

研究报告

Research Report

古巴西恩富戈斯湾的水文特征, 与入侵的翡翠贻贝的存在相关联

Yuliesky Garcés[✉], Abel Betanzos[✉], Alexander Lopeztegui[✉], Adriana Artiles[✉]

渔业研究中心, 第 5 大道 246 号, Barlovento 海滩, 哈瓦那, 古巴

✉ 通讯作者: aartiles@cip.telemar.cu

水生生物研究, 2012 年, 第 1 卷, 第 5 篇 doi: [10.5376/aor.cn.2012.01.0005](https://doi.org/10.5376/aor.cn.2012.01.0005)

本文首次以英文发表在 International Journal of Marine Science, 2012, Vol.2, No.2, 12-17 上。现依据版权所有人授权的许可协议, 采用 Creative Commons Attribution License 协议对其进行授权, 用中文再次发表与传播。只要对原作有恰当的引用, 版权所有人允许并同意第三方无条件的使用与传播。如果读者对中文含义理解有歧义, 请以英文原文为准。

引用格式:

Garcés et al., 2012, Hydrological Characteristics of Cienfuegos' Bay, Cuba, Related to the Presence of the Invasive Green Mussel *Perna viridis*, International Journal of Marine Science, Vol.2, No.2 12-17 (doi: [10.5376/ijms.2012.02.0002](https://doi.org/10.5376/ijms.2012.02.0002))

摘要 这项工作的目的是分析 2011 年西恩富戈斯湾的水文条件变化及其对翡翠贻贝的生命周期和分布可能造成的影响。海湾的水文参数是根据在 2 月, 5 月和 11 月进行的运动描述的。从两个水平(表面和底部)上取出样品, 以获得水温, 盐度和溶解氧。结果显示了在空间以及垂直分布中的气候季节性影响(干和湿)的观测参数。分析的水文标记的平均浓度与 NC 25: 1999 用于捕捞用途的优质水的要求一致。观察到的水文变异性允许在西恩富戈斯湾水域中绿色贻贝的生长和发育。

关键词 水文标志; 西恩富戈斯湾; 翡翠贻贝; 古巴

Hydrological Characteristics of Cienfuegos' Bay, Cuba, Related to the Presence of the Invasive Green Mussel *Perna viridis*

Yuliesky Garcés[✉], Abel Betanzos[✉], Alexander Lopeztegui[✉], Adriana Artiles[✉]

Fisheries Research Centre, 5th. Ave. and 246, Barlovento, Playa, Havana, Cuba

✉ Corresponding author email: aartiles@cip.telemar.cu

Abstract The aim of this work was to analyze hydrological condition variations in Cienfuegos' Bay in 2011 and its possible influence in life cycle and distribution of the green mussel *Perna viridis*. The hydrological parameters in the bay are described according to the campaigns performed in February, May and November. Samples from two levels (surface and bottom) were taken, in order to get water temperature, salinity and dissolved oxygen. The results show the climatic seasonality influence (dry and rain) both in spatial as well as in vertical distribution of the observed parameters. The mean concentrations of the analyzed hydrological markers were in agreement with the NC 25: 1999 requirements of good quality water for fishing use. The observed hydrological variability allows the growth and development of the green mussel in Cienfuegos Bay waters.

Keywords Hydrological markers; Cienfuegos Bay; *Perna viridis*; Cuba

背景

西恩富戈斯湾是一个半封闭的海湾, 河口特征主要在雨季, 这对其水域的动态和质量存在一定影响(Tomsack and Garcés, 1975; Seisdedo, 2006)。这种水生系统是古巴的主要工业海港之一, 因此极易遭受人为影响。而且许多以前的数据说明了海洋物种的分布和行为对水文气象的影响(Blumberg et al., 2000; Laodong et al., 2000)。到目前为止, 在西恩富戈斯湾已经发现了许多生态破坏的迹象, 例如: 底栖生物群落的变化, 商业海洋物种的减少, 微藻生物多样性的丧失以及沉降速率的增加和更高的污染水平(Moreira et al., 2003; Pérez et al., 2004; Alonso et al., 2006)。

