



Cambios en el patrón de herbivoría y en la talla corporal de cladóceros en la Laguna Blanca Chica (Olavarría) en los últimos 200 años

David Carrozzo¹, Simona Muzzasi², Andrea Lami² y María de los Ángeles González Sagrario³

¹Departamento de Biología (FCEyN-UNMDP)- Dean Funes 3350 (7600), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

²National Research Council (CNR), Water Research Institute (IRSA)- Largo Tonolli, Verbania, Italia.

³Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (UNMDP-CONICET)- J. B. Justo 2550, (7600) Mar del Plata, Argentina.

Email: gonsagra@gmail.com

RESUMEN

La estructura y dinámica de las comunidades y poblaciones de los lagos se ven afectadas por procesos como la depredación y la herbivoría. En la Laguna Blanca Chica (Olavarría) se llevó a cabo un estudio paleolimnológico cuyo objetivo fue establecer la ocurrencia de cambios en la talla media de restos subfósiles de cladóceros y en la concentración del feofórbido *a* en los últimos 200 años. La concentración del feofórbido *a* aumentó entre A. D. 1903-1953; en consecuencia, se infiere un cambio en el patrón de herbivoría. La disminución del tamaño del mucrón en *Bosmina huaronensis* (Cladocera) (A. D. 1910-1940) indica un cambio en la presión de depredación en el sistema o de tipo de depredador. Los cambios en la talla de los efipios no reflejarían cambios en la presión de depredación, por lo tanto no constituirían un buen indicador en la reconstrucción de la planctivoría en este ambiente.

Palabras clave: PALEOLIMNOLOGÍA – DEPRDACIÓN - FEOFÓRBIDO

Introducción

El zooplancton de los sistemas lacustres representa un eslabón intermedio en la trama trófica de los lagos ya que ejerce un rol de control sobre el fitoplancton mediante el pastoreo (realizado por organismos filtradores herbívoros) y es el recurso alimenticio de niveles tróficos superiores (Dumont et al., 1975). La capacidad de pastoreo sobre las algas está directamente relacionada con el tamaño corporal de los organismos: a mayor talla, mayor capacidad de pastoreo (Brooks & Dodson, 1965). El tamaño corporal del zooplancton está influenciado por diversos factores como la temperatura, la disponibilidad del alimento y la depredación. El zooplancton es sensible a la presión de planctivoría ejercida por los peces (disminuyendo su talla corporal) y los macroinvertebrados (aumentando su talla corporal) (González Sagrario et al., 2010). Jeppesen y colaboradores (1998), demostraron que en los lagos someros el control desde arriba

es más fuerte debido a la escasa representatividad de peces piscívoros y la elevada abundancia de peces planctívoros y omnívoros. Los cladóceros, importantes componentes del zooplancton, se preservan en el sedimento de los lagos, pudiéndose hallar estructuras quitinosas de su exoesqueleto (postabdomen, mandíbulas, garras, segmentos de las antenas) y huevos de resistencia (efipios). Debido a su potencial como indicadores de diversas condiciones ambientales, el estudio de restos subfósiles de cladóceros ha sido de gran utilidad para identificar e inferir cambios en el estado trófico, en la depredación por peces e invertebrados, la cobertura litoral de las macrófitas, y las variables químicas y físicas de los lagos (De Sellas, 2007, Hann, 1989).

Este trabajo tiene como objetivo general, establecer la ocurrencia de cambios en la talla de los restos subfósiles de cladóceros y en la concentración de feopigmentos con el fin de inferir cambios en la presión de planctivoría y de

herbivoría en los últimos 200 años en un lago somero pampeano.

Materiales y Métodos

Área de Estudio

Blanca Chica es una laguna somera, polimíctica, eutrófica y turbia (Transparencia - disco de Secchi: 0.2-0.3 m, concentración de Chl. *a*: 90-500 mg m⁻³ y de fósforo total: 0.3-1.2 ppm) y de aguas alcalinas (pH: 8-9.8) (Sanzano et al., 2014).

Análisis realizados

El modelo de edad se construyó basado en las determinaciones radioisotópicas de ²¹⁰Pb y ¹³⁷Cs y cronomarcadores específicos (González Sagrario et al. 2019). La determinación de cada indicador se realizó de acuerdo a la metodología estándar descrita en González Sagrario et al. (2019).

