si-SiO<sub>3</sub>). Información tomada del Archivo Científico del Instituto de Oceanología.

Estaciones	Fecha	Lat.	Long.	TSM °C	SSM ups	OD mg/L	SO %	P-PO4 μmol/L	N-NOX μmol/L	Si-SiO <sub>3</sub> μmol/L
45	19/07/88	21°49'30''	81°04'40''	30,2	34,8	6,43	107	*	0,15	3,58
46	19/07/88	21°53'18''	81°04'06''	29,9	34,7	6,44	107	*	0,14	3,43
50	20/07/88	21°56'20''	81°14'20''	30,0	34,7	6,26	104	0,07	0,25	3,27
51	20/07/88	21°53'10''	81°15'10''	30,3	34,6	6,37	106	*	*	3,72
52	20/07/88	21°56'90''	81°25'30''	30,6	34,2	6,49	108	0,11	0,17	2,98
53	20/07/88	22°01'20''	81°26'10''	30,5	33,8	6,33	105	0,08	0,15	3,24
54	20/07/88	22°02'10''	81°29'09''	30,5	33,2	6,39	106	0,10	0,16	1,89
45	29/10/88	21°49'30''	81°04'40''	28,4	36,2	6,14	100	0,12	0,20	2,22
46	28/10/88	21°53'18''	81°04'06''	28,6	36,2	6,29	103	0,13	0,13	2,51
50	28/10/88	21°56'20''	81°14'20''	28,7	36,2	6,14	101	*	0,12	2,58
51	29/10/88	21°53'10''	81°15'10''	28,6	36,2	6,20	102	0,14	0,14	2,30
52	28/10/88	21°56'90''	81°25'30''	28,5	36,1	6,06	99	*	0,21	2,53
53	28/10/88	22°01'20''	81°26'10''	28,6	36,1	6,23	102	0,14	0,12	2,05
54	28/10/88	22°02'10''	81°29'09''	28,5	36,1	6,26	102	*	0,21	2,10
45	20/02/89	21°49'30''	81°04'40''	26,1	36,2	6,60	104	0,07	0,17	3,02
46	20/02/89	21°53'18''	81°04'06''	25,9	36,3	6,69	105	0,06	0,19	3,18
50	21/02/89	21°56'20''	81°14'20''	25,9	36,2	6,54	103	0,12	0,09	2,95
51	21/02/89	21°53'10''	81°15'10''	25,9	36,3	6,50	102	0,13	0,20	2,84
52	21/02/89	21°56'90''	81°25'30''	25,8	36,4	6,63	104	0,08	0,15	2,80
53	21/02/89	22°01'20''	81°26'10''	25,9	36,3	6,69	105	0,11	0,12	1,67
54	21/02/89	22°02'10''	81°29'09''	25,9	36,28	6,63	104	0,08	0,15	1,98

\*No existe información

### Anexo 3

Factores hidrológicos y químicos en las aguas superficiales del golfo de Ana María en abril de 1972. Latitud (Lat.), longitud (Long.), temperatura superficial del mar (TSM), salinidad superficial del mar (SSM), oxígeno disuelto (OD), saturación de oxígeno (SO), potencial de hidrógeno (pH), nitratos más nitrito (N-NOX) y fósforo inorgánico (P-PO4). Datos tomados de Lluís-Riera & Salazar-Salazar (1981).

