

NOTA CIENTÍFICA

PRIMER REPORTE DE *Oxyrrhis marina* DUJARDIN 1841 EN LA BAHÍA DE GUANTÁNAMO, CUBA

Oxyrrhis marina Dujardin 1841 first report in Guantanamo Bay, Cuba

Liliana Gómez Luna^{1*}, Odalys Asín², Yadenis Ortega¹

¹ Laboratorio de Ecotoxicología, Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA). Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.

² UEB Salinera Guantánamo. Carretera Caimanera km 19 ½, Las Pailas, Caimanera, Guantánamo.

* Autor para correspondencia: lilianag@cnea.uo.edu.cu

Recibido: 4 diciembre 2013

Aceptado: 27 marzo 2014

RESUMEN

Oxyrrhis marina Dujardin 1841 es una morfoespecie fagotrófica con una distribución universal. Si bien se reconoce su presencia en varios ecosistemas alrededor del mundo, son pocos los reportes de floraciones y relativamente pocos los estudios explícitos sobre su distribución natural. En este trabajo se informa por primera vez la presencia de *O. marina* en la costa suroriental de Cuba, específicamente en la bahía de Guantánamo, en Septiembre de 2013, en una floración mixta con otras especies de cianobacterias y dinoflagelados. La especie fue identificada sobre la base de características morfológicas bien establecidas mediante el uso de técnicas de microscopía óptica y tratamiento digital de imagen.

palabras clave: bahía; Cuba; Guantánamo; marea roja; *Oxyrrhis marina*.

ABSTRACT

Oxyrrhis marina Dujardin 1841 is a fagotrophic morphospecies with a universal distribution. Meanwhile its presence is recognizing in several ecosystems all over the world, there are few reports of blooms and relatively few explicit studies of its natural distribution. This paper presents the first report of *O. marina* in the southeast coast of Cuba, specifically in Guantanamo Bay, during September 2013, in a mixed bloom with other species of cyanobacteria and dinoflagellates. The species were identified based on morphological features by means of a light microscopy and digital image processing.

keywords: bay; Cuba; Guantanamo; *Oxyrrhis marina*; red tide

INTRODUCCIÓN

Oxyrrhis marina Dujardin 1841 es un dinoflagelado marino heterotrófico con una distribución universal en marismas, lagunas

litorales y ocasionalmente en playas arenosa (Dodge, 1982); es más común en zonas intermareales y en general en zonas costeras, donde forma parte del plancton (Montagnes et

al., 2011a, Watts *et al.*, 2011) y menos común en aguas oceánicas; en aguas polares está ausente o es rara, pero puede aparecer (Watts *et al.*, 2011). La especie fue descrita por primera vez por Dujardin en 1841 en la bahía de Nápoles. Ha sido aislada fundamentalmente en aguas costeras y ambientes eurihalinos.

Su hábitat tipo incluye lagunas intermareales y estuarios; se considera una especie con una amplia distribución geográfica (Montagnes *et al.*, 2011a, Watts *et al.*, 2011), con registros en Gran Bretaña, Rumania, España, islas del Atlántico (Islas Canarias), América del Norte (Washington), Asia (Corea) (Guiry & Guiry, 2013); Hawái e Islas Azores y en el Pacífico, específicamente en la costa occidental de Baja California (Isla Natividad); en el Golfo de México, el Mar Báltico y el Mediterráneo, el Golfo Pérsico, el Océano Índico (Osorio-Tafall, 1946, Watts *et al.*, 2011). También ha sido encontrada en Australia, Sudáfrica y Brasil (Watts *et al.*, 2011). Ha sido incluida en la lista de especies de protozoos presentes en aguas cubanas (ECOSIS, 2013) específicamente hacia la costa Norte en ambientes estuarinos (Revilla & Prieto, 2006) y eurihalinos (Díaz *et al.*, 2001). La especie tolera amplios rangos de salinidad, temperatura y pH (Lowe *et al.*, 2011a, Montagnes *et al.*, 2011a).

