



Gladys Margarita Lugioyo Gallardo¹
y Ana Isis Alfonso Hernández¹

mlugioyo@ceniai.inf.cu

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

IU

DISTRIBUCIÓN DEL BACTERIOPLANCTON Y ESTADO TRÓFICO DE LAS AGUAS OCEÁNICAS DE LOS GOLFOS DE CAZONES Y SUR DE ANA MARÍA Y GUACANAYABO

Introducción

Las investigaciones sobre microbiología marina en Cuba son escasas en general, y específicamente en las dos zonas de intervención del proyecto “*Evaluación de los impactos potenciales del cambio climático sobre la biodiversidad y desarrollo de estrategias de adaptación en dos regiones de ecosistemas frágiles de Cuba*”. Sin embargo, en zonas aledañas a las áreas de este proyecto, se realizó un estudio multidisciplinario entre 1988 y 1990 donde se analizó la distribución espacio-temporal de las bacterias heterótrofas, la biomasa

bacteriana, así como la relación del bacterioplancton con parámetros bióticos y abióticos.

Esta investigación puede servir de referencia, y en cierta medida de antecedente a la que se abordará en este proyecto, cuyo objetivo general es: determinar la vulnerabilidad de la biodiversidad al cambio climático en áreas marino-costeras ecológicamente sensibles. De manera específica, la microbiología se inserta en este proyecto en la utilización de algunos de sus indicadores para evaluar los posibles impactos del cambio climático sobre los arrecifes coralinos.

Distribución espacio-temporal de las bacterias heterótrofas en el golfo de Cazones y al sur de los golfos de Ana María y Guacanayabo

A lo largo del desarrollo de la microbiología marina, ha sido de gran interés conocer la distribución, abundancia y actividad metabólica de las bacterias heterótrofas. La importancia de estos microorganismos reside en que ellos descomponen la materia orgánica, contribuyendo así al reciclaje de los elementos biogénicos de mares y océanos (Madigan, Martinko, & Stahl, 2010).

Las bacterias heterótrofas en un ecosistema marino presentan tres funciones fundamentales: 1) son consumidoras de materia orgánica disuelta (MOD) en el medio marino, 2) contribuyen al reciclaje de sustratos inorgánicos para los productores primarios y 3) son productoras también, en el sentido que son capaces de convertir sustancias orgánicas disueltas en materia particulada, y de esta manera, ponerla a disposición de los primeros eslabones de la trama alimentaria (Prescott, Harley, & Klein, 1993; Madigan *et al.*, 2010).

La función más relevante de las bacterias heterótrofas es su participación en el flujo y en la descomposición de la materia orgánica, transfiriendo energía hacia los otros niveles tróficos del ecosistema (Kirchman, 2000; Pucci, Acuña, Llanes, Tiedemann, & Pucci, 2009). En el denominado lazo microbiano ("*microbialloop*"), la función principal es la conversión de la MOD en biomasa. A través de este lazo, las bacterias aportan energía hacia los otros niveles tróficos, cuando ellas son consumidas por los protozoos y el zooplancton

(Caron, Goldman, & Dennett, 1988; Li & Dickie, 1998; Ducklow, 2000).

Es por ello, que la mayor o menor abundancia de bacterias heterótrofas constituye un indicador de la cantidad de materia orgánica presente, relación que establece un nexo entre la cantidad de materia orgánica disuelta lábil capaz de ser oxidada por la actividad bacteriana (Heinänen, 1992; Williams, 2000).

Golfo de Cazones y sur de los golfos de Ana María y Guacanayabo: ubicación geográfica

La fosa de Jagua es una zona de aguas oceánicas comprendida entre las dos zonas de la plataforma SO (golfo de Batabanó) y SE (golfo de Ana María y Guacanayabo) de Cuba (Fig. 1). Esta región, al norte limita con la estrecha plataforma insular que en esta zona apenas alcanza los 300 m de profundidad, y con la bahía de Cienfuegos; al este con el extremo occidental del golfo de Ana María; al oeste con el extremo oriental del golfo de Batabanó y con el golfo de Cazones; al sur, limita con la cadena de bajos fondos que conforman los bancos de Jagua, Bucanero, Silvertown y Paz del Norte. Entre estos bancos existen profundos estrechos (>2000 m) que permiten la comunicación de las aguas de la cuenca con las de la parte norte del mar Caribe (Fernández-Vila, Rondón, Puentes, & Gisbert, 1990). La máxima profundidad de la fosa de Jagua (>3000 m) se localiza hacia el sur de la cuenca, frente al paso entre los bancos de Jagua y Bucanero, a partir de donde