翡翠贻贝在这个海湾的非故意引入首次被 Fernández-Garcés 和 Rolán(2005)报道, 并且产生了几项研究课题。一般来说, 这种双壳类栖息在海洋潮间带, submareal 和盐度水平高的河口, 他们经常形成高密度的聚居地(Rajagopal, 2006)。从商业的角度来看, 这种贻贝是非常有价值的, 主要是因为它的高产量, 快速生长和易培养处理实践的特点。作为一种固有的和过滤物种, 翡翠贻贝与环境保持着密切的关系, 因此, 温度, 盐度, 溶解氧和其他物理化学标记物是其生长, 发育和分布的关键。

西恩富戈斯湾位于古巴南部中部地区, 22°09'N 和 80°27'W (图 1)。它是一个典型的口袋湾, 通过一个紧凑的三公里的通道与相邻的海相通。其形状为椭圆形, 从西北到东南。不规则的沿海形态是这个海岸的特征。总面积约 88 平方公里, 最大经度 19 公里, 最宽处 7.5 公里, 平均深度 9.5 米(Tomsack and Garcés, 1975)。

它天然地分为两个裂片, 并且具有明确的水文特征, 由卡拉纳斯礁以北的“Las Cuevas”浅滩定界, 对海湾内的水循环具有巨大的影响。

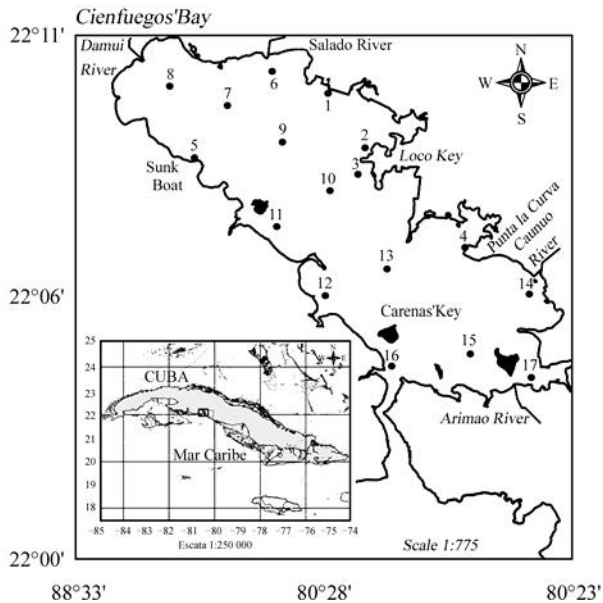


图 1 西恩富戈斯湾研究区的位置和采样网点的分布

Figure 1 Location of the study area and distribution of the sampling network in Cienfuegos Bay

西恩富戈斯湾的水质受到来自 Caunao, Arimao, Damují 和 Salado 河的淡水贡献, 改变了海湾的盐水结构并输入了大量的有机物质和污染物(Tur and Becerra, 1991; Novoa, 2004)。

西恩富戈斯湾是古巴最有名的水生系统之一, 并与其海洋学有关。除了贡献这些知识, 并考虑到这些标记对翡翠贻贝成长的重要性, 这项工作的目的就是分析 2011 年西恩富戈斯湾水域的水文条件变化及其可能对该物种的发展和分布的影响(Tomzack and García, 1975; Seisdedo, 2006; Seisdedo and Muñoz, 2005; Muñoz et al., 2010; Muñoz et al., 2011)。

1 结果

常规非常明确地定义了雨季(5月-10月)(图 2)。据观测, 9月和10月会达到最大的降水量, 同时蒸发量减少。平均月蒸发量最低值在11月(图 2)。最大正值蒸发异常显示在春季, 5月份蒸发速率较高, 2011年雨季降水量最少。这些气候参数的月变化在春季(3月-4月-5月)显示的差异更大, 蒸发量与降水的正异常率较高。