Es una morfoespecie fagotrófica (Droop, 1953) extensamente estudiada, modelo de protistas para una importante variedad de procesos ecológicos (Montagnes *et al.*, 2011a,b, Yang *et al.*, 2011). Asimismo, constituye cada vez más un blanco para el estudio de modelos evolutivos y de organización genómica (Lowe *et al.*, 2011a,c). Por otra parte, se ha reconocido su extrema variabilidad; su forma y tamaño dependen de la alimentación y el tiempo transcurrido desde la división (Dodge, 1982, Lowe *et al.*, 2011a,b); algunos

autores consideran incluso, que existen en realidad dos especies: *O. marina* y *O. maritima* (Lowe *et al.*, 2011a).

Si bien es conocido que la especie no es tóxica, ésta se asocia a floraciones nocivas causantes de hipoxia y muerte de fauna marina, existiendo reportes en la Bahía de Masan, Corea, asociada a una marea roja de la euglenofita *Eutreptiella gymnastica* (Jeong *et al.*, 2011), así como en el Mar de Japón, específicamente en la Bahía de Amursky, en una floración que alcanzó concentraciones de 10^6 cél. L⁻¹ (Begun *et al.*, 2004), situación similar a la de Hoorn, Dinamarca (Kristiansen, 1974). Se ha asociado además a floraciones de organismos tóxicos como *Heterosigma akashiwo*, *K. micrum*, *Karlodinium veneficum*, y en la Bahía de Chesapeake y Masan (Adolf *et al.*, 2007, Johnson *et al.*, 2003, Jeong *et al.*, 2003).

O. marina se alimenta activamente de especies planctónicas y libera únicamente materia orgánica disuelta, incorporando a su dieta una interesante variedad de especies como *Amphidinium carterae*, *Dunaliella primolecta*, *Emiliana huxleyi*, *Isochrysis galbana*, *K. micrum*, *Karlodinium veneficum*, *Prorocentrum minimum* y entre otras, tanto en condiciones de campo como experimentales (Hansen *et al.*, 1996, Adolf *et al.*, 2007, Jeong *et al.*, 2001, Öpik & Flynn, 1989, Wolfe *et al.*, 1994, Johnson *et al.*, 2003, Jeong *et al.*, 2003). El papel ecológico de esta especie ha sido uno de los temas de investigación de interés reciente (Saba *et al.*, 2011, Yang *et al.*, 2011). Sin embargo, aunque la especie ha sido muy estudiada y se reconoce su presencia en varios ecosistemas alrededor del mundo, son pocos los reportes de sus floraciones y relativamente pocos los estudios explícitos sobre su distribución natural, lo que sin dudas limita los estudios ecológicos y biogeográficos. Uno de los estudios más completos sobre su distri-