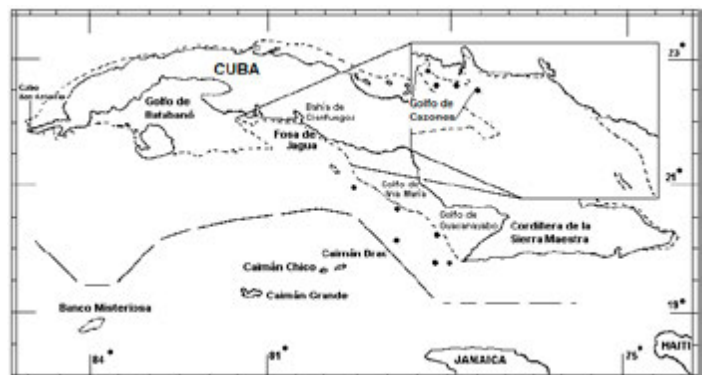


Figura 1. Ubicación de los sitios muestreados entre 1988 y 1990 en el golfo de Cazones y al sur de los golfos de Ana María y Guacanayabo

disminuye la profundidad hasta menos de 2000 m (Fernández, Hidalgo, López, García, & Penié, 1990).

Bacterias heterótrofas

En las aguas oceánicas al sur de Cuba, la fosa de Jagua presentó características distintivas del resto de la Zona Económica Exclusiva (ZEE), debido fundamentalmente a su posición entre las plataformas *SO* y *SE* (Lugioyo, Miravet, Pérez, Álvarez, & Espinosa, 2007). Esta ubicación se distingue por el intercambio permanente de aguas enriquecidas procedentes de ambas plataformas (Fig. 2), lo que favorece el desarrollo de los organismos planctónicos en general, y del bacterioplancton en particular.

De hecho, los resultados microbiológicos obtenidos muestran que las tres zonas de mayor riqueza se localizaron al *E* y *O* de la cuenca, y al *S* de la bahía de Cienfuegos.



Figura 2. Circulación de las aguas de la plataforma insular y las oceánicas adyacentes a Cuba. Tomado de Emilson & Tápanes (1971) y Victoria & Penié (1998)

Los golfos de Batabanó y el de Ana María poseen elevada productividad biológica-pesquera (Claro, 2001), por lo que es evidente que en el proceso de intercambio de masas de aguas con la fosa de Jagua existe enriquecimiento de nutrientes y materia orgánica, principalmente, en las regiones aledañas a las plataformas *SE* y *SO*. Otro ingreso importante de materia orgánica a esta fosa son las aguas provenientes de la bahía de Cienfuegos (Arecas, 1986).

Al particularizar el análisis por áreas dentro de la fosa de Jagua, Lugioyo *et al.* (2007) señalan que en el golfo de Cazones (ubicado al *O* de esta cuenca) se obtuvieron altas concentraciones de bacterias heterótrofas (media: 4249 UFC.mL⁻¹) (Fig. 3), y elevadas biomasas bacterianas (media: 15,3 ± 1,75

