

Microalgas bentónicas de la laguna La Redonda y su relación con las características del ecosistema

Benthic microalgae of La Redonda lagoon and their relationship with the characteristics of ecosystem

Yeny Labaut,¹ Carmen Betancourt,² Augusto Comas,¹
Héctor Salvat³ y Liliana Toledo¹

¹ Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC). Calle 17 esq. Ave. 46 s/n, Reina, Cienfuegos, CP 55100, Cuba, E-mail: labaut@gestion.ceac.cu

² Universidad de Cienfuegos. Carretera a Rodas km 3, Cienfuegos, CP 59430, Cuba

³ Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros (CIEC). Cayo Coco, Ciego de Ávila, CP 69 400, Cuba

RESUMEN

La laguna La Redonda de gran importancia para el turismo de la región y el país, por su riqueza de especies, sus valores estético-paisajísticos y su uso pesquero, se estudia como parte de un proyecto que busca identificar las características ecológicas del ecosistema para recuperar las poblaciones de trucha *Micropterus salmoides*, decrecidas en los últimos años. El objetivo de esta investigación fue identificar las microalgas bentónicas de la Laguna La Redonda y determinar su relación con las características de este ecosistema. El muestreo se realizó en diez estaciones en noviembre de 2013. La transparencia del agua se realizó mediante un disco de Secchi, la temperatura y el pH se determinaron con un pH-metro portátil marca HACH. Para la clorofila *a* en el agua se utilizó el método fluorimétrico, de extracción con metanol y mediante dragado se tomaron muestras del sedimento superficial acumulado en el fondo de la laguna. Se identificaron varias clases de microalgas y cianoprocarotas, con una particular diversidad de diatomeas principalmente de acuatorios de alto contenido salino, con presencia de materia orgánica y con ciertos niveles de eutrofización. Otros grupos como las desmidiáceas también se presentaron a pesar del pH elevado del agua del acuatorio.

Palabras clave: microalgas bentónicas, diatomeas, laguna, trucha.

ABSTRACT

La Redonda lagoon has high richness of species and fishing and landscape values, because of that this water body is essential for the regional and national tourism. The ecology of this lagoon has been analyzed to research the causes of the trout (*Micropterus salmoides*) population decrease. Benthic microalgae species were identified and to establish their relationships with the characteristics of the ecosystem. The sampling was made on November, 2013, in ten sampling sites. The transparency was measured by a Secchi disc, and the temperature and the pH were measured with a portatil HACH pH-metro. A fluorimetric method was used for clorofila *a* quantification. The superficial sediment samples were extracted with a Van Veen dredge. Several classes of microalgae and cyanobacterias were registered, with a particular diversity of diatoms. The diatoms founded are typical of salinity, organic matter and eutrophic waters. Desmidian algae also were presented despite of the high pH of this lagoon.

Keywords: benthic microalgae, diatom, lagoon, trout.

INTRODUCCIÓN

La laguna La Redonda es una de las más importantes del Gran Humedal del norte de Ciego de Ávila. Fue seleccionada por el proyecto Sabana-Camagüey del Fondo

de las Naciones Unidas para el Desarrollo (GEF-PNUD) para potenciar el turismo sostenible por su riqueza de especies, preservación de la vida silvestre, y valores estético-paisajísticos. Este acuatorio constituía un sitio internacional para la pesca de la trucha (*Micropterus salmoides Lacépède*) de uso para el turismo nacional

e internacional (Léon-Almeida, 2008). Sin embargo, se ha observado que esta especie ha desaparecido sin que se conozcan las causas. Por tanto es necesario conocer aspectos relacionados con la ecología de este ecosistema para poder entender el origen de la desaparición de esta especie y que el sitio recobre sus valores tradicionales.

Los sedimentos de los acuatorios contienen información sobre los cambios ecológicos de estos ecosistemas y de sus cuencas (Leavitt *et al.*, 2009; Williamson *et al.*, 2009). La composición de algunos grupos algales de los sedimentos superficiales puede ser usada para analizar variables descriptivas de la calidad del agua y hacer estudios limnológicos (Ojala *et al.*, 2014), debido a la rápida respuesta de estos organismos a los cambios ambientales (Margalef, 1983; Sánchez-Castillo *et al.*, 2008).