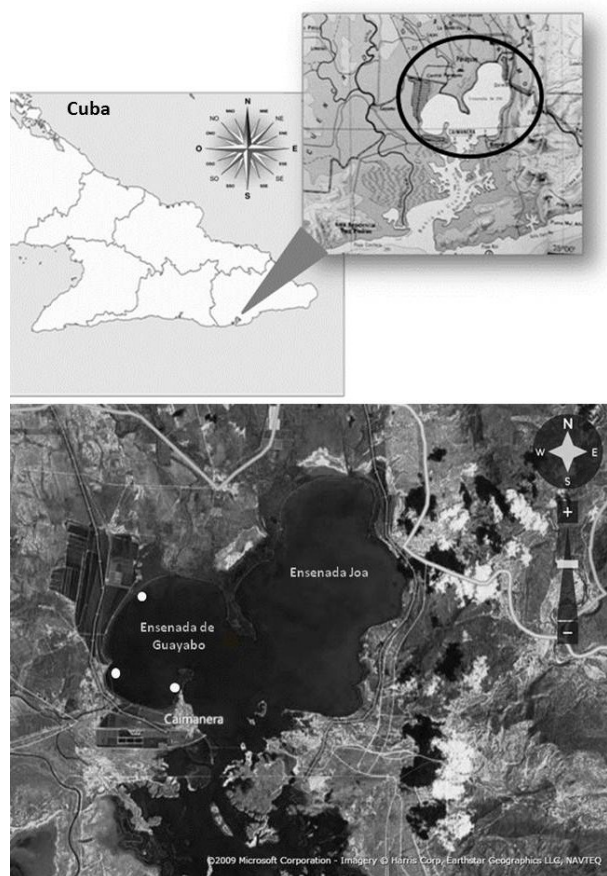


Figura 1. Área de estudio: Bahía de Guantánamo y puntos de muestreo en la Ensenada de Guayabo.

bución es el de Watts *et al.* (2011). En el Caribe, específicamente en la costa Sur de Cuba no se ha informado sobre la presencia de esta especie con antelación; tampoco aparecen trabajos sobre floraciones de *O. marina* en la región.

En este trabajo se presenta el primer reporte de una floración de *O. marina* en Cuba, específicamente en la Bahía de Guantánamo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La bahía de Guantánamo se encuentra localizada en la costa Sur de la región oriental de la isla de Cuba, específicamente en la parte central de la Cuenca Guantánamo-Guaso, a los 19° 59' N y 75° 07' W. Es una de

las bahías de bolsa más grandes de la región, con un área total de 480,43 km², de los cuales 59 km² corresponden al lóbulo interior. En esta zona desembocan los ríos Guaso, Arroyo Hondo y Seco, y se encuentran las ensenadas de Cerro Guayabo (NO) y Joa (NE) (Figura 1). Es un área de interés pesquero y de asentamientos humanos. La bahía es un cuerpo receptor de aguas residuales producidas por la actividad antrópica, las que en su mayoría no tienen tratamiento, o este resulta insuficiente, lo que trae consigo un incremento en la concentración de compuestos orgánicos e inorgánicos, fundamentalmente en el lóbulo interior, en el que existe además un limitado intercambio de con las aguas oceánicas. En la cuenca existen alrededor de 60 focos contaminantes y a ella se asocia aproximadamente el 72% de la población de la provincia de Guantánamo. Esta incluye cinco municipios de dicha provincia y el municipio Songo La Maya de la provincia de Santiago de Cuba, para una población de aproximadamente 410 000 habitantes, lo que sin dudas hace complejo su manejo. La bahía de Guantánamo ha sido objeto de estudio por varias instituciones y desde el 2009 el Laboratorio de Ecotoxicología y Servicios Ambientales del Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), Universidad de Oriente, realiza monitoreo sistemáticos para el estudio del fitoplancton en el lóbulo interno, específicamente en la Ensenada de Guayabo.

Ante un reporte de cambio de coloración de las aguas y muerte masiva de peces se realizó un muestreo en el lóbulo norte (interior) de la misma, específicamente hacia la parte noroeste, en la Ensenada de Guayabo, en Septiembre de 2013. Se establecieron en total 10 localidades de muestreo, 3 en las cercanías del Complejo Salinero ubicado en

dicha ensenada (20° 00' 36.4" N; 75° 10' 36.3" W/ 20° 00' 19.4" N; 75°10' 36.3" W/ 19° 59' 54.6" N; -75° 09' 27.2" W). Se incluyeron además en el muestreo dos lagunas del proceso productivo de la salina, con diferentes valores de salinidad: 40 y 46.5 ups, y controles en la Ensenada de Guayabo a 10, 20, 30 y 40 m de la línea de costa, así como en la Ensenada de Joa, a 1,5 m de la línea de costa (19°59' 43.4" N 75°06', 30.7" W). Fueron tomadas muestras integradas de la columna de agua a 50 cm, en horas de la mañana. Se tomaron dos muestras en cada localidad de muestro, una se mantuvo sin conservante y otra fue conservada en formalina al 5%; estas fueron transportadas de inmediato hacia el Laboratorio de Ecotoxicología y Servicios Ambientales del CNEA, donde fueron analizadas en un microscopio óptico MOTIC (x100). Las muestras sin formalina fueron enriquecidas para su conservación durante el periodo de estudio con medio f/2 (Guillard, 1973) suplementado con 440 μM de NaNO_3 (Martel, 2006) y alícuotas de un cultivo batch unialgal asincrónico de *Dunaliella salina*; estas se mantuvieron a 20°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) en luz continua (75 $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$; lámparas DAYLIGHT, PHILIPS de 32 W, TLD 32 W/865-NG).