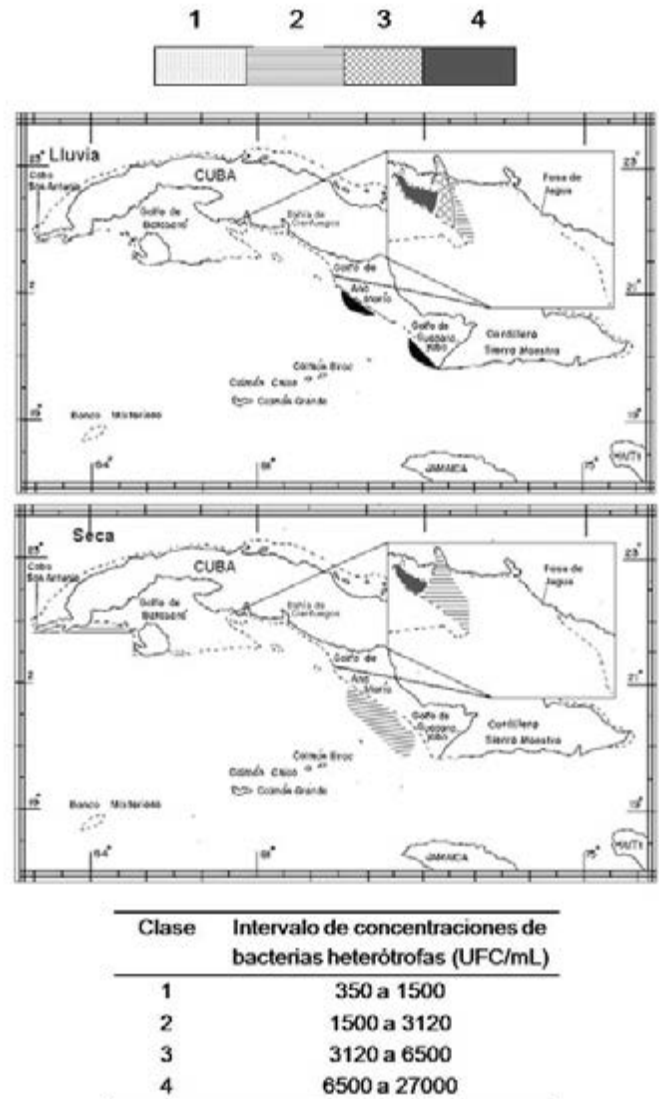


Figura 3. Distribución de las bacterias heterótrofas en el golfo de Cazones y sur de los golfos de Ana María y Guacanayabo

mgC.m⁻³) (Fig. 4). Es de señalar que se observa un gradiente norte-sur en la concentración de las bacterias heterótrofas, tanto en lluvia como en seca (Fig. 3). A pesar que esta zona se caracteriza por elevadas concentraciones de nutrientes (fosfatos, nitratos más nitritos) (Fernández *et al.*, 1990) y materia orgánica (lípidos y proteínas) (Bellota, Lugioyo, & Miravet, 1990), lo que puede sustentar el elevado crecimiento microbiano encontrado, el gradiente observado pudiera estar relacionado con el régimen de circulación en el golfo de Cazones, provocando un efecto de dilución de la materia orgánica y los

nutrientes hacia el sur, y por tanto la disminución de la concentración de bacterias heterótrofas.

La elevada biomasa bacterioplanctónica hacia el O de la fosa de Jagua parece estar relacionada con la influencia de las aguas enriquecidas del golfo de Batabanó, y del escurrimiento superficial y subterráneo de las aguas de la ciénaga de Zapata (Lluis-Riera, 1983). Además, existen referencias de que en el golfo de Cazones se obtuvieron valores relativamente altos de clorofila *a* (media: 0,14 mgC. m⁻³), y un bajo índice de pigmentos fotosintéticos (0,24), lo que refleja una comunidad fitoplanctónica abundante, joven y activa (Pérez, Gil, Loza, & Lugioyo, 2009). Las biomasa nanoplanctónica (máximo: 6 x 10⁴ cél.mL⁻¹) (Loza, 2010) y la microzooplanctónica (Orozco, 1997) también fueron elevadas.

Otras investigaciones realizadas en la fosa de Jagua, también demuestran que al oeste de esta cuenca se encontraron elevadas concentraciones de larvas de peces (Gutiérrez, Montolio, & Frías, 1990), de larvas de langosta, en particular del estadio I (Alfonso, 1998), de fitoplancton (Pérez *et al.*, 2009) y de microzooplancton (Orozco, 1997). Estas investigaciones permiten afirmar que el golfo de Cazones es una zona de elevada riqueza biológica, lo que es consistente con las elevadas concentraciones de bacterioplancton.