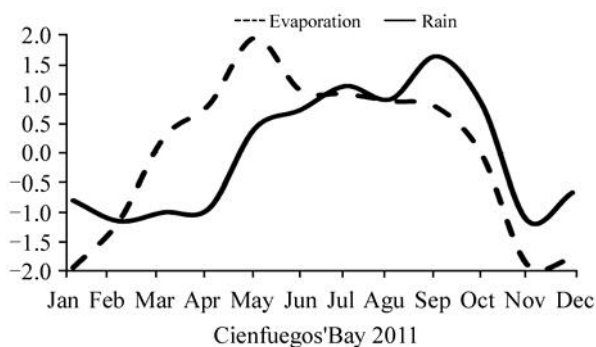


图 2 2011 年气候变量的年度表现

Figure 2 Annual performance of climatic variables for 2011

水温在五月的時候呈现了最高值(表 1), 这是春季和夏季之间的过渡月份。最低温度是在 2 月(干燥), 一个典型的冬季月份。这个标记的值在 23.30°C (2 月) 和 30.50°C (5 月) 之间, 采样月的平均值为 $(26.47 \pm 2.29)^{\circ}\text{C}$ 。虽然空间温度分布受白天周期影响, 但是在河流系统附近出现最小值的更高频率表示, 排

水是影响的其中一个主要原因。垂直分布在 11 月的时候出现更多的分层(表 1), 表面和底部之间的平均差为 0.78°C。

表 1 2011 年西恩富戈斯湾水的物理和化学标记的平均值

Table 1 Average value of physic and chemical markers of water in Cienfuegos Bay in 2011

参数 Parameter	单位 Unit	层次 Level	二月 February			五月 May			十一月 November		
			平均值 Mean	最小值 Min.	最大值 Max.	平均值 Mean	最小值 Min.	最大值 Max.	平均值 Mean	最小值 Min.	最大值 Max.
温度 Temp.	摄氏度 °C	表面 Surface	24.59	24.02	26.65	29.37	23.53	30.5	27.09	26.08	28.44
		底面 Bottom	24.25	23.30	24.55	28.99	23.3	30.48	27.87	26.89	28.56
盐度 Salinity	ups ups	表面 Surface	35.73	35.51	35.95	36.65	35.81	36.98	32.62	27.37	34.67
		底面 Bottom	35.71	34.97	35.96	36.71	35.57	36.98	34.29	32.20	35.35
DO	毫克 / 升 mg/L	表面 Surface	5.38	4.45	6.02	4.60	1.56	6.68	5.87	4.66	6.67
		底面 Bottom	5.62	3.20	7.02	4.87	2.54	6.67	4.26	2.05	6.10
DO	%	表面 Surface	79.72	66.8	89.5	73.8	25.1	108.1	88.3	71.0	98.9
		底面 Bottom	82.59	45.1	103.4	77.83	47.2	107.9	65.26	16.8	94.2

最高的盐度值在 2 月(干)和 5 月(最高年蒸发量), 而最低值登记在 11 月(表 1)。该参数在 27.37psu (11 月)和 36.98psu (5 月)之间振荡, 平均值为(35.38±1.64) psu。在空间分布中, 2 月和 5 月显示梯度更少(图 3a), 且水柱更加稳定(Table 1)。即使十一月是从干早期开始的典型的秋季月, 它表现出更多的河口特征, 显著的梯度, 增加到南部和东部。最少量位于西北并且接近河流源头, 主要是塔姆奇河(图 3b)。在 5 月和 11 月, 观测到了底部的最高平均盐度(表 1), 相对于表面, 其说明了雨水对盐度地表水的影响。