Se realizaron recuentos celulares a partir de alícuotas de las muestras conservadas en formalina al 5% mediante una cámara de recuento hematológico Neubauer mejorada y varias observaciones a partir de las muestras frescas durante 21 días. Las muestras frescas fueron observadas directamente y fijadas con Lugol al 2%. Para la identificación hasta especie se utilizó la clave dicotómica de Dodge (Dodge, 1982) y los criterios taxonómicos de Lowe (Lowe *et al.*, 2011a,b), así como la consulta a la base on-line (Guiry & Guiry, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Clasificación taxonómica

Reino Chromista
Phylum Dinophyta
Clase Dinophyceae
Orden Oxyrrhinales
Familia Oxyrrhinaceae
Género *Oxyrrhis*
Especie *Oxyrrhis marina*

Descripción taxonómica: *Oxyrrhis marina* tiene forma oval con extremo posterior asimétrico y extremo anterior estrecho y cónico (Figura 2 A-G). Las proporciones celulares dependen del estado trófico y destaca la ausencia de platos tecales. La célula normalmente mide entre 10 y 35 μm (Dodge, 1982), pero puede alcanzar los 60 μm (Lowe *et al.*,

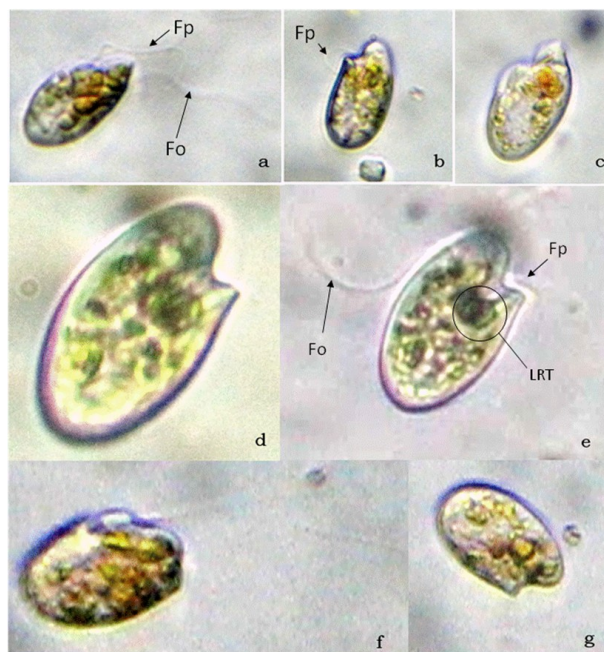


Figura 2. Imágenes de *Oxyrrhis marina* (32 x 17,5 μm), (100X) aumentadas con cámara digital Cannon 10 Mpx. Zoom Digital Óptico 6X. Diferentes vistas a-g. Vista a: flagelo propulsor extendido (FP) y Flagelo ondulante (Fo). Vista b: Flagelo propulsor (FP) en proceso de arrollamiento. Vista e: lóbulo residual tentacular (LRT) visible.

2011a). El valor promedio de las células identificadas en este estudio fue de $32 \times 17,5 \mu\text{m}$.

En el extremo posterior de las células se proyecta un lóbulo residual tentacular (Figura 2 D, E); aparece una depresión central de la que emerge este lóbulo. Tiene dos flagelos con dicha protuberancia bien marcada entre ellos (Figura 2). Los dos flagelos tienen las funciones separadas: uno ondula, mientras el otro se arrolla, y propulsa la célula. El individuo parece descolorido, pero da un tinte rosa al agua (Lowe *et al.*, 2011a, Dodge, 1982). Su nutrición es holozoica y la división celular es a través de una citocinesis; es un dinoflagelado fagotrófico con una conducta depredadora única; puede crecer a expensas de varias especies incluso de mayor tamaño (Flynn *et al.*, 1996). Durante este estudio pudo verse en acción, alimentándose indistintamente de varias especies de dinoflagelados y cianobacterias.