En la ZEE al sur, excluyendo la fosa de Jagua, las zonas de mayor riqueza desde el punto de vista de bacterioplancton se localizaron al O y al E de esta fosa (Lugioyo, 2003). Sin embargo, las fuentes de enriquecimiento principales en cada una de las zonas fueron diferentes. En el E de la ZEE S de Cuba, donde están ubicados los golfos de Ana María y Guacanayabo, en la época de lluvia, la concentración de bacterias heterótrofas osciló entre 3120 y 13250 UFC.mL⁻¹ (Fig. 3). También desde el sur de la parte central del golfo de Ana María hasta el sur de Santiago de Cuba el promedio de la biomasa bacteriana fue de 7,45 ± 1,4 mgC/m³ (n= 60) (Lugioyo, 2003). En general, estas zonas de elevada biomasa coinciden con elevada concentración de bacterias heterótrofas.

Lugioyo (2003) plantea que al este de la ZEE sur, el aporte casi permanente de materia orgánica procedente de los arrastres terrígenos del complejo montañoso de la Sierra Maestra debe contribuir al enriquecimiento de las aguas de los sitios más cercanos a la plataforma. Además, el sistema de circulación de las masas de aguas en la zona puede tener un impacto decisivo en la distribución de nutrientes y materia orgánica hacia los sitios más alejadas de la plataforma (Fig. 2). En su conjunto, ambos fenómenos explicarían las elevadas concentraciones de bacterioplancton encontradas

en esta zona, independientemente de la época del año, en comparación con el resto de la ZEE S de Cuba.

Por otra parte, al oeste de la fosa de Jagua el mayor enriquecimiento se debe al intercambio entre el golfo de Batabanó y el de Cazones. Esto está reforzado por el escurrimiento superficial y subterráneo de la ciénaga de Zapata.

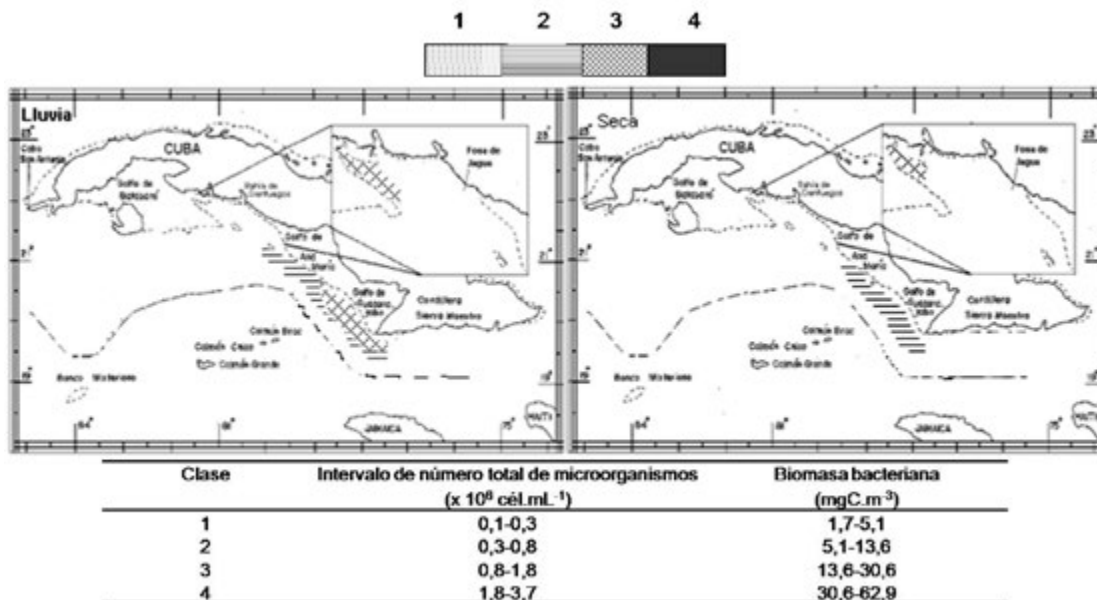


Figura 4. Distribución espacial de la biomasa bacterioplanctónica en el golfo de Cazones y al sur de los golfos de Ana María y Guacanayabo