Estaciones	Fecha	Hora	Lat.	Long.	TSM °C	SSM ups	OD mg/L	SO %	pH	N-NOX μmol/L	P-PO4 μmol/L
1	23/4/72	15:00	21°39´	73°49´	27,9	37,4	6,37	102,8	8,41	0,07	0,11
3	23/4/72	12:45	21°36´	79°41´	27,7	37,4	6,37	102,5	8,30	0,06	0,11
4	23/4/72	11:30	21°33´	79°33´	27,7	38,3	6,29	101,6	8,30	0,07	0,11
5	23/4/72	9:50	21°33	79°21´	27,7	38,8	6,41	104,2	8,35	0,09	0,09
6	23/4/72	7:50	21°21´	79°24´	27,2	37,4	6,46	103,0	8,32	0,14	0,10
7	21/4/72	16:30	21°13´	79°28´	27,8	37,3	6,37	102,8	8,29	0,09	0,16
8	21/4/72	7:15	21°33´	78°54´	27,4	38,5	6,37	102,8	8,32	0,24	0,12
9	21/4/72	9:24	21°25´	79°06´	27,2	38,4	6,46	103,7	8,28	0,10	0,10
10	21/4/72	11:	21°15´	79°06´	27,1	38,1	6,46	103,4	8,30	0,08	0,10
11	21/4/72	12:35	21°06´	79°06´	27,5	37,8	6,46	103,9	8,27	0,09	0,11
12	21/4/72	14:05	21°03´	79°15´	27,8	36,7	6,46	103,7	8,36	0,07	0,15
13	10/4/72	13:15	21°21´	78°39´	26,8	37,9	6,37	101,1	8,34	*	0,10
14	10/4/72	16:05	21°11´	78°22´	27,1	37,8	6,29	100,4	8,31	*	0,10
15	11/04/72	7:45	21°05´	78°53´	26,5	37,8	6,41	101,4	8,28	*	0,10
16	11/04/72	9:37	20°57´	78°57´	26,7	37,6	6,41	101,6	*	*	0,10
17	11/04/72	11:45	20°47´	78°48´	26,8	37,4	6,41	101,6	*	*	0,09
18	11/04/72	13:08	20°54´	78°39´	27,1	37,2	6,41	102,0	8,34	*	0,11
19	11/04/72	14:40	21°01´	78°31´	27,4	37,6	6,41	103,0	8,54	*	0,09
20	12/4/72	15:20	20°41´	78°21´	27,1	36,9	6,33	100,4	8,31	0,11	0,12
21	12/4/72	8:40	20°32´	78°18´	26,9	36,5	6,41	101,4	8,08	*	0,11
43	20/4/72	8:50	20°45´	79°00´	27,1	35,8	6,37	99,8	8,30	0,38	0,14
44	22/4/72	9:30	21°07´	79°33´	27,1	36,0	6,46	102,0	*	0,08	0,11

\*No existe información

## Anexo 4

Factores hidrológicos y químicos en las aguas superficiales del golfo de Ana María en agosto de 1972. Latitud (Lat.), longitud (Long.), temperatura superficial del mar (TSM), salinidad superficial del mar (SSM), oxígeno disuelto (OD), saturación de oxígeno (SO), nitratos más nitrito (N-NOX) y fósforo inorgánico (P-PO4). Datos tomados de Lluís-Riera & Salazar-Salazar (1981).

Estaciones	Fecha	Hora	Lat.	Long.	TSM °C	SSM ups	OD mg/L	SO %	N-NOX μmol/L	P-PO4 μmol/L
1	19/8/72	14:30	21°39′	73°49′	29,9	35,9	6,29	103,5	*	*
2	19/8/72	18:00	21°36′	79°41′	29,8	36,6	6,64	109,7	0,30	*
3	19/8/72	16:50	21°33′	79°33′	29,6	35,9	6,41	105,4	0,44	*
4	20/8/72	7:35	21°33′	79°21′	29,4	36,6	6,33	104,0	0,08	0,08
5	20/8/72	14:36	21°21′	79°24′	29,5	35,4	5,91	96,5	0,04	*
6	20/8/72	14:36	21°13′	79°28′	30,0	36,9	6,21	103,3	0,07	*
7	20/8/72	17:00	21°33′	78°54′	30,1	36,5	6,40	106,2	*	0,13
8	23/8/72	14:00	21°39′	73°49′	30,4	36,3	6,21	103,6	0,25	0,54
8A	23/8/72	11:10	21°24′	78°55′	29,9	36,9	6,16	100,7	0,16	*
9	23/8/72	8:30	21°25′	79°06′	29,8	37,1	*	*	0,30	0,07
10	22/8/72	14:19	21°15′	79°06′	30,4	36,9	6,17	103,1	0,20	*
11	22/8/72	15:00	21°06′	79°06′	31,3	36,7	*	*	0,21	0,16
12	21/8/72	14:19	21°03′	79°15′	29,1	36,2	5,99	97,7	0,19	*
13	24/8/72	10:55	21°21′	78°39′	29,5	35,9	6,30	103,3	0,19	0,16
14	24/8/72	14:00	21°11′	78°22′	30,0	36,5	*	*	0,10	0,30
15	24/8/72	7:45	21°05′	78°53′	30,5	36,8	6,29	105,3	0,16	0,30
16	25/8/72	14:30	20°57′	78°57′	29,9	36,0	6,30	104,0	0,13	*
17	26/8/72	7:40	20°47′	78°48′	29,3	36,7	5,83	95,6	0,16	0,23
18	26/8/72	13:08	20°54′	78°39′	29,5	36,8	6,03	99,3	0,15	0,20
18A	26/8/72	16:13	20°53′	78°26′	30,0	36,8	6,06	100,5	*	0,03
19	26/8/72	14:20	21°01′	78°31′	30,1	36,3	6,21	103,1	0,10	0,07
20	27/8/72	7:15	20°41′	78°21′	29,6	36,9	6,01	99,3	0,12	0,18
43	28/8/72	7:15	20°45′	79°00′	29,2	35,9	6,32	103,0	0,20	0,03
43a	22/8/72	7:20	20°55′	79°19′	29,2	35,9	6,27	102,1	0,10	0,22
44	21/8/72	7:25	21°07′	79°33′	29,0	35,9	6,36	103,2	0,11	0,12
45	19/8/72	9:45	21°30′	79°50′	29,0	35,9	6,30	102,3	0,20	*