Las células son mononucleadas; el núcleo, de gran tamaño se localiza cerca del extremo anterior, lo que coincide con lo que explica Dodge en 1982. Destaca además la presencia de vacuolas en el citoplasma (Figura 2 A, C-E, G).

Fueron observadas células en diferentes estadios, lo que coincide con descripciones previas de su ciclo de vida (Montagnes *et al.*, 2011a): grandes células con abundante contenido, mini células con algo menos de la mitad del tamaño de las células normales, células de tamaño normal, grandes células desprovistas de flagelos, al parecer quiste; incluso algunas células en división.

Procedencia: Esta especie fue identificada a partir de una floración algal mixta en la Ensenada de Guayabo, en la bahía de Guantánamo, en el mes de Septiembre de 2013. Las muestras fueron tomadas después de

fuertes lluvias, persistentes por más de 15 días, previo muestreo. Se asocia a la floración la muerte masiva de peces de varias especies. La zona que presentó un cambio de coloración con tono rosáceo se extendió por toda la Ensenada de Guayabo, la entrada de la Ensenada Joa, y la zona de Caimanera, cubriendo fundamentalmente el extremo noroeste del lóbulo interno.

Los valores de salinidad en las localidades muestreadas estuvieron entre 32 y 35 ups, el pH se mantuvo entre 7,8 y 8; el valor promedio de la temperatura del agua fue de $27,56 \pm 0,45 \text{ } ^\circ\text{C}$. Se ha descrito previamente que *O.marina* puede vivir en aguas con una salinidad entre 5 y 60 ups y entre 10 a 30°C (Lowe *et al.*, 2011a, Montagnes *et al.*, 2011b), lo que permite ubicar las condiciones del acuario dentro de estos valores en los que la especie se desarrolla, si bien la temperatura se acerca al valor límite superior. Las condiciones climáticas pueden haber contribuido a la floración mixta, debido al desbalance en la disponibilidad de nutrientes causado por las intensas lluvias.

En las muestras tomadas en la Ensenada de Guayabo la concentración de fitoplancton fue de $623 \times 10^4 \text{ cél. ml}^{-1}$. Destaca la presencia de *Gymnodinium* sp. y *Karlodinium* sp. a concentraciones de $452 \times 10^4 \text{ cél. ml}^{-1}$ (72,55%); *Synechocystis* sp. y *Synechococcus* sp. a una concentración de $112 \times 10^4 \text{ cél. ml}^{-1}$ (17,98%) y $57 \times 10^4 \text{ cél. ml}^{-1}$ (9,15%), respectivamente. *Oxyrrhis marina* presenta una concentración de $0,75 \times 10^4 \text{ cél. ml}^{-1}$ (0,12%); el resto ($1,25 \times 10^4 \text{ cél. ml}^{-1}$) corresponde a otras especies (Cyanophyta: *Aphanothece clarthrata*, *Chroococcus* sp., *Oscillatoria* sp.; Charophyta: *Spirotaenia* sp.; Heterokontophyta: *Cylindrotheca closterium*) (0,20%). Este constituye el primer reporte de una floración mixta de cianobacterias y dinoflagelados con la presencia de *O.*

marina en aguas cubanas, asociada a una marea roja de dinoflagelados potencialmente tóxicos, responsables de la muerte masiva de peces en el ecosistema.

