



MICROORGANISMOS CALCÁREOS Y SILÍCEOS DE LA LAGUNA “DON TOMÁS”, PROVINCIA DE LA PAMPA, ARGENTINA

ROMINA GISELA KIHN

Instituto de Ciencias de la Tierra y Ambientales de La Pampa, CONICET, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Av. Uruguay 151, Santa Rosa 6300, La Pampa, Argentina.
rgkihn@gmail.com (autor correspondiente)

BEATRIZ MÓNICA GUTIÉRREZ TÉLLEZ

Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, San Juan 670,
Bahía Blanca 8000, Buenos Aires, Argentina. *bgutierr@uns.edu.ar*

ABSTRACT – **Calcareous and siliceous microorganisms of the “Don Tomás” Lagoon, La Pampa Province, Argentina.** Studies on diatoms, cysts and ostracods in shallow lakes are very scarce in the Province of La Pampa. The aim of this study is to collect new information on the diversity and abundance of microorganisms present in a hypertrophic body of water and their seasonal changes. The samplings were carried out seasonally in the period from January to October 2014. From the sediment analysis of the Don Tomás lagoon, 21 diatom taxa were identified, of which three correspond to the order Centrales and 18 to the order Pennales; four genera of ostracods and two morphotypes of chrysophyte cysts (ornamented and smooth) were also recorded. The data obtained from the study of current samples will allow us to interpret with a greater degree of certainty the Holocene deposits from lake environments of temperate climates.

Keywords: diatoms, chrysophyte cysts, ostracods, shallow lake.

RESUMO – Estudos sobre diatomáceas, cistos e ostracodes em lagos rasos são muito escassos na Província de La Pampa, portanto, o objetivo deste estudo foi coletar informações sobre a diversidade e abundância dos microrganismos presentes em um corpo d’água hipertrófico e suas mudanças sazonais. As coletas foram realizadas sazonalmente no período de janeiro a outubro de 2014. A partir da análise de sedimentos da lagoa Don Tomás, foram identificados 21 táxons de diatomáceas, dos quais três correspondem à ordem Centrales e 18 à ordem Pennales; quatro gêneros de ostracodes e dois morfotipos de cistos de Chrysophyta (ornamentados e lisos) também foram registrados. Os dados obtidos no estudo das amostras atuais permitirão a interpretação dos depósitos holocênicos de ambientes lacustres em climas temperados com maior grau de confiabilidade.

Palavras-chaves: diatomáceas, cistos de Chrysophyta, ostracodes, lago raso.

INTRODUCCIÓN

El estudio micropaleontológico de sedimentos recientes es una técnica muy utilizada en los últimos años, ya que proporciona datos directamente aplicables en las reconstrucciones paleoambientales. El conocimiento de la autoecología de las distintas especies posibilita conocer la evolución de los principales parámetros ambientales tanto en secuencias fósiles como actuales. Por ello cobra especial interés el estudio del mayor número posible de especies actuales, su distribución y caracterización ecológica (Mezquita *et al.*, 2005; Rubio *et al.*, 2006).

Las diatomeas (clase Bacillariophyceae) son algas fotosintetizadoras de frústulo silíceo, planctónicas y bentónicas, con un papel esencial en la cadena trófica de los ecosistemas acuáticos. Debido a su carácter de ubiqüitarias es posible encontrarlas en ambientes muy distintos, tanto

marinos, salobres como de agua dulce. Junto con las diatomeas se estudiaron algunos morfotipos de cistos o estomatocistos de Chrysophyta, formas de resistencia de composición silíceas, indicativas de cambios en las condiciones químicas y tróficas del agua (Betts-Pipper *et al.*, 2004).

Los ostrácodos son microcrustáceos con caparazón quitino-calcáreo, fundamentalmente bentónicos, que poseen un amplio espectro ecológico (habitan ambientes de agua dulce, salobres, marinos e hipersalinos) y son muy sensibles a los cambios ambientales que se relacionan no sólo con variaciones en las comunidades, sino también, con cambios morfológicos y estructurales del caparazón, a nivel de individuos (Horne *et al.*, 2002). Tienen vida libre, y están ampliamente distribuidos en ambientes marinos y no marinos. Entre los últimos, habitan ambientes permanentes o temporarios, de agua dulce o salada, desde pequeñas charcas hasta grandes lagos o ambientes semi-terrestres húmedos

como el suelo de bosques tropicales (Shornikov, 1980; Perçin-Paçal, 2011). Suelen ser bentónicos (en fondos barrocos), perifíticos (Pieri *et al.*, 2009) o pueden estar asociados con algas o vegetación acuática (D'Ambrosio *et al.*, 2017).

Los ecosistemas acuáticos se encuentran sometidos a múltiples presiones, factores como sequía, eutrofización, aumento de la cantidad de materia orgánica, acidificación y turbidez, afectan a las comunidades de ostrácodos y diatomeas. En el caso de los lagos someros, suelen estar colonizados por macrófitos y no presentan estratificación térmica ya que su escasa profundidad (< 3 m) genera una mezcla constante del agua (polimixis) (Scheffer, 2001a,b). La acción del viento facilita la interacción entre el agua y el sedimento y los nutrientes se reciclan rápidamente, aumentando así la productividad (Bécares *et al.*, 2004).

El objetivo de este estudio es la caracterización de las asociaciones de diatomeas y cistos y ostrácodos en muestras de sedimentos actuales de un lago somero eutrófico, con el fin de generar información que pueda ser utilizada para analogías con el registro fósil.

ANTECEDENTES

Desde 1990 hasta 2016 se han estudiado cerca de 200 ecosistemas acuáticos en la Provincia de La Pampa (Echaniz *et al.*, 2005, 2008, 2016; Álvarez *et al.*, 2009; Vignatti *et al.*, 2007; 2012; Kihn & Pall, 2013; Kihn *et al.*, 2017; Del Ponti *et al.*, 2014). Entre los ambientes estudiados predominaron los lénticos y, dado que la mayor extensión de la provincia se ubica en el cinturón semiárido argentino, la mayoría fueron lagos someros temporarios, muchos de ellos de salinidad elevada. A pesar del número de cuerpos de agua muestreados en ese período, el sector noreste de la provincia, incluido en la fértil llanura pampeana, ha sido escasamente estudiado.

Álvarez *et al.* (2009) analizaron el fitoplancton presente, en la Laguna “Don Tomás”, pero no realizaron un estudio detallado de las diatomeas; Echaniz *et al.* (2008) realizaron un relevamiento del zooplancton y sus variaciones a lo largo del tiempo y Kihn *et al.* (2013, 2017) realizaron un relevamiento preliminar de la diversidad de ostrácodos.