\*No existe información

## Anexo 5

Factores hidrológicos y químicos en las aguas superficiales del golfo de Ana María en febrero de 1973. Latitud (Lat.), longitud (Long.), temperatura superficial del mar (TSM), salinidad superficial del mar (SSM), oxígeno disuelto (OD), saturación de oxígeno (SO). Datos tomados de Lluís-Riera & Salazar-Salazar (1981).

Estaciones	Fecha	Hora	Lat.	Long.	TSM °C	SSM ups	OD mg/L	SO %
1	3/2/73	11:05	21°39´	73°49´	25,1	36,4	6,89	105,7
2	3/2/73	15:05	21°36´	79°41´	26,1	36,3	6,83	106,2
3	3/2/73	13:15	21°33´	79°33´	24,2	36,7	6,80	104,4
4	3/2/72	16:35	21°33´	79°21´	24,8	37,1	6,80	104,4
5	4/2/73	9:35	21°21´	79°24´	23,7	37,3	6,81	102,8
6	4/2/73	12:00	21°13´	79°28´	24,1	36,9	6,91	104,3
7	5/2/73	14:10	21°33´	78°54´	24,8	36,5	*	*
8	7/2/73	8:30	21°39´	73°49´	23,0	37,6	6,83	102,0
8A	6/2/73	16:50	21°24´	78°55´	*	37,5	*	*
9	6/2/73	14:40	21°25´	79°06´	23,1	37,4	6,80	102,6
10	6/2/73	12:28	21°15´	79°06´	23,7	37,4	6,83	103,0
11	6/2/73	10:13	21°06´	79°06´	*	37,2	6,84	*
12	6/2/73	7:35	21°03´	79°15´	24,3	36,5	6,57	99,6
13	7/2/73	12:28	21°21´	78°39´	23,3	37,6	6,80	102,1
14	7/2/73	14:12	21°11´	78°22´	23,8	37,5	6,89	104,1
15	7/2/73	16:20	21°05´	78°53´	23,9	37,3	*	*
16	8/2/73	7:33	20°57´	78°57´	23,2	37	6,66	99,4
17	8/2/73	9:25	20°47´	78°48´	23,5	37,1	6,89	103,4
18	8/2/73	11:10	20°54´	78°39´	23,8	37,1	6,89	103,9
18A	8/2/73	15:10	20°53´	78°26´	*	36,9	*	*
19	8/2/73	13:22	21°01´	78°31´	23,5	37,3	6,76	101,7
20	9/2/73	10:37	20°41´	78°21´	24,1	36,7	6,97	105,4
21	9/2/73	8:51	20°32´	78°18´	24,0	36,4	*	*
43	18/2/73	7:45	20°45´	79°00´	25,6	36,1	6,60	102,2
44	18/2/73	14:45	21°07´	79°33´	25,7	36,1	*	*
45	18/2/73	10:45	21°30´	79°50´	25,6	36,1	*	*

\*No existe información

## Anexo 6

Factores hidrológicos y químicos en las aguas superficiales del golfo de Ana María en junio y julio de 1973. Latitud (Lat.), longitud (Long.), temperatura superficial del mar (TSM), salinidad superficial del mar (SSM), oxígeno disuelto (OD), saturación de oxígeno (SO), potencial de hidrógeno (pH) y fósforo inorgánico (P-PO4). Datos tomados de Lluís-Riera & Salazar-Salazar (1981).