La evaluación de la composición de algunas microalgas como las diatomeas permite determinar el efecto de las actividades antrópicas (Hall & Smol, 2010) al relacionarla con el estado trófico. Cambios en la estructura de la comunidad y en su distribución espacial se han relacionado con los efectos del cambio climático (Smol *et al.*, 2005), el gradiente de salinidad (Ryves *et al.*, 2002; Roubeix *et al.*, 2014), el pH, la dinámica de los nutrientes y las mezclas estacionales de los cuerpos de agua (Saros *et al.*, 2012; Tremblay *et al.*, 2014).

Otros grupos microalgales como las desmidias, las cianoprocaritotas, las euglenofíceas y las algas verdes también han sido usadas para analizar las características ecológicas de los acuatorios (Kitner *et al.*, 2004; Comas, 2008; Pandey *et al.*, 2014).

Esta investigación estuvo dirigida a identificar las microalgas bentónicas de la Laguna La Redonda y determinar su relación con las características de este ecosistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Durante 1959 se realizaron varias obras hidráulicas en la zona aledaña a la laguna La Redonda (Fig. 1). Se construyó un dique en el canal de comunicación con el mar que impide el retorno en sentido contrario, lo que logró la disminución del contenido salino de este acuatorio. Sin embargo, en un estudio reciente (Moreira & Comas, 2014), se encontró que sus aguas son salobres. La laguna es poco profunda (1,0-3,0 m), con mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.) como vegetación predominante, lo que le confiere a las aguas cierta coloración pardo-rojiza. El sedimento del acuatorio se caracteriza por su inconsistencia y en algunas zonas alcanza un metro de espesor, lo que dificultó considerablemente la colecta.

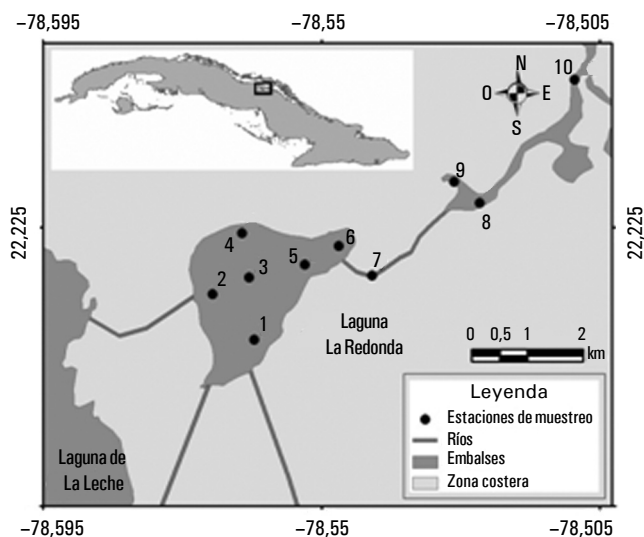


Fig. 1. Ubicación de las estaciones de muestreo, laguna La Redonda, Cuba.

La hidrodinámica de la laguna es compleja y en ocasiones las entradas y salidas dependen del volumen de agua almacenado. Forma parte del Gran Humedal del norte de Ciego de Ávila que es un tipo de humedal costero alimentado por aguas superficiales y subterráneas (Vidal-Oliveira & González-Abreus, 2013). El uso de suelo de la cuenca que alimenta a la laguna es fundamentalmente agrícola, con una escasa actividad ganadera.

En estudios del fitoplancton de esta laguna en igual fecha de investigación, se aprecia una biodiversidad pobre y poco abundante, representativa de especies de agua dulce, con 17 especies, fundamentalmente cianobacterias (Díaz-Asencio *et al.*, 2014), especialmente *Chattonella cf. subsalsa* Biecheler (Moreira & Comas, 2014) que puede tener efectos nocivos sobre otros organismos, específicamente sobre los peces (Hallegraeff & Hara, 2004).

Muestreo y ensayos

El muestreo se realizó en noviembre de 2013 y se midieron algunas variables del agua subsuperficial (0,1 m). La temperatura y el pH con un pH-metro portátil marca HACH; la clorofila *a* se midió mediante el método fluorimétrico, de extracción con metanol.