MATERIAL Y METODOS

La “Laguna Don Tomás” (36°18'18,31''S; 64°18'49,02''W), es un cuerpo de agua somero, hipereutrófico situado al oeste de la ciudad de Santa Rosa (Figura 1). Posee una profundidad promedio de 2,3 m (la cual varía según las épocas de lluvia) y una superficie de 135,2 ha. Su largo y ancho máximo son 1.565 y 1.181 m, respectivamente (Echaniz *et al.*, 2008). El cuerpo de agua muestreado se caracteriza por ser un bajo salino endorreico, con vegetación de tipo halófila y un régimen de alimentación constituido por el aporte de las precipitaciones y la carga y descarga de la napa freática (Álvarez, *et al.*, 2009); este sector de la Laguna Don Tomás se caracteriza por ser el área que ha sufrido menor grado de acción antrópica.

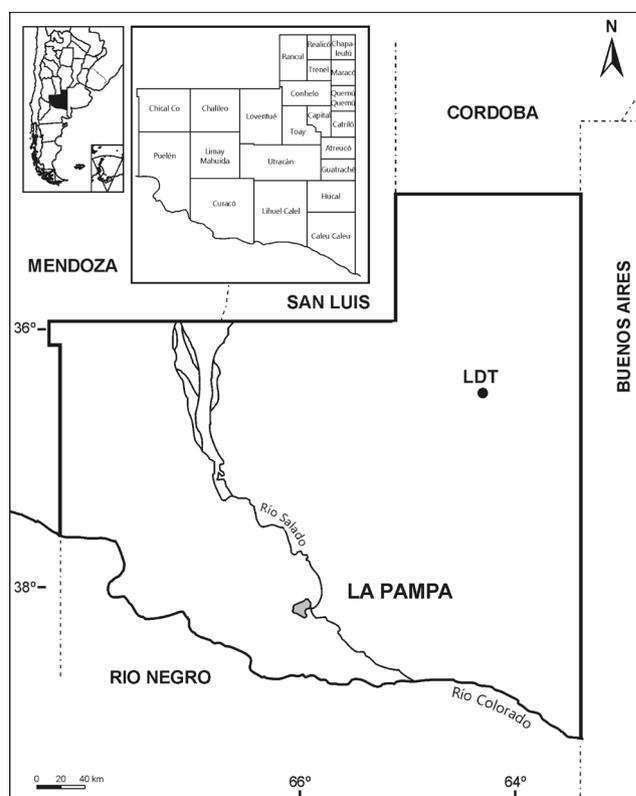


Figura 1. Mapa de la Provincia de La Pampa, Argentina mostrando la ubicación del lago somero hipereutrófico “Don Tomás” (LDT).

Figure 1. Map of the Province of La Pampa, Argentina showing the location of the shallow hypereutrophic “Don Tomás” Lake (LDT).

Los muestreos se realizaron estacionalmente en el período de enero a octubre de 2014. Se realizaron cinco puntos de muestreo en el perímetro del cuenco; en cada punto de muestreo se tomaron tres muestras con una distancia de 0,5 m entre sí desde la orilla hacia el centro del cuerpo de agua. Las muestras se realizaron utilizando un aro metálico de 10 cm de diámetro y 2 cm de alto. El pH, la temperatura del agua y conductividad se tomaron a campo con una sonda multiparamétrica OAKTON DO6+, la transparencia se midió a campo utilizando el método del disco de Secchi.

Para el análisis de los ostrácodos las muestras se lavaron con un tamiz de malla 63 μm y se secaron a temperatura ambiente. Se extrajo el total de individuos por observación bajo lupa binocular Olympus modelo SZ40. La determinación sistemática de las especies de ostrácodos se realizó según Moore & Pitrat (1961). A nivel específico se utilizó bibliografía actualizada (Cusminsky & Whatley, 1996; Meisch, 2000; Cusminsky *et al.*, 2005; Ferrero, 2006; Laprida, 2006; Karanovic, 2012). Para diferenciar los ejemplares vivos (biocenosis) de los ejemplares muertos (tanatocenosis) al momento del muestreo se observó la presencia de partes blandas y apéndices en los caparazones. Ambos grupos (caparazones con apéndices y caparazones vacíos) fueron utilizados para realizar estudios cualitativos y cuantitativos. Con el fin de determinar el grado de estabilidad ambiental, se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Krebs, 1989).

Para el análisis de diatomeas se extrajeron 50 g de sedimento de cada muestra que fueron colocados en estufa a 60°C durante 24 horas, luego se tomaron 3 g. de sedimento seco por muestra por mes de muestreo, se trataron con peróxido de hidrógeno (H₂O₂) al 30% y ácido clorhídrico al 10%, para eliminar la materia orgánica, las sales de calcio y carbonatos respectivamente. Con posterioridad, las muestras fueron lavadas con agua destilada hasta lograr un pH neutro. Con el sobrenadante obtenido se realizaron preparados permanentes en los cuales se contaron hasta 300 valvas. Se utilizó como medio dispersante Cumar (IR: 1.72) (Setty, 1966; Battarbee, 1986). La descripción de las diatomeas y cistos de crisostomatáceas se realizó utilizando un microscopio Olympus modelo CH30, con objetivo x100 de inmersión. Para clasificación de las mismas se consultaron los trabajos de Hustedt (1957), Hendey (1964), Patrick & Reimer (1966; 1975), Luchini & Verona (1972), Simonsen (1979), Germain (1981), Ricard (1987) y Krammer & Lange-Bertalot (1986; 1988; 1991a,b). Se siguió el sistema de clasificación de Round *et al.* (1990) y la nomenclatura de cada especie fue actualizada utilizando los nombres aceptados por Algaebase (Guiry & Guiry, 2009). Las características ecológicas de las especies fueron tomadas de De Wolf (1982), Vos & De Wolf (1988; 1993) y Denys (1992) con el objeto de relacionar los taxones hallados con las distintas variables ambientales. Los resultados obtenidos se graficaron en diagramas de frecuencias relativas utilizando el programa TILIA (Grimm, 2004). Sobre los mismos preparados diatomológicos se realizó el estudio de los cistos de crisostomatáceas (clase Chrysophyceae), cuyos morfotipos fueron identificados siguiendo a Sandgren (1991), Vigna (1995) y Coradeghini

& Vigna (2001). Se analizó la frecuencia relativa de los estomatocistos con relación a la frecuencia de frústulos de diatomeas (Battarbee *et al.*, 2001). Se calculó el Índice D/C (Smol, 1985) para establecer la relación de la concentración de diatomeas (planctónicas y bentónicas) (D) con el total de cistos de Chrysophyta (C) presentes en cada muestra.