Relación entre la distribución del bacterioplancton y algunas variables bióticas y abióticas en las aguas oceánicas al S de Cuba

De acuerdo con el hábitat, las comunidades microbianas responden de una u otra forma a los cambios en los factores físico-químicos del medio, los que no sólo influyen en la distribución y composición, sino también en la morfología y fisiología de los microorganismos (Caldwell, 1995). Por su parte, Mishustina, Wegloba & Miskevich (1985), Prescott *et al.* (1993), Das, Lyla & Khan (2006) y Madigan *et al.* (2010) informan que entre los factores que más influyen en la distribución cuantitativa y cualitativa de los microorganismos marinos se encuentran: la temperatura, la salinidad, la materia orgánica, la circulación de las aguas, la luz, entre otros.

En la fosa de Jagua, se encontró correlación solo entre la biomasa bacteriana y el oxígeno disuelto ($r = -0,41$; $p < 0,05$; $n = 25$) (Lugioyo, 2003). Según esta autora, en el resto de la ZEE S existe correlación entre la biomasa bacteriana y la biomasa del nanoplancton heterótrofo ($r = 0,46$; $p < 0,05$; $n = 32$), entre la biomasa bacterioplanctónica y la concentración de nitratos ($r = 0,39$; $p < 0,05$; $n = 32$), entre la concentración de bacterias heterótrofas y el nanoplancton autótrofo ($r = -0,88$; $p < 0,05$; $n = 15$), y con el nanoplancton heterótrofo ($r = -0,96$; $p < 0,05$; $n = 15$).

Tanto en el golfo de Cazones como al sur de los golfos de Ana María y Guacanayabo, se evidencia la influencia de diferentes factores bióticos y abióticos en la distribución del bacterioplancton. Sin embargo, entre los factores analizados, el régimen dinámico de las aguas rige en gran medida la distribución del plancton en general y del bacterioplancton en particular (Lugioyo, 2003). En investigaciones realizadas entre 1988 y 2005, se encontró una coincidencia entre las zonas de mayor riqueza bacteriana y el régimen hidrológico (Orozco, 1997; Gutiérrez *et al.*, 1990; Lugioyo, 2003; Pérez *et al.*, 2009; Loza, 2010). Es decir, las áreas de mayor enriquecimiento planctónico se corresponden con afloramientos y zonas frontales, así como con el aporte de aguas ricas en nutrientes y materia orgánica de las bahías y plataformas aledañas.

Estado trófico de las aguas oceánicas al sur de Cuba

En los océanos, la descomposición de la materia orgánica y la regeneración de nutrientes son procesos fundamentales que resultan principalmente, de la actividad metabólica de los microorganismos, en particular del bacterioplancton. Estos procesos, unidos a la producción de materia orgánica caracterizan el estado trófico de un determinado ecosistema (Ducklow, 2000; Kirchman, 2000; Glöckner *et al.*, 2012). Existen diferentes indicadores que permiten evaluar el estado trófico del medio marino, tal es el caso de la relación ADN/ARN (Hobbie, Daley, & Jasper, 1977; Vaqué, Martínez, & Vives-Rego, 1985), la relación entre la concentración de las bacterias heterótrofas y el conteo total de microorganismos (Romanenko, 1979), así como la concentración de clorofila *a* (Koblents-Mishke & Vedernikov, 1977).

En general, en las aguas oceánicas al sur de Cuba, se encontró que independientemente de la concentración celular obtenida en cada una de las zonas, la proporción de células teñidas de verde en todos los casos fue superior que la de las rojas, es decir, hubo un predominio de DNA sobre el RNA lo que refleja una baja tasa de crecimiento celular (Lugioyo *et al.*, 2007) (Fig. 5).