Estaciones	Fecha	Hora	Lat.	Long.	TSM °C	SSM ups	OD mg/L	SO %	pH	P-PO4 μmol/L
1	19/6/73	6:55	21°39´	73°49´	29,3	36,0	5,86	95,6	7,84	*
2	19/6/73	10:15	21°36´	79°41´	29,4	36,5	5,99	98,1	8,05	0,12
3	19/6/73	8:50	21°33´	79°33´	29,7	37,5	5,83	96,7	7,90	0,15
4	19/6/73	11:35	21°33´	79°21´	29,7	37,9	6,07	101,2	7,98	0,08
5	19/6/73	13:45	21°21´	79°24´	30,7	38,3	6,41	109,0	8,24	0,14
6	19/6/73	15:40	21°13´	79°28´	30,0	37,5	6,03	100,7	8,15	0,22
7	19/6/73	17:30	21°33´	78°54´	30,3	37,1	6,10	102,6	8,06	0,08
8	21/6/73	6.:50	21°39´	73°49´	29,7	37,8	6,16	102,4	8,13	0,14
8A	20/6/73	16:50	21°24´	78°55´	30,1	38,9	5,99	100,2	8,21	0,22
9	20/6/73	13:50	21°25´	79°06´	30,1	38,2	6,04	101,4	8,13	0,17
10	20/6/73	12:25	21°15´	79°06´	29,9	37,8	6,04	101,0	8,09	*
11	20/6/73	10:45	21°06´	79°06´	29,5	36,9	6,20	102,4	*	0,14
12	20/6/73	8:50	21°03´	79°15´	29,5	37,1	6,10	100,7	*	0,08
13	21/6/73	10:50	21°21´	78°39´	29,8	37,4	6,14	102,1	*	0,14
14	21/6/73	12:45	21°11´	78°22´	30,8	37,8	6,10	103,4	8,44	0,20
15	21/6/73	15:10	21°05´	78°53´	30,6	37,7	6,20	104,6	8,52	0,14
16	22/6/73	8:35	20°57´	78°57´	29,9	37,1	5,91	98,1	8,21	0,20
17	22/6/73	10:30	20°47´	78°48´	29,8	37,4	6,04	100,5	8,37	0,08
18	22/6/73	12:05	20°54´	78°39´	30,1	37,4	6,07	101,4	8,46	0,12
18A	22/6/73	15:40	20°53´	78°26´	30,3	37,1	6,07	101,4	8,55	0,22
19	22/6/73	14:10	21°01´	78°31´	30,1	37,4	6,24	101,3	8,63	0,25
20	23/7/73	9:45	20°41´	78°21´	29,7	36,9	6,00	99,3	8,07	0,14
21	23/7/73	9:30	20°32´	78°18´	29,9	36,7	6,09	100,7	8,29	0,20
43	30/6/73	12:50	20°45´	79°00´	29,4	36,2	6,12	100,2	*	*
44	1/7/73	13:40	21°07´	79°33´	29,6	36,3	6,12	100,7	*	*
45	2/7/73	7:45	21°30´	79°50´	29,0	36,2	6,31	103,0	8,05	0,17

\*No existe información

## Anexo 7

Factores hidrológicos y químicos en las aguas superficiales del golfo de Guacanayabo en abril de 1972. Latitud (Lat.), longitud (Long.), temperatura superficial del mar (TSM), salinidad superficial del mar (SSM), oxígeno disuelto (OD), saturación de oxígeno (SO), potencial de hidrógeno (pH), nitratos más nitrito (N-NOX) y fósforo inorgánico (P-PO4). Datos tomados de Lluís-Riera & Salazar-Salazar (1981).