El recuento de *O. marina* fue superior en las lagunas del proceso productivo seleccionadas para el muestreo: 3 a 6×10^4 cél. ml⁻¹, a 40 y 46.5 ups, respectivamente, lo que confirma su alta tolerancia a la salinidad y preferencia por ambientes eurihalinos. En el resto de las estaciones de control de la Ensenada se identifica la especie hasta los 30 m a concentraciones entre 0,50 y $0,75 \times 10^4$ cél. ml⁻¹; ya a los 40 m las concentraciones son de $0,25 \times 10^4$ cél. ml⁻¹, además aparecen restos de dinoflagelados. En la Ensenada Joa se identifica *O. marina* a muy bajas concentraciones ($0,025 \times 10^4$ cél. ml⁻¹).

La marea roja permaneció durante unos 5 días causando muerte de peces en el ecosistema, con una marcada fetidez, incluso en las lagunas del proceso productivo. Esta se ubicó básicamente hacia la Ensenada de Guayaabo. La máxima concentración de *O. marina* registrada en dicha ensenada fue de $0,75 \times 10^4$ cél. ml⁻¹ en la zona intermareal. Sin embargo, la máxima concentración se obtiene en las lagunas concentradoras de la salina (6×10^4 cél. ml⁻¹, 46,5 ups). Begun *et al.* (2004) refiere valores mayores ($443,3 \times 10^6$ cel. l⁻¹) que los referidos en este trabajo, en condiciones ambientales diferentes, dígame menores valores de temperatura del agua (17–24.5°C) y salinidad (7–18‰). No obstante, hay que señalar que los estudios fueron realizados al tercer día de la floración.

Los dinoflagelados fotosintetizadores parecen ser un importante componente del plancton en la bahía de Guantánamo, la que puede clasificarse atendiendo a la concentración fitoplanctónica como un ecosistema muy productivo, con valores de densidad

fitoplanctónica siempre por encima de 1 500 cél. ml⁻¹, lo que según Biagini (1980) lo hace un ecosistema politrófico. Si bien las condiciones meteorológicas y la dinámica del ecosistema influyen en la distribución y composición del plancton, en el caso de *O. marina* y *Karlodinium* sp. es importante considerar la dispersión antropogénica asociada al transporte marítimo debido a las aguas de lastre, asociado previamente por otros autores a la extensión de la distribución natural de especies planctónicas (Burkholder *et al.*, 2007, Watts *et al.*, 2011). Es importante señalar que ninguno de estos microorganismos había sido identificado en muestras de la bahía de Guantánamo hasta el presente reporte; aún cuando esta se monitorea regularmente desde el año 2009.

CONCLUSIONES

La bahía de Guantánamo presenta un marcado deterioro ambiental lo que le confiere un status especial, considerando su vulnerabilidad a eventos nocivos y/o tóxicos relacionados con la presencia de especies fitoplanctónicas. La Ensenada Cerro Guayaabo mostró mayor predisposición a ocurrencia de floraciones algales nocivas (FANs) lo que puede estar relacionado con la hidrodinámica del ecosistema.

Se describe una floración mixta de cianobacterias y dinoflagelados potencialmente tóxicos con la presencia de *O. marina*. Las condiciones ambientales del ecosistema y su dinámica, unido a las características climáticas estacionales pueden haber contribuido a la proliferación de estos microorganismos, sin embargo, es importante considerar los factores que condicionaron su presencia en el lóbulo interior de la bahía, entre los que pudiera ser importante la dispersión an-

tropogénica asociada al transporte marítimo debido a las aguas de lastre.

AGRADECIMIENTOS

El equipo de trabajo del Laboratorio de Ecotoxicología y Servicios Ambientales del CNEA, agradece de manera especial a los directivos de la UEB Salinera Guantánamo quienes participan activamente en la vigilancia permanente de las aguas del ecosistema. Agradece además el apoyo del Proyecto VLIR-IUC UO entre la Universidad de Oriente y Universidades de Bélgica: "Universidad de Oriente promotes a sustainable development in the Eastern Region of Cuba".