RESULTADOS

La transparencia del agua osciló entre 0,05 y 0,20 m de profundidad del disco de Secchi. La transparencia mínima en el Cuenco se halló en el mes de enero. La temperatura del agua varió entre 9 y 25°C, la conductividad osciló entre 900 y 2100 $\mu\text{S cm}^{-1}$ mientras que el pH fluctuó entre 8,5 y 9. Se identificó un total 21 taxa de diatomeas (Apéndice 1), tres correspondientes al orden Centrales y 18 al orden Pennales. El orden Pennales fue dominante en los muestreos de enero y octubre, el orden Centrales fue dominante con un 54% en julio (Figura 2). Además, se reconocieron estomatocistos de Chrysophytas (lisos y ornamentados) en el conjunto de muestras analizadas. Durante el mes de enero las mayores frecuencias relativas las alcanzaron *Surirella striatula* Turpin con un 66,7% y *Cyclotella meneghiniana* Kütz con un 36,8%; ambas diatomeas son características de agua salobre (oligohalobio-halófilas a mesohalobias). Los cistos de agua dulce fueron muy numerosos correspondiendo al 60% (Figuras 3 y 4). Las muestras tomadas en el mes de marzo resultaron estériles para ostrácodos y diatomeas, solo se recuperaron cistos.

En el mes de julio las mayores frecuencias relativas fueron las de *Cyclotella meneghiniana* con 78% y *Planothidium*

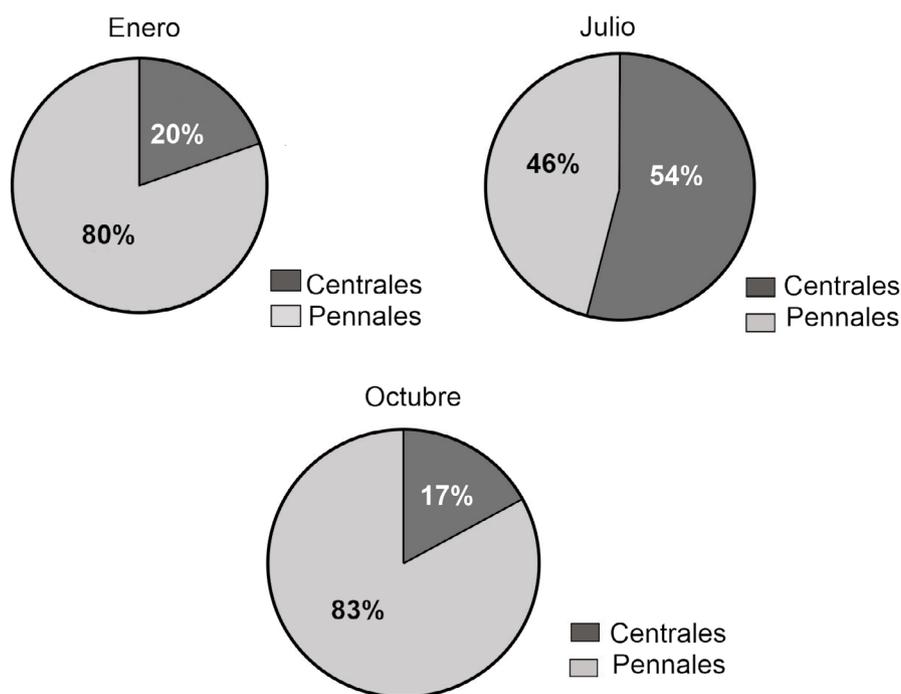


Figura 2. Porcentaje de diatomeas de los órdenes Centrales y Pennales en los distintos meses de muestreo.

Figure 2. Percentage of diatoms of the Centrales and Pennales orders in the different months of sampling.