Estaciones	Fecha	Hora	Lat.	Long.	TSM °C	SSM ups	OD mg/L	SO %	pH	N-NOX μmol/L	P-PO4 μmol/L
22	14/4/72	7:20	20°38´	77°58´	26,8	37,4	6,29	99,5	8,41	*	0,11
23	18/4/72	13:10	20°22´	78°00´	27,7	35,9	6,61	105,5	8,31	0,23	0,13
24	18/4/72	12:30	20°09´	77°58´	27,6	35,9	6,46	102,7	8,26	0,33	0,14
25	14/4/72	11:55	20°39´	77°38´	27,2	37,5	6,46	103,2	8,39	0,10	0,13
26	14/4/72	9:55	20°25´	77°45´	26,8	37,2	6,33	100,2	*	*	0,10
27	18/4/72	10:26	20°15´	77°53´	27,5	35,9	6,57	104,3	8,38	*	0,13
29	14/4/72	13:35	20°37´	77°18´	27,4	37,6	6,54	105,0	8,27	0,15	0,13
30	14/4/72	14:35	20°39´	77°21´	28,3	37,3	6,61	107,4	8,29	0,09	0,11
31	14/4/72	15:50	20°32´	77°18´	28,3	37,6	6,46	104,9	8,33	0,10	0,13
32	15/4/72	8:20	20°27´	77°18´	26,9	37,5	6,54	103,8	8,32	0,37	0,16
33	15/4/72	6:30	20°28´	77°10´	26,8	37,5	6,41	101,8	8,58	0,33	0,16
34	15/4/72	10:10	20°21´	77°10´	27,4	37,6	6,37	102,3	8,39	0,09	0,14
35	16/4/72	10:40	20°22´	77°27´	27,2	37,6	6,33	101,1	8,39	*	0,15
36	16/4/72	11:45	20°14´	77°22´	27,5	37,3	*	*	8,33	0,16	0,15
37	16/4/72	13:08	20°10´	77°29´	27,7	36,9	6,61	106,2	8,34	0,05	0,14
38	16/4/72	14:45	20°09´	77°40´	27,3	36,6	*	*	8,30	0,05	0,15
39	16/4/72	16:30	20°00´	77°40´	27,7	36,3	6,54	104,6	8,30	0,06	0,14
40	17/4/72	6:45	19°54´	77°45´	28,0	36,0	6,70	107,3	8,25	0,52	0,14
41	17/4/72	8:05	19°47´	77°48´	27,1	35,9	6,41	101,1	8,29	0,03	0,15

\*No existe información

## Anexo 8

Factores hidrológicos y químicos en las aguas superficiales del golfo de Guacanayabo en agosto de 1972. Latitud (Lat.), longitud (Long.), temperatura superficial del mar (TSM), salinidad superficial del mar (SSM), oxígeno disuelto (OD), saturación de oxígeno (SO), nitratos más nitrito (N-NOX) y fósforo inorgánico (P-PO4). Datos tomados de Lluís-Riera & Salazar-Salazar (1981).

Estaciones	Fecha	Hora	Lat.	Long.	TSM °C	SSM ups	OD mg/L	SO %	N-NOX μmol/L	P-PO4 μmol/L
22	27/8/72	10:00	20°38´	77°58´	29,6	36,6	6,14	101,2	0,16	0,52
25	27/8/72	16:50	20°39´	77°38´	29,8	36,3	6,06	99,8	0,12	0,64
26	27/8/72	14:15	20°25´	77°45´	30,1	36,9	6,07	101,2	0,06	*
29	28/8/72	6:20	20°37´	77°18´	29,3	36,1	5,73	93,5	0,19	0,36
30	28/8/72	7:45	20°39´	77°21´	29,4	36,1	6,00	98,1	0,19	0,48
31	28/8/72	9:00	20°32´	77°18´	29,4	36,2	5,94	97,2	0,18	0,25
32	28/8/72	10:30	20°27´	77°18´	29,4	36,5	5,81	95,3	0,20	0,18
33	28/8/72	14:00	20°28´	77°10´	30,2	36,3	5,74	95,3	0,19	0,45
34	28/8/72	15:10	20°21´	77°10´	29,9	36,0	5,63	92,9	0,23	0,43

\*No existe información



## Anexo 9

Factores hidrológicos y químicos en las aguas superficiales del golfo de Guacanayabo en febrero de 1973. Latitud (Lat.), longitud (Long.), temperatura superficial del mar (TSM), salinidad superficial del mar (SSM), oxígeno disuelto (OD), saturación de oxígeno (SO). Datos tomados de Lluís-Riera & Salazar-Salazar (1981).