Para identificar a las especies del fitoplancton decantadas sobre estos sedimentos, como posibles indicadores de cambios recientes en la calidad del agua, se tomaron muestras del sedimento superficial acumulado en el fondo de la laguna con una draga tipo Van Veen, en las estaciones 1 a 10 (Fig. 1). Se usó un microscopio óptico marca Laborlux, Leica-Leitz para observar las microalgas en fracciones diluidas de las muestras. La profundidad en cada estación de muestreo se midió con cuerda plástica y la transparencia mediante un disco de Secchi.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables medidas en el agua

La transparencia del agua fue baja con valores de 1 m en la mayoría de los puntos (excepto punto 7 que fue de 1,25 m), lo cual clasifica al agua como eutrófica según el criterio de Wetzel (1975). Esta clasificación es provocada por factores físicos y no relacionados a crecimientos algales como se reveló en las bajas concentraciones de la clorofila *a* (0,74-2,13 µg/L) registradas. A pesar de la escasa profundidad de la laguna (entre 1 m y 3 m), solo pudo observarse el fondo en los puntos 6 y 9. Estos resultados estuvieron influenciados por la textura inconsistente de los sedimentos, lo cual unido a la poca profundidad y la acción del viento justifica los bajos valores observados. La coloración pardo-rojiza del agua provocada por la descomposición de las hojas del mangle rojo y la sombra permanente en los canales provocada por la altura del mangle también influyó en la escasa transparencia.

Los valores de la clorofila *a* clasificaron al acuatorio como oligotrófico, según el criterio de Straškraba *et al.* (1979). Esta clasificación correspondió con la densidad de organismos encontrados en el conteo de fitoplancton de esta laguna en la misma fecha de muestreo (Moreira & Comas, 2014).

La temperatura estuvo en el intervalo 26,3-28,6 °C (Fig. 2). Estos resultados estuvieron influenciados por el horario de la medición y por la sombra observada en los canales por la altura del mangle. El valor más bajo se registró en el canal (punto 7), mientras que en la parte más ancha de la laguna correspondieron los valores más altos (puntos 4 y 6) (Fig. 2).

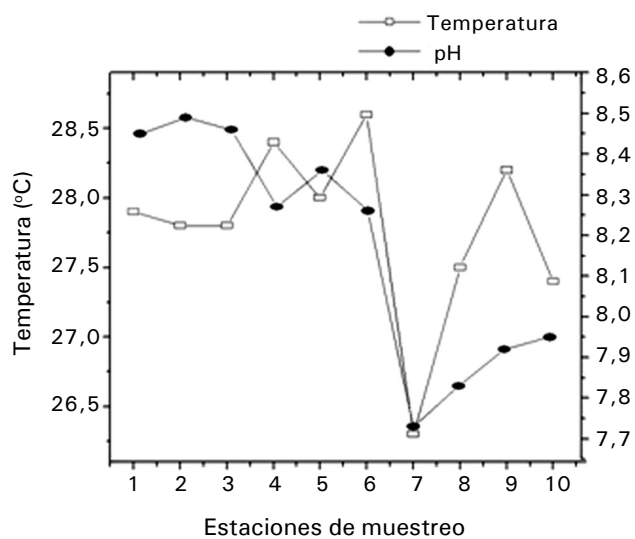


Fig. 2. Temperatura y pH por estaciones de muestreo en la laguna La Redonda.

El pH medido estuvo en el intervalo 7,73-8,49, lo cual clasifica el agua como alcalina. Los valores de pH más bajos y con mayor similitud al de las aguas interiores se registraron en los puntos 7; 9 y 10. Estos puntos se localizan en la zona más estrecha de la laguna (Fig. 1).

Composición microalgal

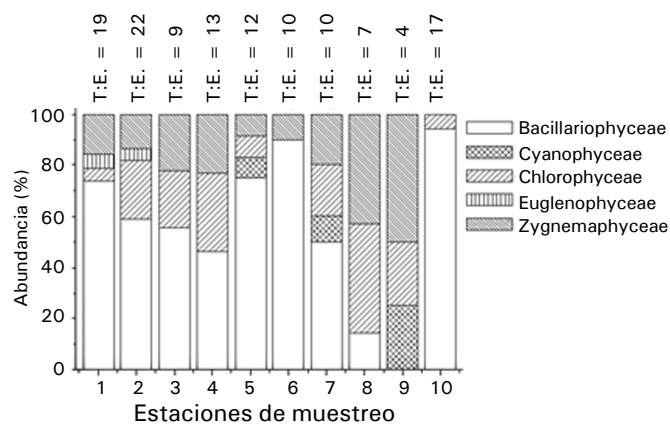
En la laguna se identificaron un total de 35 especies de microalgas y cianoprocarotas, para un promedio de 12 especies por punto de muestreo, con una particular abundancia de diatomeas. Este último grupo es uno de los más diversos en acuatorios interiores, generalmente componente dominante de las asociaciones microalgales en ecosistemas costeros estuarinos poco profundos (Stoermer & Smol, 2004) (Fig. 3).