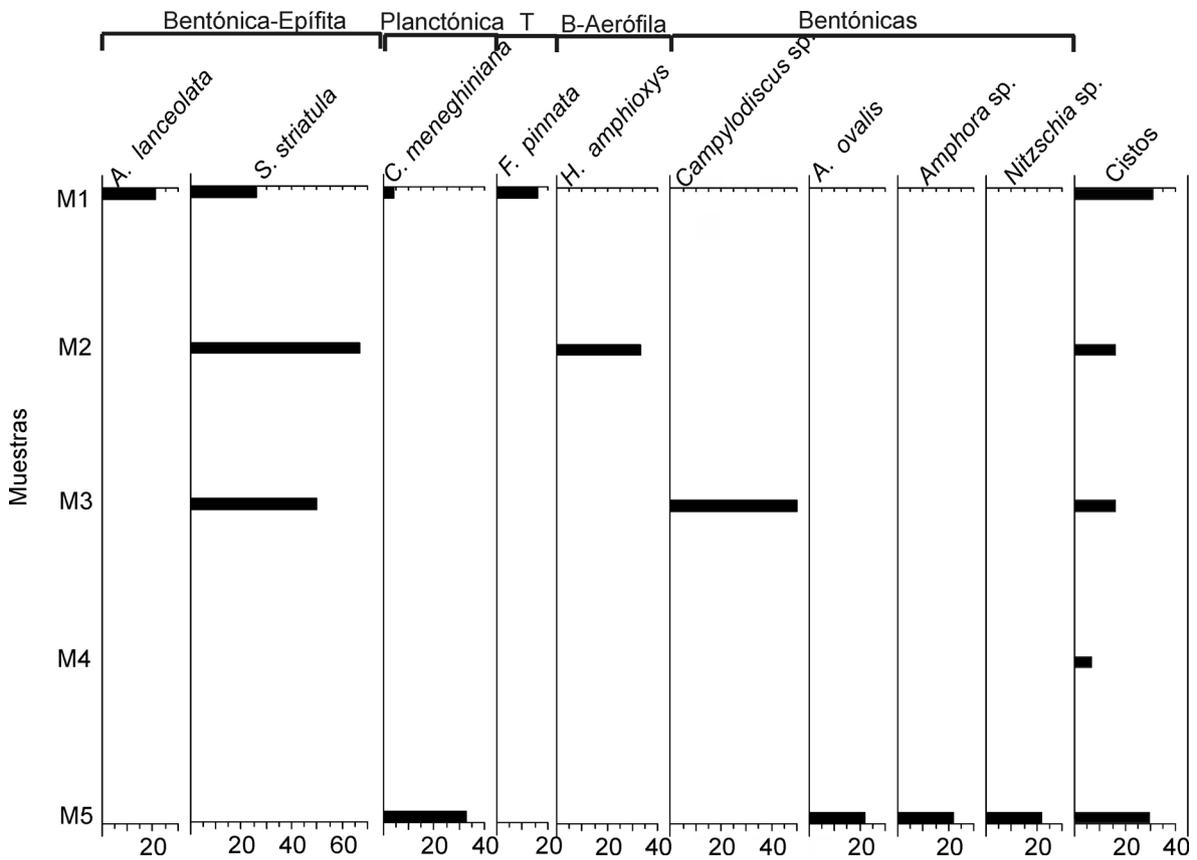


Figura 3. Diagrama del total de taxones de diatomeas identificados en el muestreo de enero según su forma de vida. **Abreviaturas:** B, bentónica; T, tico-planctónica.
Figure 3. Diagram of the total diatom taxa identified in the January sampling according to their way of life. **Abbreviations:** B, benthic; T, thycoplanktonic.

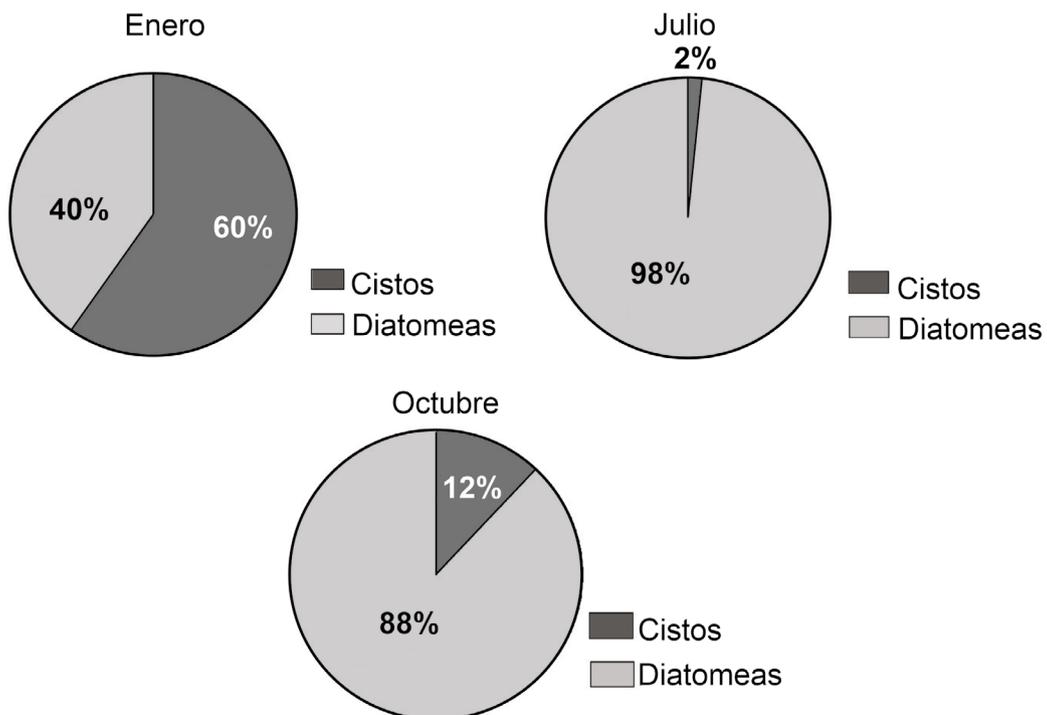


Figura 4. Porcentaje de diatomeas y cistos de Chrysostomataceae en cada mes de muestreo.
Figure 4. Percentage of diatoms and cists of Chrysostomataceae in each month of sampling.

lanceolatum (Brébisson ex Kützing) Lange-Bert, con 66,7%. Los cistos fueron escasos alcanzando el 2% (Figuras 4 y 5). Durante el mes de octubre las mayores frecuencias relativas las alcanzaron *Fragilaria* sp. con 48,6%, *P. lanceolatum* con un 33,4%, *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. con 66,7% y *Pinnularia borealis* con 33,3%, características de agua dulce. Los cistos representaron el 12% (Figuras 4 y 6). El índice D/C (Smol, 1985) dio valores de 0,67 en el mes de enero, 7,38 en octubre y 64,8 en julio.

Se recuperó un total de 3000 ejemplares asignados a cuatro géneros y cinco especies (ver Apéndice 1). El índice de Shannon-Weaver varió entre valores máximos de 1,5 a valores mínimos de 0,5, los valores más elevados se registraron en el muestreo de octubre.

DISCUSIÓN

Se observó una marcada diferencia en la composición específica de diatomeas en los meses de muestreo, siendo las muestras del mes de enero las que presentaron menor diversidad y abundancia de diatomeas. Esta disminución en las asociaciones de diatomeas se debería probablemente a una gran reducción del cuerpo de agua por las escasas precipitaciones y elevada tasa de evaporación debido a las altas temperaturas registradas, situación similar a la registrada para enero de 2003 por Álvarez *et al.* (2009). Durante los meses de enero y julio la comunidad de diatomeas oligohalobio halófilas presente indica condiciones de elevada salinidad. Mientras que en el mes de octubre la presencia de diatomeas características de agua dulce a salobre, señalan una disminución en la salinidad producto del aporte de agua fluvial en días previos al muestreo.

Coincidiendo con los resultados obtenidos por Álvarez *et al.* (2009), las diatomeas del orden Pennales fueron las más abundantes, debido posiblemente a la escasa profundidad del cuerpo de agua. Sin embargo, en el mes de julio, se registró mayor abundancia del orden Centrales; esto se debería a un período de mayores precipitaciones que permitió el crecimiento del lago. Buendía-Flores *et al.* (2015) también encuentran mayores porcentajes de diatomeas Pennales (95%) en una zona lacustre de Xachimilco-Tláhuac, México. Esto apoya lo que han establecido algunos autores (*e.g.* Round *et al.*, 1990; Wetherbee *et al.*, 1998) sobre la forma de vida bentónica como la que predomina en las diatomeas penadas, pues argumentan que se relaciona con la presencia del rafe y los campos porosos apicales que les permiten asociarse con algún tipo de sustrato. La diversidad de diatomeas observada en la Laguna Don Tomás reúne especies propias de ambientes eutróficos a hipereutróficos (Pilati *et al.*, 2009).