Particularmente, en la fosa de Jagua la cantidad de

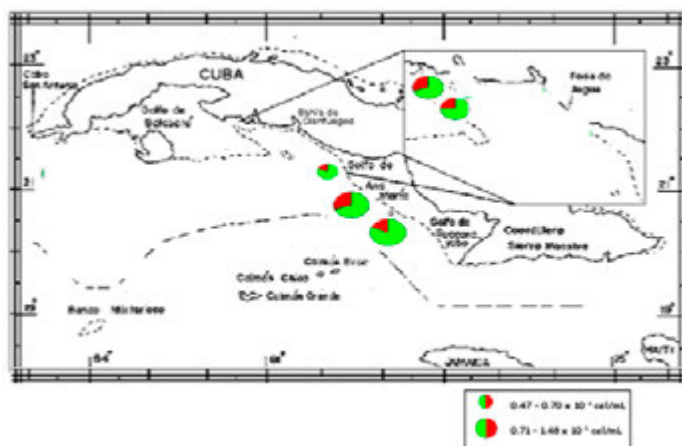


Figura 5. Distribución del número total de microorganismos y relación ADN/ARN en el golfo de Cazones y los golfos de Ana María y Guacanayabo en junio de 1989

células teñidas de verde resultó 1,6 veces mayor que las teñidas de rojo, aunque se encontró que los mayores porcentajes de células teñidas de rojo se encontraron hacia el oeste de la fosa y al sur de la bahía de Cienfuegos (Fig. 5). Estas áreas

Tabla 1. Indicadores para la clasificación del estado trófico de las aguas oceánicas adyacentes a Cuba. Se representa la media \pm desviación estándar

Indicadores de estado trófico	Fosa de Jagua	Fosa de Jagua
Bacterias heterótrofas/No. total de Microorganismos*	0,027 \pm 0,02	0,016 \pm 0,01
Clorofila <i>a</i> (mg/m ³) **	0,096 \pm 0,013	0,072 \pm 0,04
Proporción células teñidas de rojas/células teñidas de verdes (%)	38	14

*Escala para la clasificación del estado trófico (Romanenko, 1979)

Bacterias heterótrofas/Nº. total de microorganismos	Clorofila <i>a</i> (mg/m ³)
< 0,03 Ultraoligotrófico	< 0,1 Oligotrófico
0,03 – 0,30 Oligo–mesotróficos	0,1 – 1,0 Mesotrófico
0,31 – 3,00 Eutrófico	> 1,0 Eutrófico
> 3,00 Altamente eutrófico	

coincidieron con los sitios de mayor concentración de microorganismos. Lugioyo *et al.* (2007) plantean que según la proporción de células teñidas de rojo y verde, y teniendo en cuenta la relación de Romanenko (1979) para clasificar las aguas, la fosa de Jagua se comporta como una zona oligotrófica con tendencias mesotróficas (Tabla 1). En dicha zona, las concentraciones de clorofila *a* fueron menores de 0,1 mg/m³, lo que corresponde según la clasificación de Koblents-Mishke & Vedernikov (1977) a aguas oligotróficas.

En el resto de la ZEE S, al igual que en la fosa de Jagua, predominaron las bacterias teñidas de verde sobre las teñidas de rojo (Fig. 5), aunque la relación entre las primeras y las segundas fue de 6. Este resultado muestra que en dicha zona existe un mayor número de células con una baja tasa de crecimiento, lo que es característico de lugares con condiciones oligotróficas donde es bajo el contenido de nutrientes (Vaqué *et al.*, 1985). Es de destacar que en los sitios cercanos al golfo de Ana María, al sur del golfo de Batabanó y hacia la región más occidental de la ZEE S se obtuvo mayor proporción de células rojas, en relación con las del resto de la zona (Fig. 5). En correspondencia con lo anterior, las aguas al O de la fosa de Jagua se clasifican como oligo-mesotróficas

según la relación entre la concentración de bacterias heterótrofas y el número total de microorganismos, basado en la escala de Romanenko (1979).

El conocimiento de la distribución, abundancia y actividad de los microorganismos en el ecosistema marino permite evaluar las zonas donde ocurre con mayor o menor intensidad el proceso de degradación de la materia orgánica, así como establecer las concentraciones de biomasa disponible como alimento para otros organismos de la trama alimentaria. Ambos factores, degradación de la materia orgánica y producción bacteriana son de interés, ya que representan indirectamente requerimientos indispensables para el desarrollo de otros organismos en el mar.