Con el fin de establecer cambios en la talla media de los cladóceros, se determinó el largo dorsal de los efípios de *Daphnia spinulata*, *Daphnia obtusa*, *Moina* sp. y el largo del mucrón de *Bosmina huaronensis*.

El patrón de herbivoría se infirió a partir de un indicador específico: el feofórbido *a* (Hann et al. 1994). Este pigmento fue determinado mediante cromatografía líquida de alta presión (HPLC) siguiendo métodos ya publicados (Lami et al. 2000). Con el propósito de identificar cambios en la serie temporal, se ajustaron Modelos Aditivos Generalizados (GAMs) y se estimó la primera derivada de la tendencia ajustada (Simpson, 2018). Todos los análisis fueron llevados a cabo con el software estadístico R versión 3.3.3 (2017-03-06) (R Core Team, 2017).

Resultados

A partir del ajuste de GAMs a la serie temporal (A. D. 1784-2015) se identificaron distintos períodos de cambio para los indicadores estudiados (Tabla 1). En el registro sedimentario, se detectó un aumento en la talla media de los efípios de *D. spinulata* en todo el período estudiado y entre A. D. 1955 - 1982 para *Daphnia obtusa*. No se detectaron cambios en la talla media de efípios de *Moina* sp. ($p > 0.05$). Por el contrario, se detectó una disminución de la talla media del mucrón de *B. huaronensis* entre A. D. 1910-1940. En relación al feofórbido *a*, se observó aumento de la concentración del mismo en el testigo sedimentario entre A. D. 1903-1953.

Tabla 1. Estadísticos obtenidos en el ajuste de GAMs en la serie temporal de la talla media de efípios (para las especies de *Daphnia* y *Moina*) y del mucrón (*Bosmina huaronensis*) y en la concentración del feofórbido *a* en la Laguna Blanca Chica.

Indicador	Varianza (%)	<i>p</i>	<i>r</i> ²	edf	<i>F</i>
<i>D. spinulata</i>	35.4	0.0008	0.32	1	14.2
<i>D. obtusa</i>	54.7	0.0003	0.50	2.3	8.9
<i>Moina</i> sp.	8.1	0.14	0.04	1	2.3
<i>B. huaronensis</i>	73.1	1.6 ⁻⁵	0.67	4.9	8.93
Feofórbido <i>a</i>	91.5	2x10 ⁻¹⁶	0.89	4.6	40.7

Discusión

En este estudio se identificaron cambios en la concentración del feofórbido *a* y en la talla del mucrón (exoesqueleto) y de los huevos de resistencia (efípios) de cladóceros.

En relación al feofórbido *a* se detectó un período de cambio (A. D. 1903-1953) caracterizado por el incremento de la concentración de este pigmento en el registro sedimentario de Blanca Chica. Este cambio coincide temporalmente con dos cambios de régimen que tuvieron lugar en la Laguna Blanca Chica (González Sagrario et al., 2019). El primero, caracterizado por la transición hacia un sistema con dominancia pelágica y la pérdida de elementos litorales entre 1880-1900, y posteriormente, con el inicio de la eutrofización que experimentó a partir de ca. 1920-1930. En consecuencia, la presión de herbivoría, inferida a partir del feofórbido *a*, aumentó en coincidencia con la dominancia de zooplancton en el sistema a partir de ca. 1900.

Respecto a la inferencia sobre el tamaño corporal de los cladóceros se obtuvieron resultados contrastantes. Tanto *D. spinulata* como *B. huaronensis* presentaron mayor tamaño corporal a partir del origen del sistema (ca. 1750), pero luego (ca.1910-1940) *B. huaronensis* disminuyó su tamaño corporal (inferido a partir del tamaño del mucrón). Este patrón indicaría un cambio en la presión de planctivoría del sistema y posiblemente, un cambio en el tipo de depredadores dominantes (de invertebrados a vertebrados) (Brooks & Dodson, 1965). Sin embargo, mientras que se observa una disminución del tamaño corporal de *Bosmina*, tiene lugar el patrón opuesto para *D. obtusa* a partir de ca. 1955-1982. Diversos factores inciden en el tamaño corporal del zooplancton (calidad y cantidad de alimento,