La especie planctónica *Cyclotella meneghiniana* tiene la característica de ser eurioica y por ello se registra con más de una forma de vida (Smol & Stoermer, 2010). La presencia de especies epífitas como las del género *Amphora* es común en muestras de sedimento debido a que pueden adherirse también al sustrato, no sólo a los tejidos vegetales y como también son especies altamente silicificadas (Tiffany, 2011), es frecuente observarlas acompañando a la flora epipélica (Round, 1984).

La relación entre el número de diatomeas y cistos de crisofíceas (D/C) es indicativo de la composición de la comunidad microalgal, tanto en el presente (Firsova *et al.*, 2008) como en el pasado (Carney *et al.*, 1983; Smol, 1985; Magyari *et al.*, 2009). Los bajos valores del índice D/C registrados en el mes de enero indican condiciones desfavorables para el desarrollo de las diatomeas y eutrofización del cuerpo de agua (Carney, 1983). El aumento en el índice D/C registrado durante los meses de julio y octubre indica condiciones de un alto desarrollo de diatomeas bentónicas y planctónicas producto un mayor aporte de agua a la cuenca por escurrimiento debido al aumento de las precipitaciones registradas en esos meses y por lo tanto un aumento en los niveles de nitrógeno y fósforo por aporte externo.

La ostracofauna presente en este cuerpo de agua fue estudiada en forma preliminar con anterioridad por Kihn & Pall (2013) y Kihn *et al.* (2017). La diversidad presente en las muestras analizadas en este trabajo fue similar a la encontrada en los muestreos de 2011–2012 y 2015; sin embargo, se pudieron observar diferencias en la abundancia de cada especie: *Limnocythere cusminskyae* en los muestreos de octubre y julio de 2014 fue tan abundante como *Heterocypris similis*, sin embargo, en los muestreos de 2011–2012 y enero de 2015 esta especie estuvo presente en menor proporción.

El gran desarrollo de *Iliocypris ramirezi* en los meses de julio y octubre está relacionado con la autoecología de la especie, ya que es característica de cursos de agua lóticos de baja energía, si bien el área de estudio corresponde a un cuerpo de agua léntico, con las precipitaciones se forman arroyos temporarios por escurrimiento que permitirían el desarrollo de la especie mencionada con anterioridad. Coincidiendo con lo estudiado por Laprida (2006), la asociación de *Limnocythere cusminskyae*, *Heterocypris incongruens*, *Ilyocypris ramirezi* y *Heterocypris similis* son indicadoras de ambientes eutróficos a hipertróficos permanentes en los cuales suelen registrarse variaciones graduales de la salinidad y composición. En estos ambientes dominan las especies bentónicas vagabundas.

Si bien Laprida (2006) menciona que *Heterocypris similis* y *H. incongruens* sólo se encuentran en cuerpos de agua permanentes, en el presente estudio se lo registró en un lago semipermanente que se seca por completo en períodos de sequía y vuelve a tener agua en los períodos húmedos sufriendo cambios en la salinidad y composición iónica de la columna de agua. La baja diversidad registrada para diatomeas y ostrácodos sería producto de las condiciones de inestabilidad ambiental propias de un cuerpo de agua semipermanente que lo convierten en un sitio hostil para el bento.

Las especies en su mayoría fueron cosmopolitas excepto *Iliocypris ramirezi*, que puede habitar ambientes de energía moderada, siendo frecuente en arroyos. La especie dominante en todas las muestras fue *Heterocypris similis*, se encontraron poblaciones completas con ejemplares vivos. Las especies *Heterocypris incongruens* y *Cypridopsis vidua*, son especies cosmopolitas y eurioicas. *Limnocythere cusminskyae* fue muy abundante en los muestreos de julio y octubre con ejemplares adultos y juveniles; machos y hembras. *I. ramirezi* fue muy abundante en los muestreos de julio y octubre; y no se registró en el mes de enero (Tabla 1, Figuras 7, 8, 9).