Conclusiones

1. En el golfo de Cazonos la concentración de bacterias heterótrofas y la biomasa bacterioplanctónica fueron elevadas, lo que parece estar relacionado con el aporte de las aguas del golfo de Batabanó y los escurrimientos de la ciénaga de Zapata. Al sur de los golfos de Ana María y Guacanayabo, las elevadas concentraciones de microorganismos están

relacionadas con el aporte de materia orgánica de los arrastres terrígenos del complejo montañoso de la Sierra Maestra y de las aguas enriquecidas de la plataforma sur-oriental.

2. En el golfo de Cazones, se obtuvo un gradiente de la concentración de bacterias heterótrofas de norte a sur, tanto en invierno como verano.
3. Tanto las aguas del golfo de Cazones como las del sur de los golfos de Ana María y Guacanayabo se clasifican como oligotróficas con tendencias mesotróficas.

Referencias

- Alfonso, I. (1998).** Abundancia y distribución larval de la langosta espinosa *Panulirus argus* en aguas oceánicas cubanas. Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 41 p.
- Areces, A. (1986).** Bahía de Cienfuegos: eutrofización y planeamiento ambiental. *Rep. Invest.*, 51, 1-16.
- Bellota, M., Lugioyo, M., & Miravet, M. E. (1990).** Proteolisis, lipolisis y su relación con formas de la materia orgánica en aguas oceánicas al S de Cuba. Memorias del II Congreso de Ciencias del Mar, Enero, 1990, Cuba.
- Caldwell, D. R. (1995).** Microbial Physiology Metabolism. Chapter 15. The effects of environmental factors on microbes. 255-264. Wm. C. Brown Publishers, Oxford, England, 353 p.
- Caron, D. A., Goldman, J. C., & Dennett, M. R. (1988).** Experimental demonstration of the roles of bacteria and bacterivorous protozoa in plankton nutrient cycles. *Hydrobiologia*, 159, 27-40.
- Claro, R. (2001).** Ecology of the Marine Fishes of Cuba. (Eds., Claro, R., Lindeman, C. & Parenti, L. R). Smithsonian Inst. Press. 215 p.
- Das, S., Lyla, P. S., & Khan, S. A. (2006).** Marine microbial diversity and ecology: present status and future perspectives. *Curr. Sci.*, 90, 1325-1335.
- Ducklow, H. W. (2000).** Bacterial Production and Biomass in the Oceans (Chapter 4). En: Microbial Ecology of the Oceans. (Ed., Kirchman, D. L., Wiley-Liss), New York. 85-120.
- Emilsson, I., & Tápanes, J. (1971).** Contribución a la hidrología de la plataforma sur de Cuba. Acad. Cien. Cuba. *Ser. Oceanol.*, 9, 1-31.
- Fernández, M., Hidalgo, R. M., López, D., García, I., & Penié, I. (1990).** Caracterización hidroquímica de la Fosa de Jagua y la Zona Económica Exclusiva al S de Cuba. (Inédito). Informe final de tema, Arch. Cient. Inst. Oceanol. 24 p.
- Fernández-Vila, L., Rondón, H., Puentes, H., & Gisbert, M. (1990).** Régimen dinámico de la zona Golfo de Cazones-Bahía de Cochinos. Arch. Cient. Inst. Oceanol. CITMA. 15 p.
- Glöckner, F. O., Stal, L. J., Sandaa, R. A., Gasol, J. M., O'Gara, F., Hernandez, F.,... Pitta, P. (2012).** Marine Microbial Diversity and its role in Ecosystem Functioning and Environmental Change. En: Marine Board Position Paper 17. J. B. Calewaert and N. McDonough (Eds.). Marine Board-ESF, Ostend, Belgium. 84 p.
- Gutiérrez, E., Montolio, M., & Frías, M. P. (1990).** Composición de la comunidad ictioplanctónica de las aguas territoriales al sur de Cuba. En: Memorias del II Congreso de Ciencias del Mar, La Habana, Cuba.
- Heinänen, A. (1992).** Measuring thymidine incorporation in the open Baltic Sea, a brackish water estuary: comments in saturation level of thymidine 1-2. In Bacterioplankton in the open Baltic Sea. Finnish Marine Research No 260.
- Hobbie, J. H., Daley, R. J., & Jasper, S. (1977).** Use of nucleopore filters for counting bacteria by epifluorescence microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.*, 33, 1225-1228.
- Kirchman, D. L. (2000).** Uptake and Regeneration of Inorganic Nutrients by Marine Heterotrophic Bacteria (Chapter 9). En: Microbial Ecology of the Oceans. (Ed., Kirchman, D. L., Wiley-Liss), New York. 262-288 pp.
- Koblents-Mishke, O. I., & Vedernikov, V. I. (1977).** Producción primaria (en ruso). En: Oceanología: Biología del océano., Nauka, Moscú, tomo 2, 183-209.
- Li, W. K. W., & Dickie, P. M. (1998).** Distribution and abundance of bacteria in the ocean. Biennial Science Review 1996-1997. *Sci. Rev.* 1-11p.
- Lluis-Riera, M. (1983).** Régimen hidrológico de la plataforma insular de Cuba. *Cien. de la Tierra y el Espacio*, 7, 81-110.
- Loza, S. (2010).** Estructura y funcionamiento del fitoplancton mayor que 133 μm en las aguas oceánicas de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Biológicas, 100 p.
- Lugioyo, G. M. (2003).** Distribución, relaciones tróficas y diversidad del bacterioplancton de las aguas oceánicas de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Biológicas, Universidad de La Habana, Cuba, 140 p.
- Lugioyo, G. M., Miravet, M. E., Pérez, R., Álvarez, C., & Espinosa, G. (2007).** Evaluación del estado trófico de las aguas oceánicas adyacentes al sur de Cuba a partir de