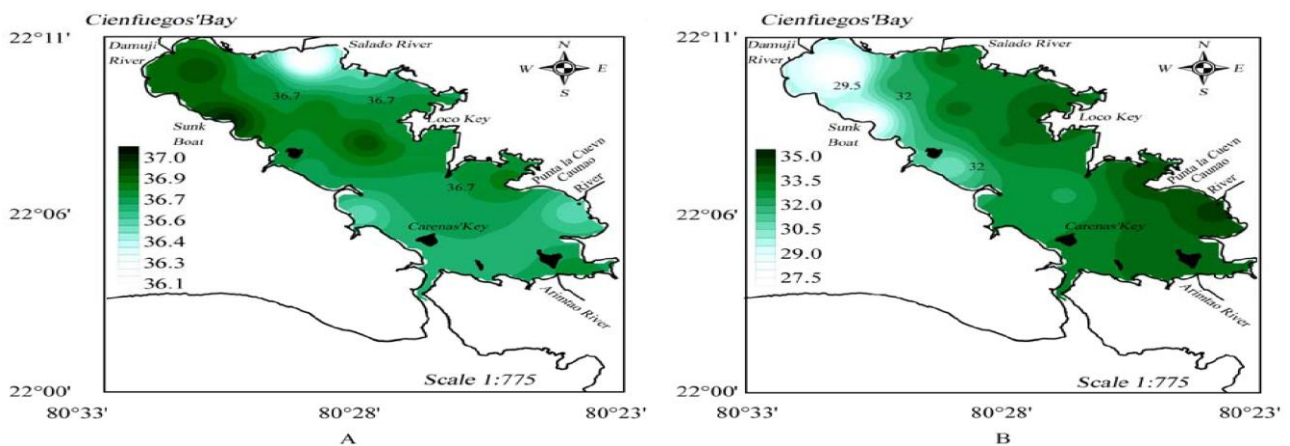


图 3 2011 年 5 月(a)和 11 月(b)在西恩富戈斯湾的空间盐度分布

Figure 3 Spatial salinity distribution in the months of May (a) and November (b) in Cienfuegos Bay in 2011

溶解氧浓度在 2 月(冬季)和 11 月(秋季)较高(≥ 5 mg/L), 最小平均值出现在 5 月(表 1)。表面和底部之间的最大差异出现在 11 月(表 1), 平均值为 1.61 mg/L, 底部水平较低。空间分布(图 4)大致显示了北部裂片中的最小值和南部裂片中的最大值。

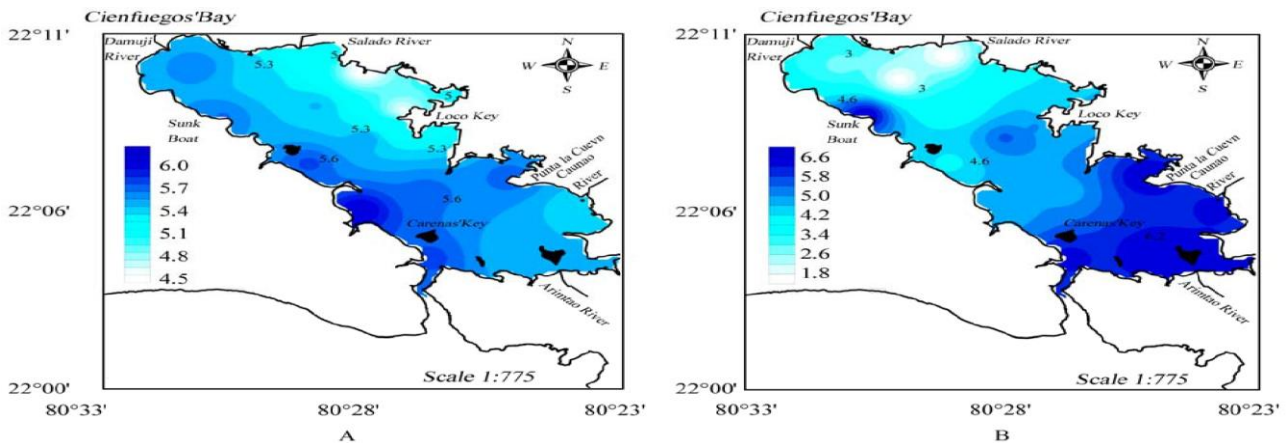


图 4 2011 年 2 月(a)和 5 月(b)在西恩富戈斯湾的溶解氧的空间分布

Figure 4 Spatial distribution of dissolved oxygen in the months of February (a) and May (b) in Cienfuegos Bay in 2011

2 讨论

翡翠贻贝被发现存在于不同的海洋环境中。然而, 温度在 26°C 和 32°C 之间, 盐度为 27 psu 至 33 psu, 溶解氧为 4 mg / L 至 7 mg / L 的水文系统有利于其生长速度和存活(Chatterji et al., 1984; Rajagopal et al., 2006)。在采样月中的原位记录值实现了这些范围, 平均值分别为 26.5°C, 35.38 psu 和 5.1 mg / L。