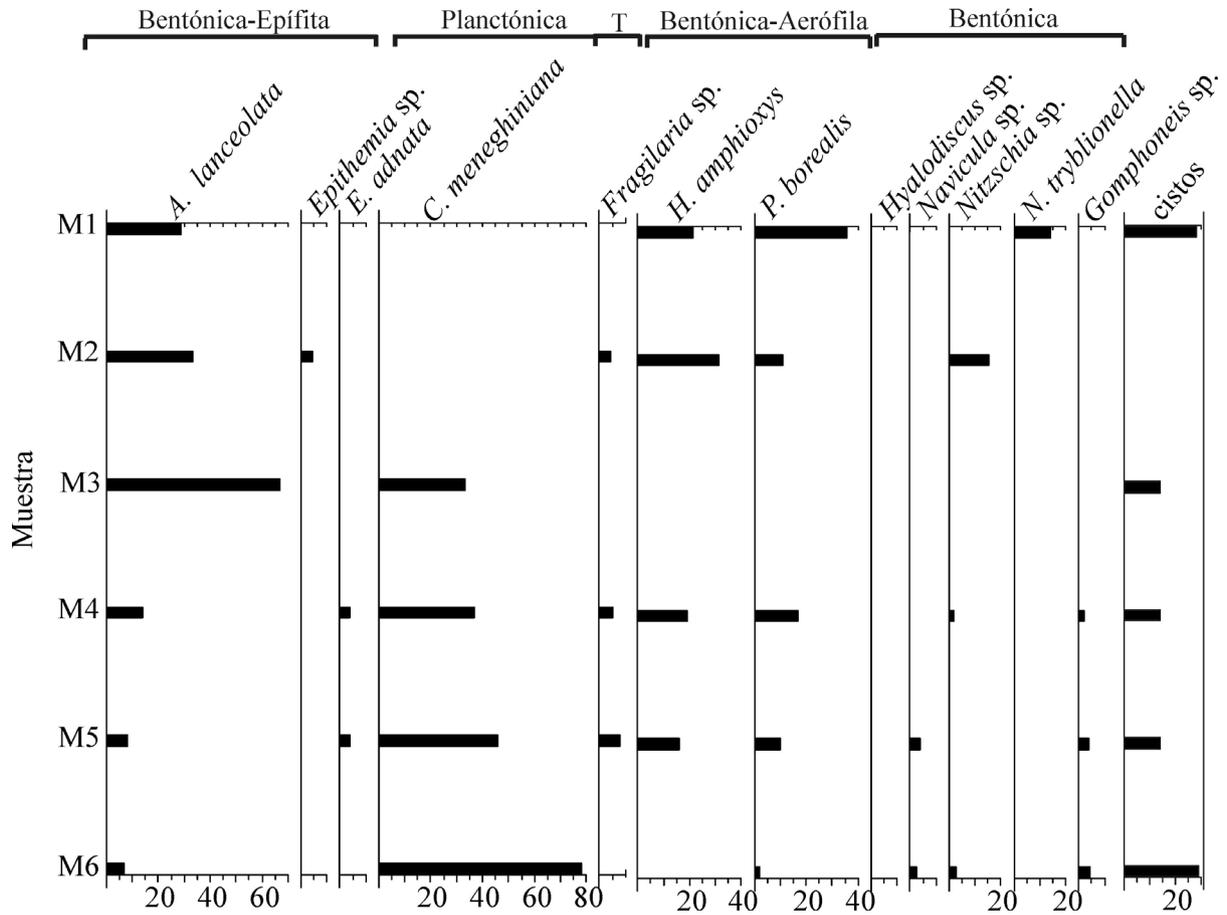


Figura 5. Diagrama del total de taxones de diatomeas identificados en el muestreo de julio según su forma de vida. **Abreviatura:** T, ticoplanctónica.
 Figure 5. Diagram of the total diatom taxa identified in the July survey according to their way of life. **Abbreviation:** T, thycoplanktonic.

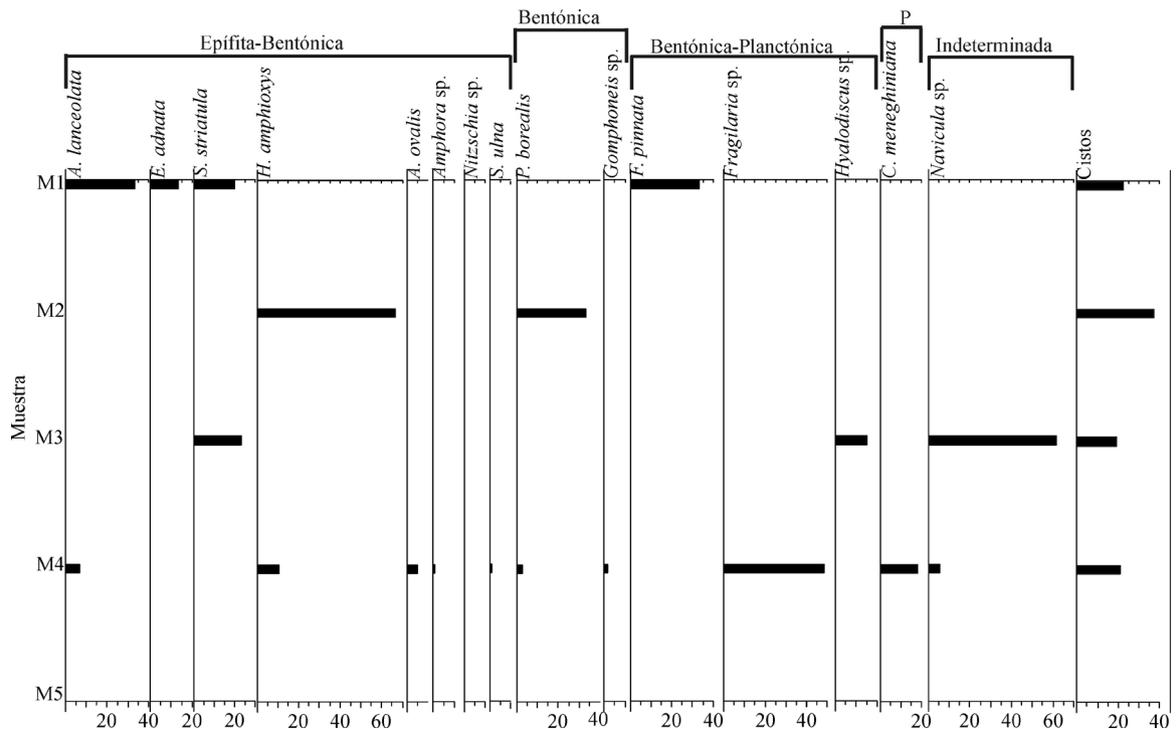
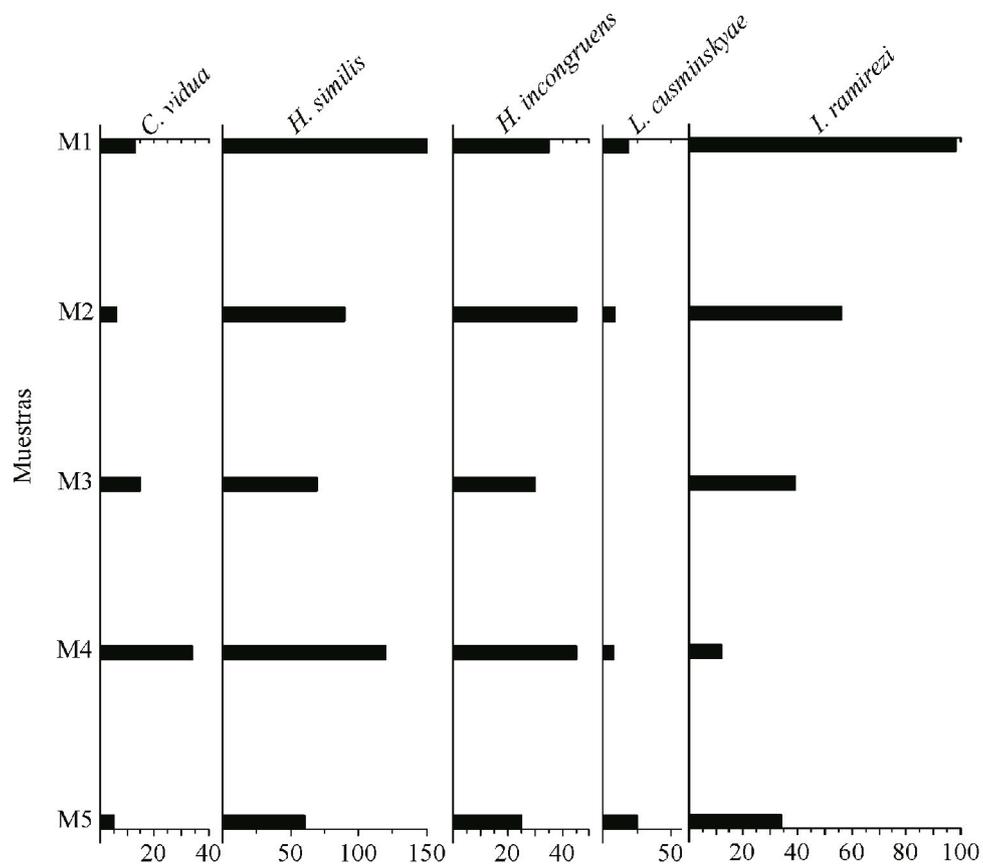


Figura 6. Diagrama del total de taxones de diatomeas identificados en el muestreo de octubre según su forma de vida. **Abreviatura:** P, planctónica.
 Figure 6. Diagram of the total diatom taxa identified in the October sampling according to their life form. **Abbreviation:** P, planktonic.