Estaciones	Fecha	Hora	Lat.	Long.	TSM °C	SSM ups	OD mg/L	SO %
22	9/2/73	10:00	20°38´	77°58´	24,4	37,2	6,89	105,0
23	16/2/73	15:52	20°22´	78°00´	24,4	36,2	6,97	105,2
24	16/2/73	11:27	20°09´	77°58´	26,0	35,9	6,89	106,9
25	10/2/73	8:40	20°39´	77°38´	24,2	37,0	6,63	100,4
26	9/2/73	16:55	20°25´	77°45´	28,9	36,9	6,63	101,8
27	16/2/73	13:15	20°15´	77°53´	25,3	36,4	6,14	103,3
28	16/2/73	9:09	20°37´	77°18´	25,9	35,9	6,63	102,6
30	10/2/72	12:15	20°39´	77°21´	24,4	36,7	6,66	101,3
31	11/2/73	9:05	20°32´	77°18´	23,8	36,8	6,87	103,4
32	11/2/73	10:15	20°27´	77°18´	24,1	36,8	*	*
33	11/2/73	14:40	20°28´	77°10´	24,2	36,7	6,90	104,5
34	11/2/73	15:10	20°21´	77°10´	24,1	36,6	6,90	104,3
35	13/2/73	14:40	20°22´	77°27´	24,2	36,8	6,63	100,4
36	13/2/73	16:40	20°14´	77°22´	23,8	36,8	6,97	104,9
37	14/2/73	7:35	20°10´	77°29´	24,0	36,8	6,69	100,9
38	14/2/73	9:45	20°09´	77°40´	23,6	36,7	6,53	97,8
40	14/2/73	13:20	19°54´	77°45´	25,1	36,0	7,16	109,6
41	15/2/73	9:45	19°47´	77°48´	26,5	35,9	6,55	102,2

\*No existe información

## Anexo 10

Factores hidrológicos y químicos en las aguas superficiales del golfo de Guacanayabo en junio de 1973. Latitud (Lat.), longitud (Long.), temperatura superficial del mar (TSM), salinidad superficial del mar (SSM), oxígeno disuelto (OD), saturación de oxígeno (SO), potencial de hidrógeno (pH) y fósforo inorgánico (P-PO4). Datos tomados de Lluís-Riera & Salazar-Salazar (1981).

Estaciones	Fecha	Hora	Lat.	Long.	TSM °C	SSM ups	OD mg/L	SO %	pH	P-PO4 μmol/L
22	23/6/73	13:35	20°38´	77°58´	31,2	37,5	6,01	102,4	8,49	0,34
23	29/6/73	13:25	20°22´	78°00´	30,4	36,5	6,26	104,3	8,38	0,19
24	29/6/73	10:00	20°09´	77°58´	29,4	36,1	6,20	100,9	8,03	0,24
25	24/6/73	6:30	20°39´	77°38´	29,8	37,4	6,03	100,2	*	0,24
26	23/6/73	16:20	20°25´	77°45´	30,1	37,3	6,07	101,4	8,45	0,14
27	29/6/73	11:35	20°15´	77°53´	30,4	36,6	6,07	101,4	8,16	0,20
28	29/6/73	7:35	20°37´	77°18´	29,1	36,2	*	*	8,17	*
29	24/6/73	8:15	20°37´	77°18´	29,7	37,3	*	*	8,28	0,25
30	24/6/73	10:35	20°39´	77°21´	30,1	37,3	5,99	100,0	8,28	0,41
31	24/6/73	13:00	20°32´	77°18´	30,4	36,8	5,97	99,3	8,54	0,37
32	24/6/73	14:00	20°27´	77°18´	31,2	37,5	6,17	105,5	8,56	0,30
33	24/6/73	15:45	20°28´	77°10´	30,7	37,1	6,11	102,9	8,20	0,30
34	25/6/73	11:00	20°21´	77°10´	30,4	36,5	6,20	103,6	8,00	0,37
35	27/6/73	8:00	20°22´	77°27´	29,9	37,4	6,01	100,2	8,22	0,19
36	27/6/73	9:40	20°14´	77°22´	30,0	37,4	5,91	98,6	8,37	0,20
37	27/6/73	11:15	20°10´	77°29´	30,2	37,3	6,14	102,6	8,35	0,19
38	27/6/73	13:05	20°09´	77°40´	30,5	37,3	6,16	103,4	*	0,12
40	27/6/73	16:15	19°54´	77°45´	27,7	36,1	6,34	104,2	*	0,19
41	28/6/73	8:00	19°47´	77°48´	29,0	36,1	6,34	104,0	8,11	*

\*No existe información

## Anexo 11

Valores promedios  $\pm$  desviación estándar de la temperatura superficial del mar (TSM), salinidad superficial del mar (SSM), oxígeno disuelto (OD), nitratos más nitrito (NOX), amonio ( $\text{NH}_4$ ), nitrógeno total inorgánico (NTI) y fósforo inorgánico ( $\text{PO}_4$ ) de la parte central del golfo de Ana María entre los días 8 y 26 de octubre de 2011. Datos tomados de González-De Zayas *et al.* (2012).