数值和标记变化与其他作者在这个海湾获得的数据类似, 并与气候全景和季节性相关。2 月(冬季)呈现出干燥月份的典型特征, 而 5 月(春季)显示了蒸发最大影响, 温度相对较高($\geq 30^\circ\text{C}$)。11 月表现出一个湿润月份的水文特征, 尽管在那一年呈现了最少的雨水积累; 它被标记为前几个月的水力学特性的惯性, 当最大平均降水累积发生(254 mm)时, 撞击剩余的排水而产生。9 月和 10 月最大降雨量的变化导致 11 月的水文不稳定, 随之产生了属于旱季到干旱月份的特征。

一般来说, 氧气处于饱和水平, 使得海湾表现为消耗过程占主导地位的生产系统, 主要在北部裂片中就如由于河口和残余水而产生的结果。分析的水文标记的平均浓度与针对优质捕捞用水的 NC 25: 1999 要求一致。分析研究变量的空间分布, 显然更好的条件和更高的水文稳定性位于南部裂片中。然而, 在北部裂片中存在更多的翡翠贻贝(Fernández-Garcés and Rolán, 2005), 显得更人为化。这一事实也可能与更大量的硬质基材(码头, 打桩等)以及更多的食物可用性有关。在这个地区水体因为营养物质和浮游植物变得更加富营养化(Areces, 1986; Moreira et al., 2007; Seisdedo and Moreira, 2007)。以同样的方式, 北部裂片中也记录了月份(32.89 psu)的最小平均盐度值。

考虑到西恩富戈斯湾水域的水动力系统和更新时间(Muñoz et al., 2010), 所观察到的翡翠贻贝的分布与水流的感觉和强度一致。根据这些水文条件, 翡翠贻贝的幼体在南部裂片中抵达和固定的可能性较小。另一方面, 翡翠贻贝的幼体可以被运出海湾, 并可能在附近的地区聚居。然而, 与海湾相邻的地形(Tomsack and García, 1975)降低了固定和生长的成功率。

已经报道了出现这种贻贝的区域(e.g. Chatterji et al., 1984; Rajagopal et al., 2006; Baker et al., 2007), 显示出了类似于西恩富戈斯湾的水文全景。一般来说, 研究的标记提供了在这个水生系统内的翡翠贻贝的发展和分布的令人满意的范围。

3 数据和方法

依靠十七个网点在西恩富戈斯湾的两个水平上采样: 表面(0.50 米)和底部(图 1)。使用 HANNA HI 9828 多参数探针(精度: ± 0.01)在每个点测量水温度($^\circ\text{C}$), 盐度(psu)和溶解氧(mg / L)。在这一年, 进行了三次测量行动。其中两个(2011 年 2 月和 2011 年 11 月)对应于旱季, 另一个对应于雨季(2011 年 5 月)。平均每月降水量和蒸发数据取自西恩富戈斯气象站。确定了水文参数的最大值和最小值以及标准偏差。每月的降雨量和蒸发量平均值转化为一个更好的图形来解释异常。考虑到对结果的评价, 对每个标记采用了古巴标准规则 NC 25: 1999 标准。

作者贡献

YG 和 AB 设计了站点网络, 收集数据并进行了分析。YG 起草了手稿。AL 帮助数据收集和修订稿件。AA 设计了该研究, 并参与了其一般设计和数据收集, 也帮助起草稿件。所有作者都阅读并同意最终的文本。

致谢

作者想感谢西恩富戈斯的工业渔业企业的工人和官方的指示, 因为他们的帮助得以进行这项工作。同时还感谢 Mercedes Escobar 教授帮助编辑和改进英文手稿的初版。