indicadores microbiológicos y fitoplanctónicos. *Rev. Invest. Mar.*, 28(3), 201-207.

Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Stahl, D. (2010). Brock Biology of Microorganisms. Ed., Benjamin Cummings, 13 edition, 1152 pp. ISBN-13: 978-0321649638.

Mishustina, I. E., Wegloba, I. K., & Miskevich, I. N. (1985). Microbiología Marina. Ed. Idaltebo. 184 p. [en Ruso].

Orozco, M. V. (1997). Comportamiento del microzooplancton en aguas oceánicas al sur de Cuba. Tesis de Maestría, Instituto de Oceanología, Cuba. 84 p.

Pérez, R., Gil, C., Loza, S., & Lugioyo, M. (2009). Variación espacio-temporal de la densidad de microfitoplancton y clorofila *a* en las aguas oceánicas al sur de Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 30(1), 19-33.

Prescott, L. M., Harley, J. P., & Klein, D. A. (1993). Microbiology. Second Edition Vol 1 Part six. Chapter 24, 492-505.

Pucci, G. N., Acuña, A. J., Llanes, M. L., Tiedemann, M. C., & Pucci, O. H. (2009). Diversity of Bacteria Cultivable From The Coast Of Caleta Olivia, Patagonia, Argentina. *Acta Biológica Colombiana*, Vol. 14, No 3 pp. 120-126, ISSN 0120-548X.

Romanenko, V. I. (1979). Bacterial growth at natural and low levels of organic matter. *Arch. Hydrobiol. Beih.*,

13, 77-84.

Vaqué, D., Martínez, J., & Vives-Rego, I. (1985). Variación de la actividad heterotrófica y la densidad bacteriana en aguas de Playa de Barcelona. *Microbiol. Españ.*, 38, 3-4, 115.

Victoria, I., & Penié, I. (1998). Hidrología. En: Estudio Nacional sobre la Diversidad Biológica en la República de Cuba. Vales, M., Álvarez, A., Montes, L. & Ávila, A. (Eds.), UMA/CENBIO/ IES/ AMA /CITMA, C. Habana, p. 117-125.

Williams, P. J. (2000). Heterotrophic Bacteria and the Dynamics of Dissolved Organic Material (Chapter 6). En: *Microbial Ecology of the Oceans*. Ed. Kirchman, D. L., Wiley-Liss, New York. 153-200.