presión de depredación y tipos de depredadores) y también en el estímulo que desencadena la generación de efipios (Gulati et al., 1997, Jeppesen et. al., 2002). Los cambios inferidos en el tamaño corporal de *Bosmina* y *D. obtusa* podrían indicar que el primero estaría afectado por la presión de planctivoría del sistema, mientras que el segundo por la cantidad y/o calidad del alimento. Esta hipótesis se basa en que el cambio de talla en los efipios de *D. obtusa* ocurre en coincidencia con el período de eutrofización que tiene lugar en este ambiente a partir de ca. 1920-1930. Si bien no se pudo establecer una relación entre el tamaño de los efipios en relación a la carga de peces del lago, se observó que la abundancia de efipios de *Daphnia* y *Moina* disminuye notablemente cuando aumenta el contenido de escamas ctenoideas en el registro sedimentario.

Conclusión

Durante los últimos 200 años, ocurrieron cambios en la presión de herbivoría y planctivoría en la Laguna Blanca Chica. El cambio de régimen que experimentó este ambiente entre A. D. 1880-1900, involucró también cambios en procesos como la herbivoría, que aumentó debido a que el zooplancton se volvió un componente dominante del sistema pelágico. Respecto a la planctivoría, el cambio registrado en la talla del mucrón de *Bosmina* indicaría un cambio en la presión de depredación del sistema, posiblemente en la intensidad y/o en los depredadores dominantes. Sin embargo, los efipios no constituirían un buen indicador para la reconstrucción del patrón de depredación en este ambiente.

Agradecimientos

Los autores agradecen al CONICET, CNR y UNMDP por el financiamiento brindado (PICT 378, PIP1345, EXA 775 y Proyecto de cooperación Bilateral CONICET-CNR).

Referencias

- Brooks, J.L. y Dodson, S.L. 1965. Predation, body size, and composition of plankton. *Science*, 150: 28-35.
- De Sellas, A.M. 2007. Sedimentary cladoceran remains as indicators of long-term environmental change in south-central Ontario (Canada) lakes. *Masters Abstracts International*, 45, 140 pp.
- Dumont, J.H. y Van de Velde, I. 1975. The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos on continental waters. *Oecologia*, 19: 76-97.
- González Sagrario, M.A. y Balseiro, E. 2010. The role of macroinvertebrates and fish in regulating the provision by macrophytes of refugia for zooplankton in a warm temperate shallow lake. *Freshwater Biology*, 55: 2153-2166.
- González Sagrario, M.A., Muzzasi, S., Córdoba F.E., Mendiolar, M. y Lami, A. 2019. Inferring the occurrence of regime shifts in a shallow lake during the last 250 years based on multiple lines of evidences. Enviado.
- Gulati, R.D. y DeMott, W.R. 1997. The role of food quality for zooplankton: remarks on the state-of-the-art, perspectives and priorities. *Freshwater Biology*, 38: 753-768.
- Hann, B.J. 1989. Methods in Quaternary ecology. N°6. Cladocera, *Geosciences Canada*, 16: 1-26.
- Hann, B.J., Leavitt, P.R. y Chang, P.S.S. 1994. Cladocera community response to experimental eutrophication in lake 227 as recorded in laminated sediments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51: 2312-2321.
- Jeppesen, E., Jensen, J.P., Skovdgaard, M., Lauridsen, T., Pedersen, L.J. y Jensen, L. 1998. Top-down control in freshwater lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. *Hydrobiologia*, 342/343 151-164.
- Jeppesen, E., Jensen, J.P., Amsinck, S., Landkildehus, F., Lauridsen, T. y Mitchell, S. 2002. Reconstructing the historical change in *Daphnia* mean size and planktivorous fish abundance in lakes from the size of *Daphnia* ephippia in the sediment. *Journal of Paleolimnology*, 27: 133-143.
- Lami, A., Guilizzoni, P. y Marchetto, A. 2000. High resolution analysis of fossil pigments, carbon, nitrogen and sulphur in the sediment of eight European Alpine lakes: the MOLAR project. *Journal of Limnology*, 59: 15-28.
- R Core Team, 2017. Vienna, R Foundation for Statistical Computing.
- Sanzano, V., Grosman F. y Colasurdo, P. 2014. Estudio limnológico de Laguna Blanca Chica (Olavarría, Provincia de Buenos Aires) durante un período de sequía. *Biología Acuática*, 30: 189-202.
- Simpson, G.L. 2018. Modelling palaeoecological time series using generalised additive models. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6: 149.