TSM °C	SSM ups	OD mg/L	NOX $\mu\text{mol/L}$	$\text{NH}_4$ $\mu\text{mol/L}$	NTI $\mu\text{mol/L}$	$\text{PO}_4$ $\mu\text{mol/L}$
$29,7 \pm 0,9$	$36,5 \pm 0,2$	$6,4 \pm 0,6$	$2,3 \pm 0,3$	$4,6 \pm 3,8$	$6,9 \pm 5,4$	$0,4 \pm 0,2$

## Anexo 12

Factores hidrológicos y químicos de las aguas superficiales del golfo de Ana María en agosto de 2013. Latitud (Lat.), longitud (Long.), salinidad superficial del mar (SSM), oxígeno disuelto (OD), saturación de oxígeno (SO), potencial de hidrógeno (pH), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), nitratos más nitrito (NOX), amonio ( $\text{NH}_4$ ), nitrógeno total (NT), fósforo inorgánico ( $\text{PO}_4$ ) y fósforo total (PT). Datos tomados de López-García, Montalvo-Estévez, García-Ramil, Blanco-Concepción & Pérez-Alfonso (2014).

Estaciones	Fecha	Lat.	Long.	SSM ups	OD mg/L	SO %	pH	DBO mg/L	DQO mg/L	NOX $\mu\text{mol/L}$	$\text{NH}_4$ $\mu\text{mol/L}$	NT $\mu\text{mol/L}$	$\text{PO}_4$ $\mu\text{mol/L}$	PT $\mu\text{mol/L}$
3	ago/13	21°32'17''	79°45'09''	36,7	6,04	101,5	8,30	0,25	0,61	0,64	1,28	43,09	0,04	0,13
5	ago/13	21°32'17''	73°32'19''	37,4	6,00	101,4	8,33	0,65	0,98	0,22	0,69	39,86	0,04	0,13
8	ago/13	21°24'05''	79°12'06''	37,6	5,93	98,7	8,30	0,31	0,75	0,20	0,90	40,56	0,05	0,15
12	ago/13	21°10'43''	79°12'06''	37,2	6,14	104,4	8,30	0,40	0,64	0,11	0,61	39,86	0,05	0,13
14	ago/13	21°02'03''	79°15'26''	37,3	6,14	102,8	8,30	0,30	0,64	0,20	0,63	37,76	0,05	0,15
16	ago/13	21°26'01''	78°49'23''	36,9	6,21	102,8	8,30	0,28	0,96	0,37	0,68	31,47	0,03	0,14
18	ago/13	21°04'52''	79°00'58''	35,8	6,21	103,0	8,30	0,70	0,85	0,12	0,64	77,1	0,03	0,22
20	ago/13	21°26'26''	78°37'58''	36,8	6,25	105,0	8,30	0,68	*	*	*	44,23	0,05	0,15

\*No existe información

## Anexo 13

Factores hidrológicos y químicos en las aguas superficiales del golfo de Guacanayabo en agosto de 2013. Latitud (Lat.), longitud (Long.), salinidad superficial del mar (SSM), oxígeno disuelto (OD), saturación de oxígeno (SO), potencial de hidrógeno (pH), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), nitratos más nitrito (NOX), amonio (NH<sub>4</sub>), nitrógeno total (NT), fósforo inorgánico (PO<sub>4</sub>) y fósforo total (PT). Datos tomados de López-García *et al.* (2014).

Estaciones	Fecha	Lat.	Long.	SSM ups	OD mg/L	SO %	pH	DBO mg/L	DQO mg/L	NOX μmol/L	NH <sub>4</sub> μmol/L	NT μmol/L	PO <sub>4</sub> μmol/L	PT μmol/L
1	ago/13	20°46'19''	78°18'42''	36,985	6,58	109,1	8,39	0,86	1,76	0,22	2,40	19,20	0,10	0,21
3	ago/13	20°29'51''	71°18'34''	37,141	6,45	108,8	8,43	0,96	2,56	0,10	1,39	9,42	0,05	0,12
5	ago/13	20°33'42''	77°56'36''	37,381	6,82	118,8	8,40	*	*	*	*	*	0,12	0,30
10	ago/13	20°40'13''	77°38'40''	36,975	6,87	113,9	8,38	1,28	3,36	0,13	2,13	52,90		
11	ago/13	20°40'04''	77°20'43''	36,871	6,45	117,5	8,38	1,45	3,36	0,11	2,75	35,14	0,13	0,25
12	ago/13	20°28'05''	77°09'50''	36,985	6,35	115,7	8,40	1,35	2,24	0,48	2,75	5,79	0,05	0,18
14	ago/13	20°18'46''	77°41'27''	36,511	6,58	106,8	8,38	*	*	*	*	*	*	*
15	ago/13	20°15'52''	77°21'01''	36,706	6,79	110,6	8,40	1,54	2,88	0,08	3,31	31,53	0,03	0,14
18	ago/13	20°11'17''	78°06'39''	36,495	6,82	110,9	8,38	1,62	2,08	0,08	1,33	2,53	0,05	0,22