La predominancia de especies de diatomeas sobre otros grupos de microalgas puede deberse a que estos organismos son típicamente epifíticos, epilíticos o epipéllicos (Krammer & Lange-Bertalot, 1986; Gonulol *et al.*, 2009), es decir, que viven preferentemente sobre otras superficies y el tipo de sedimento poco compacto, favorece una mayor área a la cual pueden adherirse. Además se conoce que la relación especies bentónicas/especies planctónicas aumenta a medida que disminuye la profundidad (Wolin & Stone, 2010). La composición de diatomeas estuvo representada por *Diploneis* spp., *Craticula halófila*, *Sellaphora pupula*, *Tropidoneis* sp., *Mastogloia erythraea*, *Campylodiscus clypeus*, *Cyclotella meneghiniana*, reconocidas por varios autores (Edwards *et al.*, 2006; Loza *et al.*, 2011; Stoermer & Smol, 2004) como especies polihalólicas y algunas de ellas son típicas de acuatorios de alto contenido de materia orgánica (Stoermer & Smol, 2004). La presencia de estas últimas se justifica por el color rojizo observado en las aguas de la laguna debido a la materia orgánica procedente de la descomposición del mangle. Otras especies identificadas son de amplio espectro ecológico como *Pinnularia maior* y *Cyclotella meneghiniana*.

En ambientes salinos a hipersalinos predominan los taxos poco delicadas, grupos que tienen partes fuertemente silificadas como *Campylodiscus*, *Mastogloia*, encontrada en los sedimentos de esta laguna. La flora *clypeus* asociada a otros grupos como *Amphora*, *Nitzschia*, *Surirella*, *Mastogloia* fue consistente con taxos de diatomeas típicos de lagunas salobres de poca profundidad (Stoermer & Smol, 2004).

Se identificaron además algunos géneros indicadores de estado eutrofizado como las clorofíceas (*Oocystis*, *Phacotus* y *Tetraedron*) y las cianoprocarotas (*Chroococcus* y *Pseudonana*). También se encontraron especies de grupos típicos de aguas limpias como las desmidiales (*Euastrum*, *Staurastrum*, *Cosmarium*) (TABLA 1).

Se registró una mayor abundancia relativa de las diatomeas en el área lagunar con respecto al área canal, excepto en el punto 10 (Fig. 3). Las euglenofíceas, representadas por una sola especie (TABLA 1), solo se identificaron en los puntos 1 y 2, que son los de mayor diversidad microalgal con 19 y 22 especies respectivamente. El punto 10 fue el de mayor abundancia relativa de diatomeas y el que presentó mayor número (16) de especies de este grupo. De forma general se observó una mayor diversidad en los puntos 1; 2 y 10, donde se produce intercambio con otros cuerpos de agua. Los puntos 8 y 9 (en el canal) fueron los de menor diversidad microalgal, con 7 y 4 especies respectivamente, y además presentaron poca cantidad de diatomeas que es el grupo más diverso de la laguna (Fig. 3), lo que puede deberse a los problemas de iluminación asociados a la altura del mangle en esa zona.



T.E.: total de especies en cada punto de muestreo

Fig. 3. Abundancia de grupos de microalgas por estaciones en la laguna La Redonda.

TABLA 1. Lista de especies microalgales encontradas en los sedimentos superficiales de la laguna La Redonda