参考文献

- Alonso H., Diaz M., Muñoz A., Delfanti R., Papucci C., Ferretti O., and Crovato C., 2006, Recent changes in sedimentation regime in Cienfuegos Bay, Cuba, as inferred from Pb210 and Cs137 vertical profiles, *Continental Shelf Research*, 26: 153-167
<http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2005.08.026>
- Arecas A., 1986, Cienfuegos Bay: Eutrophication and environmental planning, *Rev. Invest. Inst. Oceanolog ía*, 51:1-36 (Arecas A., 1986, Bah ía de Cienfuegos: Eutroficación y planeamiento ambiental, *Rep. Invest. Inst. Oceanolog ía*, 51:1-36)
- Baker P., Fajans J., Arnold W., Ingrao D., Marelli D., and Baker S., 2007, Range and dispersal of tropical marine invader, the Asian green mussel, *Perna viridis*, in subtropical waters of the southeastern United States, *Journal of shellfish Research*, 6(2):345-355
[http://dx.doi.org/10.2983/0730-8000\(2007\)26\[345:RADOAT\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.2983/0730-8000(2007)26[345:RADOAT]2.0.CO;2)
- Blumberg H.P., Stern E., Martinez D., Ricketts S., de Asis J., White T., Epstein J., McBride P.A., Eidelberg D., Kocsis J.H., and Silbersweig D.A., 2000, Increased anterior cingulate and caudate activity in bipolar mania, *Biol. Psychiatry*, 48(11):1045-1052
[http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3223\(00\)00962-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3223(00)00962-8)
- Chatterji A., Ansari Z.A., Ingole B.S., and Parulekar A.H., 1984, Growth of the green mussel *Perna viridis* L., in a sea water circulating system, *Aquaculture*, 40:47-55
[http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(84\)90215-1](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(84)90215-1)
- Fern ández-Garc ía R., Rol án E., 2005, First citation of *Perna viridis* (L., 1758) (Bivalvia; mytilidae) in Cuban waters, *Noticiario SEM*, 43:79 (Fern ández-Garc ía R., Rol án E., 2005, Primera cita de *Perna viridis* (L., 1758) (Bivalvia; mytilidae) en aguas de Cuba, *Noticiario SEM*, 43:79)
- Laodong G., Santschi P.H., and Warnken K.W., 2000, Trace metal composition of colloidal organic material in marine environments, *Marine Chemistry*, 70:257-275
[http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4203\(00\)00031-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4203(00)00031-1)
- Moreira A., Gómez M., Suárez A., León A., and Castellanos M., 2003, Variation of the abundance and composition of microalgae in Cienfuegos bay, Cuba, *Rev. Invest. Mar.*, 24 (2): 83-94 (Moreira A., Gómez M., Suárez A., León A., and Castellanos M., 2003, Variación de la composición y abundancia de las macroalgas en la Bah ía de Cienfuegos, Cuba, *Rev. Invest. Mar.*, 24 (2): 83-94)
- Muñoz A., Douillet P., Diaz O., Ouillon S., and Fichez R., 2008, Influence of tide, wind and fluvial input in the circulation of the waters of the Cienfuegos Bay, Cuba, *Rev. Invest. Mar.*, 29 (2):101-112 (Muñoz A., Douillet P., Diaz O., Ouillon S., and Fichez R., 2008, Influencia de la Marea, el viento y el aporte fluvial en la circulación de las aguas de la bah ía de Cienfuegos, Cuba, *Rev. Invest. Mar.*, 29 (2):101-112)
- Muñoz A., Douillet P., Díaz O., Ouillon S., Fichez R., and Henry R., 2010, Renewal time of Cienfuegos Bay waters, E- Repository of Ocean Docs Publications, In: <http://www.oceandocs.org/handle/1834/3628>, Fisheries Research Centre, VI International Workshop CONyMa 2010, Havana, Cuba (Muñoz A., Douillet P., Díaz O., Ouillon S., Fichez R., and Henry R., 2010, Tiempo de renovación de las aguas de la bah ía de Cienfuegos, Cuba, E- Repository of Ocean Docs Publications, In: <http://www.oceandocs.org/handle/1834/3628>, Centro de Investigaciones Pesqueras, VI Taller Internacional CONyMa 2010, Ciudad de La Habana)
- Muñoz A., Díaz O., Douillet P., Fichez R., Herrera R., Alcántara J., and García A., 2011, On the flushing time of Cienfuegos Bay, Cuba, *Serie Oceanológica*, 9:15-29 (Muñoz A., Díaz O., Douillet P., Fichez R., Herrera R., Alcántara J., and García A., 2011, La distribución de tiempo de residencia en la Bah ía de Cienfuegos, *Serie Oceanológica*, 9:15-29)
- N.C. 25: 1999, 1999, Evaluation of water objects for fisheries and aquaculture., System Requirements for Environmental Protection. , Hydrosphere. Republic of Cuba (N.C. 25: 1999, Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero. Sistema de Normas para la Protección del Medio Ambiente. Hidrosfera. República de Cuba)
- Pérez S., Alonso C., Morabito R., Brunori C., and Cremesi C., 2004, Assessment of metal distribution in surface sediments in Cienfuegos Bay, Cuba, *Rev. Invest. Pesq., Edición Especial*, pp.14 (Pérez S., Alonso C., Morabito R., Brunori C., and Cremesi C., 2004, Evaluación de la distribución de los metales en los sedimentos superficiales de la Bah ía de Cienfuegos, Cuba, *Rev. Invest. Pesq., Edición Especial*, pp.14)
- Rajagopal S., Venugopalan V.P., Van der Velde G., and Jenner H.A., 2006, Greening of the coasts: a review of the *Perna viridis* success story, *Aquatic Ecology*, 40:273-297
<http://dx.doi.org/10.1007/s10452-006-9032-8>
- Rey N.J., 2004, Decision making in integrated coastal zone management, Cuba, Cienfuegos University, Master Thesis in Integrated Coastal Zone Management, pp.65 (Rey N.J., 2004, La toma de decisiones en el manejo integrado de zonas costeras, Cuba, Universidad de Cienfuegos, Tesis de Maestría en Manejo Integrado de Zonas Costeras, pp.65)
- Seisdedo M., and Moreira A., 2007, Behavior of the physical-chemical characteristics of water and phytoplankton in Cienfuegos Bay, Cuba, *Rev. Invest. Mar.*, 28(3):193-199 (Seisdedo M., and Moreira A., 2007, Comportamiento de las características físico-químicas de las aguas y fitoplancton en la Bah ía de