Tabla 1. Recuento de los frústulos de diatomeas y cistos en los meses de muestreo.**Table 1.** Count of diatom frustules and cysts in the months of sampling.

	Enero	Julio	Octubre
<i>Achnanthes lanceolata</i>	4	55	34
<i>Amphora</i> sp.	2		
<i>Amphora ovalis</i>	2		20
<i>Campylodiscus</i> sp.	5		
<i>Campylodiscus clypeus</i>			2
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	10	241	76
<i>Denticula elegans</i>		4	
<i>Epithemia</i> sp.		2	
<i>Epithemia adnata</i>		6	2
<i>Fragilaria</i> sp.		11	206
<i>Fragilaria pinnata</i>	3		5
<i>Gomphoneis</i> sp.		14	6
<i>Hantzschia amphioxys</i>	1	53	49
<i>Hyalodiscus</i> sp.			2
<i>Navicula</i> sp.		8	32
<i>Nitzschia</i> sp.	2	15	
<i>Nitzschia tryblionella</i>		2	
<i>Pinnularia borealis</i>		36	13
<i>Stephanodiscus</i> sp.		2	
<i>Surirella striatula</i>	12		6
<i>Synedra</i> sp.		5	
<i>Synedra ulna</i>			5
Cistos	61	7	62
Total Diatomeas	41	451	458

**Figura 7.** Diagrama de frecuencias de ostrácodos bentónicos durante el mes de enero.**Figure 7.** Frequency diagram of benthic ostracods during the month of January.

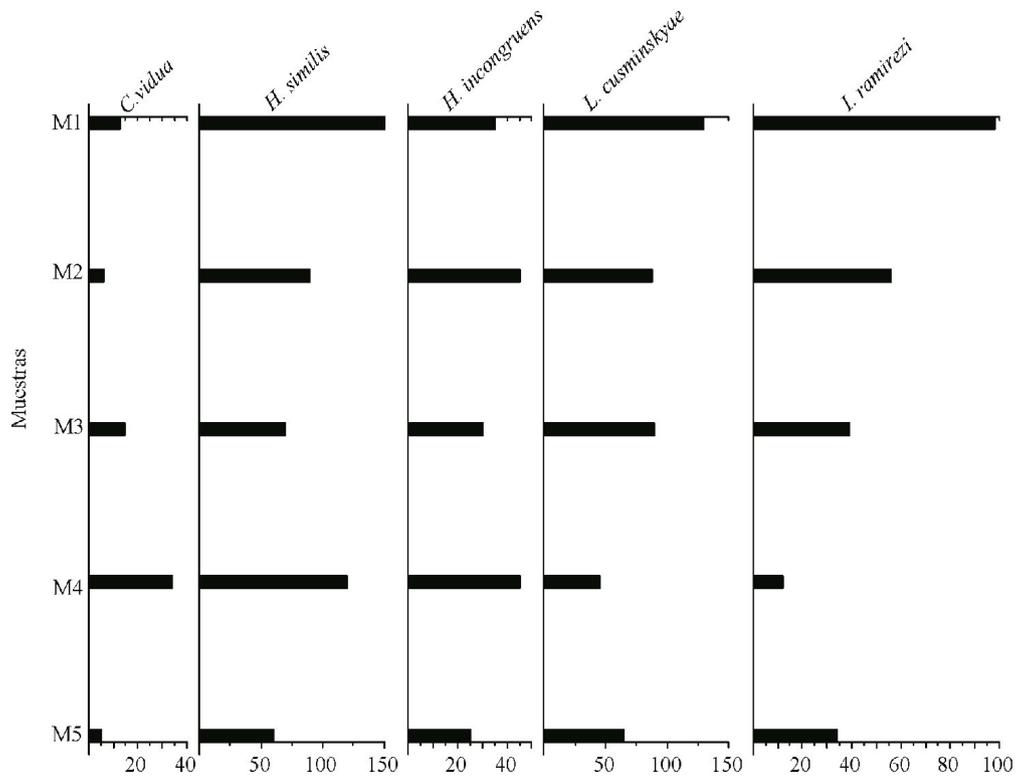


Figura 8. Diagrama de frecuencias de ostrácodos bentónicos durante el mes de julio.

Figure 8. Frequency diagram of benthic ostracods during the month of July.