REFERENCIAS

- Adolf, J.E., Krupatkina, D., Bachvaroff, T., Place, A.R. (2007). Karlotoxin mediates grazing by *Oxyrrhis marina* on strains of *Karlodinium veneficum*. *Harmful Algae*, **6**(3), 400-412.
- Begun, A.A., Orlova, T.Y., Selina, M.S. (2004). A "bloom" in the water of Amursky Bay (Sea of Japan) caused by the dinoflagellate *Oxyrrhis marina* Dujardin, 1841. *Russian Journal of Marine Biology*, **30**(1), 51-55.
- Biagini, M. (1980). Valutazioni dell' inquinamento delle acque correnti per mezzo del fitoplancton. *Biologi Italiani*, **X**(9), 20.
- Burkholder, J.M., Hallegraeff, G. M., Melia, G. (2007). Phytoplankton and bacterial assemblages in ballast water of U.S. military ships as a function of port of origin, voyage time, and ocean exchange practices. *Harmful Algae*, **6**, 486-518.
- Díaz, P.A., Hernández, A., Orozco, M.V. (2001). *Lista de protozoos de aguas marinas y salobres de Cuba*. Instituto de Oceanología, (Julio 2001). La Habana, Cuba. Consultado 25 de Noviembre, <http://www.cuba.cu/ciencia/citma/ama/oceanologia/default.html>
- Dodge, J.D. (1982). *Marine dinoflagellates on the British Isles* (1st ed.). London: Her Majesty's Stationery Office.
- Droop, M.R. (1953). On the ecology of flagellates from some brackish and fresh water rock-pools of Finland. *Acta Bot. Fenn.*, **51**, 1-52.
- ECOSIS. (2013). Especies del reino Protozoa presentes en Cuba. Consultado el 25 de Noviembre, de 2013, www.ecosis.cu
- Flynn, K.J., Davidson, K., Cunningham, A. (1996). Prey selection and rejection by a microflagellate; implications for the study and operation of microbial food webs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **196**, 357-372.
- Guillard, R.R.L. (1973). *Handbook of phycological methods. Culture methods and growth measurements*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Guiry, M.D. , Guiry, G.M. (2013). *Oxyrrhis marina*. *AlgaeBase. World-wide electronic publication*. Consultado 24 Septiembre 2013, <http://www.algaebase.org/index.lasso>
- Hansen, F.C., Witte, H.J., Passarge, J. (1996). Grazing in the heterotrophic dinoflagellate *Oxyrrhis marina*: size selectivity and preference for calcified *Emiliania huxleyi* cells. *Aquatic Microbial Ecology*, **10**(3), 307-313.
- Jeong, H.J., Kang, H., Shim, J. H., Park, J.K., Kim, J.S., Song, J.Y., Choi, H.J. (2001). Interactions among the toxic dinoflagellate *Amphidinium carterae*, the heterotrophic dinoflagellate *Oxyrrhis marina*, and the calanoid copepods *Acartia* spp. *Marine Ecology Progress Series*, **218**, 77-86.
- Jeong, H. J., Kim, J. S., Yeong, D.Y., Kim, S.T., Kim, T.H., Park, M.G., Lee, C. H., Seong, K.A., Kang, N.S. Shim, J.H. (2003). Feeding by the heterotrophic dinoflagellate *Oxyrrhis marina* on the red-tide raphidophyte *Heterosigma akashiwo*: a potential biological method to control red tides using mass-cultured grazers. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, **50**(4), 274-282.
- Jeong, H.J., Kim, T.H., Yoo, Y.D., Yoon, E.Y., Kim, J.S., Seong, K.A., Kim, K.Y., Park, J.Y. (2011). Grazing impact of heterotrophic dinoflagellates

and ciliates on common red-tide euglenophyte *Eutreptiella gymnastica* in Masan Bay, Korea. *Harmful Algae*, **10**(6), 576-588.

Johnson, M.D., Rome, M., Stoecker, D.K. (2003). Microzooplankton grazing on *Prorocentrum minimum* and *Karlodinium micrum* in Chesapeake Bay. *Limnology and Oceanography*, **48**(1), 238-248.