- Cienfuegos, Cuba, Rev. Invest. Mar., 28(3):193-199)
- Seisdedo M., 2006, Spatial and temporal variations in environmental quality markers of the Cienfuegos Bay waters, Cuba, Rev. Invest. Mar., 21(2):159-164 (Seisdedo M., 2006, Variaciones espaciales y temporales en indicadores de la calidad ambiental de las aguas de la Bahía de Cienfuegos, Cuba, Rev. Invest. Mar., 21(2):159-164)
- Seisdedo M., and Muñoz A., 2005, Effect of precipitation on water quality in the Bay of Cienfuegos, Rev. Cubana de Meteorología, 12 (2): 64-67 (Seisdedo M., and Muñoz A., 2005, Efecto de las precipitaciones en la calidad de las aguas de la Bahía de Cienfuegos, Rev. Cubana de Meteorología, 12 (2): 64-67)
- Tomzack M., and García C., 1975, A numerical model of circulation in Cienfuegos Bay, Cuba, Estuarine Coast. Mar. Sci., 3(4): 391-412
[http://dx.doi.org/10.1016/0302-3524\(75\)90040-7](http://dx.doi.org/10.1016/0302-3524(75)90040-7)
- Tur A.I., and Becerra M., 1991, Assessment of the main pollutant loads from urban-industrial flow directly into the Bay of Cienfuegos, Revista Científico-Técnica I.T., 11(3): 8-10 (Tur A.I., and Becerra M., 1991, Evaluación de las principales cargas de contaminantes de origen urbano-industrial vertidas directamente en la Bahía de Cienfuegos, Revista Científico-Técnica I.T., 11(3): 8-10)
- Wong W.H., and Cheung S.G., 2001, Feeding rhythms of the green-lipped mussel, *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Mytilidae) during spring and neap tidal cycles, J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 257:13-36
[http://dx.doi.org/10.1016/S0022-0981\(00\)00327-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-0981(00)00327-0)