Cyanophyceae	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow
<i>Chroococcus</i> sp.	<i>Nitzschia angustata</i> (W. Smith) Grunow
<i>Pseudoanabaena</i> sp.	<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) Smith
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia</i> sp.
<i>Achnantidium exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	<i>Pinnularia maior</i>
<i>Amphipora</i> sp.	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky
<i>Amphora veneta</i> Kützing	<i>Tropidoneis</i> sp.
<i>Campilodiscus clypeus</i> Ehrenberg	Euglenophyceae
<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) Mann	<i>Trachelomonas</i> sp.
<i>Craticula halofila</i> (Grunow ex Van Heurck) D.G. Mann	Chlorophyceae
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat
<i>Diatoma</i> sp.	<i>Oocystis</i> sp.
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	<i>Phacotus lenticularis</i> (Ehrenberg) Stein
<i>Diploneis</i> sp.	<i>Tetraedron minimum</i> (A. Br.) Hansg.
<i>Eunotia</i> sp.	<i>Tetraedron triangulare</i> Korš.
<i>Gomphonema affine</i> Kützing	Zygnemaphyceae
<i>Mastogloia erythraea</i> Grunow	<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	<i>Staurastrum grillatorium</i> Nordstedt
<i>Navicula</i> sp.	<i>Euastrum</i> sp.
	<i>Cosmarium pyramidatum</i> Brébisson ex Ralfs

Las desmidiáceas se encontraron en la mayoría de los puntos estudiados, donde el pH fue alcalino. Estos organismos prefieren aguas de buena calidad (Bourrelly, 1972) y están descritos para Cuba como típicos de aguas

ligeramente ácidas (Comas, 2008). Aunque también se han encontrado asociados a diatomeas, cianoprocaritas y algas verdes (Kitner *et al.*, 2004), como es el caso de la representatividad microalgal de esta laguna.

CONCLUSIONES

La laguna estudiada registró una escasa transparencia en sus aguas provocada por su poca profundidad, la textura de sus sedimentos y el color pardo-rojizo de la descomposición del mangle, con un pH alcalino y bajos valores de clorofila *a*. En los sedimentos de la laguna se registraron un total de cinco clases de microalgas (Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Chlorophyceae y Zygnemaphyceae), la segunda con el mayor porcentaje. Los organismos identificados fueron representativos de un ecosistema salobre-salino, eutrofizado, con presencia de materia orgánica.

AGRADECIMIENTOS

A Misael Díaz- Asencio, Rosely Peraza, Laura Castellanos y Yurisbey Hernández-Boza del CEAC y Roberto González del CIEC, Cuba. Al financiamiento del servicio: CS 10-13 Análisis de las microalgas planctónicas y de los sedimentos superficiales de la laguna La Redonda, Morón, Ciego de Ávila.