Kristiansen, J. (1974). A red bloom in Hoorn so near Lemvig (N. W. Jutland), caused by the dinoflagellate *Oxyrrhis marina*. *Flora Fauna*, **80**(3), 65-69.

Lowe, C. D., Keeling, P.J., Martin, L.E., Slamovits, C.H., Watts, P.D., Montagnes, David J.S. (2011a). Who is *Oxyrrhis marina*? Morphological and phylogenetic studies on an unusual dinoflagellate. *Journal of Plankton Research*, **33**(4), 555-567.

Lowe, C.D. Martin, L., Roberts, E., Watts, P.C., Wootton, E.C., Montagnes, D.J.S. (2011b). Collection, isolation and culturing strategies for *Oxyrrhis marina*. *Journal of Plankton Research*, **33**(4), 569-578.

Lowe, C.D., Mello, L.V., Samatar, N., Martin, L.E., Montagnes, D.J.S. & Watts, P.C. (2011c). The transcriptome of the novel dinoflagellate *Oxyrrhis marina* (Alveolata: Dinophyceae): response to salinity examined by 454 sequencing. *BMC Genomics*, **12**, 519.

Martel, C.M. (2006). Prey location, recognition and ingestion by the phagotrophic marine dinoflagellate *Oxyrrhis marina*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **335** (1), 210-220.

Montagnes, D.J.S., Lowe, C.D, Roberts, E.C., Breckels, M.N., Boakes, D.E., Davidson, K., Keeling, P.J., Slamovits, C.H., Steinke, M., Yang, Z., Watts, P.C. (2011a). An introduction to the special issue: *Oxyrrhis marina*, a model organism? *Journal of Plankton Research*, **33**(4), 549-554.

Montagnes, D.J.S., Lowe, C.D., Martin, L., Watts, P.C., Downes-Tettmar, N., Yang, Z., Roberts, E.C., Davidson, K. (2011b). *Oxyrrhis marina* growth, sex and reproduction. *Journal of Plankton*

Research, **33**(4), 615-627.

Öpik, H, Flynn, K.J. (1989). The digestive process of the dinoflagellate, *Oxyrrhis marina* Dujardin, feeding on the chlorophyte, *Dunaliella primolecta* Butcher: a combined study of ultrastructure and free amino acids. *New Phytologist*, **113**(2), 143-151.

Osorio-Tafall, B.F. (1946). Nuevos datos sobre la distribución del dinoflagelado *Oxyrrhis marina* Duj. In D. Técnico (Ed.). México, D. F.: Laboratorio de Hidrobiología. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I. P. N. y Guanos y Fertilizantes de México, S.A.

Revilla, A.I., Prieto, T.D. (2006). *Evaluación del impacto ambiental sobre las comunidades de protozoos en la desembocadura del Río Almendares, Ciudad de la Habana, Cuba*. Paper presented Memorias del IV Taller Internacional Contaminación y Protección del Medio Ambiente, Ciudad de La Habana. Consultado 24 Noviembre 2013, <http://hdl.handle.net/1834/>

Saba, G.K., Steinberg, D.K., Bronk, D.A., Place, A.R. (2011). The effects of harmful algal species and food concentration on zooplankton grazer production of dissolved organic matter and inorganic nutrients. *Harmful Algae*, **10**(3), 291-303.

Watts, P.C., Martin, L.E., Kimmance, S.A., Montagnes, D.J.S., Lowe, C.D. (2011). The distribution of *Oxyrrhis marina*: a global disperser or poorly characterized endemic? *Journal of Plankton Research*, **33**(4), 579-589.

Wolfe, G.V., Sherr, E., Sherr, B.F. (1994). Release and consumption of DMSP from *Emiliania huxleyi* during grazing by *Oxyrrhis marina*. *Marine Ecology Progress Series*, **111**, 111-119.

Yang, Z., Jeong, Hae J., Montagnes, D.J.S. (2011). The role of *Oxyrrhis marina* as a model prey: current work and future directions. *Journal of Plankton Research*, **33**(4), 665-675.