\*No existe información

## Anexo 14

Factores hidrológicos y químicos en las aguas superficiales de los golfos de Ana María (GAM) y Guacanayabo (GG) entre abril y septiembre del 2009. Salinidad superficial del mar (SSM), nitratos más nitrito (NOX), amonio ( $\text{NH}_4$ ), nitrógeno total inorgánico (NTI) y fósforo inorgánico ( $\text{PO}_4$ ). Datos tomados de Betanzos-Vega *et al.* (2012).

Golfos	Fecha	SSM ups	NOX $\mu\text{mol/L}$	$\text{NH}_4$ $\mu\text{mol/L}$	NTI $\mu\text{mol/L}$	$\text{PO}_4$ $\mu\text{mol/L}$
GAM	abril/09	38,31	1,40	1,08	2,48	0,54
GAM	mayo/09	36,46	1,71	1,17	2,88	1,26
GG	mayo/09	33,14	1,84	1,61	3,45	2,05
GAM	junio/09	37,27	1,59	1,33	2,92	0,81
GG	junio/09	33,46	1,58	1,72	3,30	1,49
GAM	julio/09	37,74	1,39	1,17	2,56	0,45
GG	julio/09	34,31	1,57	1,14	2,71	0,76
GAM	septiembre/09	37,54	1,36	1,77	3,13	0,47
GG	septiembre/09	34,55	1,27	0,55	1,82	0,68

## Anexo 15

Valores medios y desviación estándar de la salinidad superficial del mar (SSM), amonio ( $\text{NH}_4$ ), nitratos más nitrito (NOX), nitrógeno total (NT), fósforo inorgánico ( $\text{PO}_4$ ), silicatos ( $\text{SiO}_3$ ) y fósforo total (PT) por períodos en los golfos de Ana María (GAM) y Guacanayabo (GG). Datos tomados de Lluís-Riera & Salazar-Salazar (1981), del Archivo Científico del Centro de Investigaciones Pesqueras, de Betanzos-Vega *et al.* (2012), de González-De Zayas *et al.* (2012) y de López-García *et al.* (2014).

Golfos	Período	SSM ups	$\text{NH}_4$ $\mu\text{mol/L}$	NOX $\mu\text{mol/L}$	NT $\mu\text{mol/L}$	$\text{PO}_4$ $\mu\text{mol/L}$	$\text{SiO}_3$ $\mu\text{mol/L}$	PT $\mu\text{mol/L}$
GAM	1972-73	36,98±0,60	*	0,51±0,88	*	0,10±0,21	7,41±2,26	*
	1988-89	37,10±2,40	0,95±0,18	1,78±0,22	*	0,73±0,30	5,91±2,80	*
	2009	37,42±0,76	1,29±0,91	1,59±0,89	*	0,67±0,51	2,78±1,49	*
	oct-11**	36,5±0,2	4,6±3,8	2,3±3,0	*	0,4±0,2	4,3±1,6	*
	ago-13	36,95±0,55	0,78±0,24	0,27±0,19	44,29±13,83	0,04±0,01	*	0,15±0,03
GG	1972-73	36,79±0,60	*	0,18±0,12	*	0,25±0,32	9,67±2,41	*
	1988-89	36,80±0,95	1,95±0,26	3,33±0,40	*	0,70±0,55	*	*
	1990-91***	34,57±3,50	1,82±1,15	4,68±4,29	53,27±31,95	0,75±0,74	*	1,55±1,22
	2009	33,85±1,11	1,31±0,92	1,48±0,89	*	1,40±1,09	6,80±3,48	*
	ago-13	36,89±0,29	2,29±0,73	0,17±0,14	22,36±18,37	0,08±0,04	*	0,20±0,06

\*No existe información

\*\*Muestras procesadas a través de filtros de nitrocelulosa de 0,22  $\mu\text{m}$  (Millipore™ tipo HA) y fijadas con cloroformo.

\*\*\*Zona litoral del golfo de Guacanayabo entre Punta Orúa y Punta Jutía.