REFERENCIAS

- Bourrelly, P. (1972). *Les algues d'eau douce: initiation à la systématique: Les Algues Vertes*.- N. Boubée/Cie., vol. 1, 511 pp.
- Comas, A. (2008). Algunas características de la flora de algas y cianoprocaritas de agua dulce de Cuba. *Boletín Soc. Esp. Ficología: Algas*, 39, 21-29.
- Díaz-Asencio, M., Comas, A., Moreira, A., Peraza, R. & Labaut, Y. (2014). Informe Técnico: Análisis de las microalgas planctónicas y de los sedimentos superficiales de la laguna La Redonda, Morón, Ciego de Ávila. (Servicio CT: CS 10-13). Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba.
- Edwards, S., Mckirdy, D. M., Bone, Y., Gell, P. A. & Gostin, V. A. (2006). Diatoms and ostracods as mid-Holocene palaeoenvironmental indicators, North Stromatolite Lake, Coorong National Park, South Australia. *Australian Journal of Earth Sciences*, 53, 651-663.
- Gasse, F., Juggins, S. & Khelifa, L. B. (1995). Diatom-based transfer functions for inferring past hydrochemical characteristics of African lakes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 117 (1-2), 31-54.
- Gonulol, A., Ersanli, E. & Baytut, O. (2009). Taxonomical and numerical comparison of epipelagic algae from Balik and Uzun lagoon, Turkey. *Journal of Environmental Biology* 30(5): 777-784.
- Hall, R. I. & Smol, J. P. (2010). Diatoms as indicators of lake eutrophication. In J. P. Smol & E. F. Stoermer Eds.), *The diatoms: application for the environmental and earth sciences* (2ª ed., pp. 122-151). (Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Hallegraeff, G. M. & Hara, Y. (2004). *Manual on Harmful Marine Microalgae* (pp. 511-522). UNESCO.
- Kitner, M., Poulíèková, A., Novotný, R. & Hájek, M. (2004). Desmids (Zygnematophyceae) of the spring fens of a part of West Carpathians. *Czech Phycology, Olomouc*, 4, 43-61.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986). Bacillariophyceae: Naviculaceae. In A. Pascher, (Ed.), *Die Süßwasserflora von Mitteleuropas*, G. Fischer, vol. (2/1), 855 pp.
- Leavitt, P. R., Fritz, S. C., Anderson, N. J., Baker, P. A., Blenckner, T. & Bunting, L. (2009). Paleolimnological evidence of the effects on lakes of energy and mass transfer from climate and humans. *Limnol. Oceanogr.*, 54 (6-2), 2330-2348.
- Léon-Almeida, I. (2008). La llegada del Black-Bass a aguas Cubanas. Extraído el 18 de enero, 2008 de <http://www.Pescarencuba.blogspot.com>.
- Loza, S., Sánchez, M., Carmenate, M. & Siqueiros-Beltrones, D. (2011). Adición a la microflora de diatomeas de las aguas marinas de Cuba. *Serie Oceanológica*, 8, 47-52.
- Margalef, R. (1983). *Limnología* (pp. 627-830). Barcelona: Ediciones Omega S. A.
- Moreira-González, A., Comas-González, A. (2014). Blooms of a *Chattonella* species (Raphidophyceae) in La Redonda Lagoon, Northeastern Cuba. *Harmful Algae News*, 48.
- Ojala, A. E. K., Bigler, C. & Weckström, J. (2014). Understanding varve formation processes from sediment trapping and limnological monitoring. *Past Global Changes*, 22 (1), 8-9
- Pandey, B. N., Siddhartha, R. & Tanti, K. D. (2014). Phytoplanktonic diversity and their relationships with certain Physico-chemical properties of Swamp of Purnia, Bihar (India). *Annals of Experimental Biology*, 2 (1), 17-27.
- Roubeix, V., Chalié, F. & Gasse, F. (2014). The diatom *Thalassiosira faurii* (Gasse) Hasle in the Ziway-Shala lakes (Ethiopia) and implications for paleoclimatic reconstructions: Case study of the Glacial-Holocene transition in East Africa. *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.*, 402, 104-112.
- Ryves, D. B., McGowan, S. & Anderson, N. J. (2002). Development and evaluation of a diatom-conductivity model from lakes in West Greenland. *Freshw. Biol.*, 47, 995-1014.
- Sánchez-Castillo, P. M., Linares-Cuesta, J. E. & Fernández-Moreno, D. (2008). Changes in epilithic diatom assemblages in a Mediterranean high mountain

- lake (Laguna de La Caldera, Sierra Nevada, Spain) after a period of drought. *J. Limnol.*, 67 (1), 49-55.
- Saros, J. E., Stone, J. R., Pederson, G. T., Slemmons, K. E. H., Spanbauer, T. & Schliep, A. (2012). Climate-induced changes in lake ecosystem structure inferred from coupled neo-and paleo-ecological approaches. *Ecology*, 93 (10), 2155-2164.
- Smol, J. P., Wolfe, A. P., Birks, H. J. B., Douglas, M. S. V., Jones, V. J. & Korhola, A. (2005). Climate-driven regime shifts in the biological communities of arctic lakes. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 102 (12), 4397-4402.
- Stoermer, E. F. & Smol, J. P. (2004). *The Diatoms. Applications for the Environmental and Earth Sciences*. Cambridge University Press. United Kingdom.
- Straškraba, M., Desortová, B. & Fott, J. (1979). Zur Methodik der Bestimmung und Bewertung des Oberflächengewässern. *Acta hydrochim, hydrobiol.*, 7, 569-590.
- Tremblay, R., Pienitz, R. & Legendre, P. (2014). Reconstructing phosphorus levels using models based on the modern diatom assemblages of 55 lakes in southern Quebec. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10.
- Vidal-Oliveira, V. M. & González-Abreu, R. (2013). Aguas superficiales y subterráneas en el Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila, *Ingeniería Hidráulica y Ambiental RIHA*, 34 (3).
- Wetzel, R. G. (1975) *Limnology* (860 pp.). Philadelphia: Saunders.
- Williamson, C. E., Saros, J. E., Vincent, W. F. C. & Smol, J. P. (2009). Lakes and reservoirs as sentinels, integrators, and regulators of climate change. *Limnol. Oceanogr.*, 54, 2273-2282.
- Wolin, J. A. & Stone, J. R. (2010). Diatoms as indicators of water-level change in fresh-water lakes. In J. P. Smol, & E. F. Stoermer (Eds.): *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences* (2.ª ed., pp. 174-185). Cambridge University Press, Cambridge.