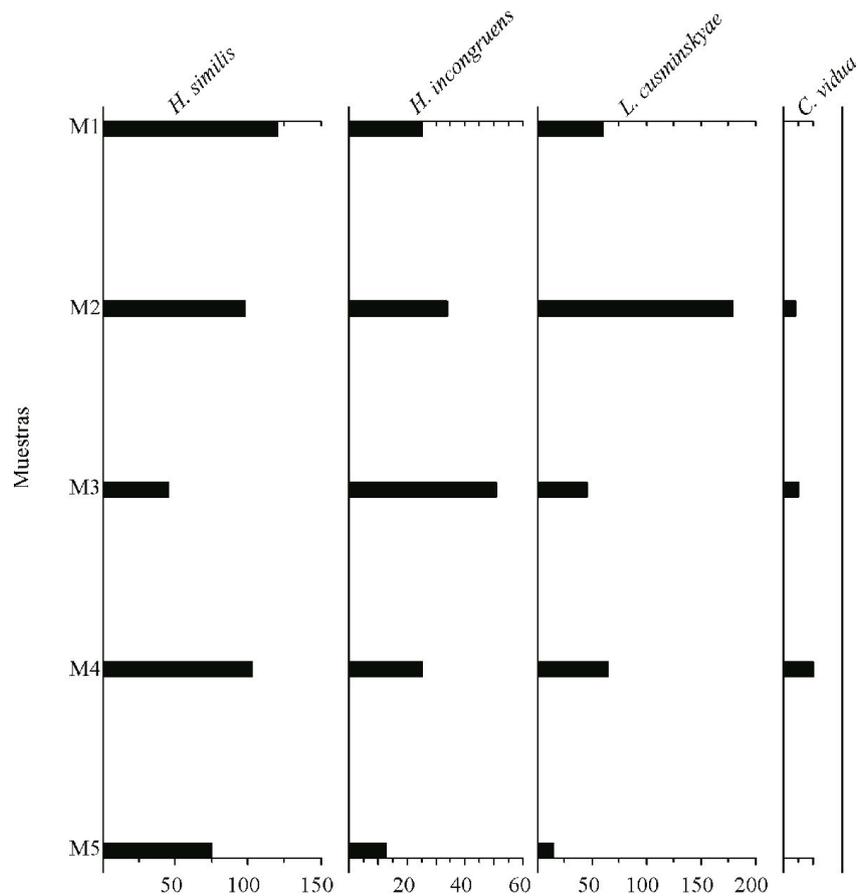


Figura 9. Diagrama de frecuencias de ostrácodos bentónicos durante el mes de octubre.

Figure 9. Frequency diagram of benthic ostracods during the month of October.

CONCLUSIONES

La proporción de cistos y frústulos de diatomeas encontradas en sedimentos de la Laguna “Don Tomás” refleja las variaciones en el estado trófico del cuerpo de agua durante las estaciones del año. El mayor porcentaje de cistos en el mes de enero y el menor en julio pudiendo inferir que el nivel más elevado de eutrofización se daría en los meses de verano y los niveles de menor eutrofización en invierno. La dominancia de *Heterocypris similis*, la predominancia de diatomeas mesotróficas a eutróficas y los escasos de cistos de Chrysophyceae son indicativos del elevado nivel de eutrofización del lago en estudio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la lectura crítica del J.L. Pall y las sugerencias realizadas por los revisores.

REFERENCIAS

- Álvarez, S.B.; Bazán, G.I. & Bernardos, J.N. 2009. Diversidad fitoplanctónica de los cuencos principal y norte de la laguna Don Tomás (La Pampa, Argentina). *Limnetica*, **28**:253–260.
- Battarbee, R.W. 1986. Diatom analysis. In: B.E. Berglund (ed.) *Handbook of Holocene paleoecology and paleohydrology*, Wiley & Sons, p. 527–570.
- Battarbee, R.W.; Jones, V.J.; Flower, R.J.; Cameron, N.G. & Bennion, H. 2001. Diatoms. In: J.P. Smol; H.J.B. Birks; W.M. Last (eds.) *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments, Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators*, **3**:155–202. doi:10.1007/0-306-47668-1
- Bécares, E.; Conty, A.; Rodríguez-Villafañe, C. & Blanco, S. 2004. Funcionamiento de los lagos someros mediterráneos. *Ecosistemas*, **13**:2–12.
- Betts-Pipper, A.M.; Zeeb, B.A. & Smol, J.P. 2004. Distribution and autoecology of chrysophyte cysts from high Arctic Svalbard lakes: preliminary evidence of recent environmental change. *Journal of Paleolimnology*, **31**:467–481.
- Bory de Saint-Vincent, J.B.G.M. 1822. Bacillariées. *Dictionnaire Classique d'Histoire naturelle*, **2**:127–129.
- Brébisson, L.A. 1838. *Considerations sur les diatomées et essai d'une clasificación des géneros et des espèces appartenant à cette famille*. Falaise, Paris, Brée l'Ainée Imprimeur-Libraire, 20 p. doi:10.5962/bhl.title.64353
- Buendía-Flores, M.; Tavera, R. & Novelo, E. 2015. Florística y ecología de diatomeas bentónicas de la zona lacustre de Xochimilco-Tláhuac, México. *Botanical Sciences*, **93**:531–558. doi:10.17129/botsci.148
- Cleve, P.T. 1894. Synopsis of the naviculoid diatoms. Part I. *Kongliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, **426**:1–194.
- Cleve, P.T. & Grunow, A. 1880. Beiträge zur Kenntniss der arctischen Diatomeen. *Kunl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, **17**:1–121.
- Carney, H.J. & Sandgren, C.D. 1983. Chrysophycean Cysts: Indicators of Eutrophication in Recent Sediments of Frains Lake, Michigan, USA. *Hydrobiologia*, **101**:195–202. doi:10.1007/BF00009875
- Coradeghini, A. & Vigna, M.S. 2001. Flora de quistes crisofíceos fósiles en sedimentos recientes de Mallín Book, Río Negro (Argentina). *Revista Española de Micropaleontología*, **33**:163–181.
- Cusminsky, G.C. & Whatley, R. 1996. Quaternary non-marine ostracodes from lake beds in northern Patagonia. *Revista Española de Paleontología*, **11**:143–154.
- Cusminsky, G.C.; Pérez, P.A.; Schwab, A. & Whatley, R. 2005. Recent lacustrine ostracods from Patagonia, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, **37**: 431–450.
- D'Ambrosio, D.S.; García, A.; Díaz, A.R.; Chivas, A.R. & Claps, M.C. 2017. Distribution of ostracods in west-central Argentina related to host-water chemistry and climate: implications for paleolimnology. *Journal of Paleolimnology*, **58**:101–117. doi:10.1007/s10933-017-9963-1
- De Wolf, H. 1982. Method of coding of ecological data from diatoms for computer utilization. *Geological Survey of Netherlands*, **36**:95–98.
- Del Ponti, O.; Marani, J.L.; Ganora, E.; Berguño, A.; Galea, J.M. & Pratts, P. 2014. Parámetros ambientales y pesqueros de un lago somero de La Pampa, luego de una mortandad masiva de *Odontesthes bonariensis*. Instituto de Limnología “Dr. R.A. Ringuelet”. *Biología Acuática*, **30**:107–121.
- Denys, L. 1992. A checklist of the diatoms in the Holocene deposits of the western Belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements. I. Introduction, ecological code and complete list. *Professional Paper Belgian Geological Survey*, **246**:1–411.
- Echaniz, S.A.; Vignatti, A.M. & Bunino, P.C. 2008. El zooplancton de un lago somero hipereutrófico de la región central de Argentina: cambios después de una década. *Biota Neotropica*, **8**:63–71.
- Echaniz, S.; Vignatti, A.; Cabrera, G.; Capece, C. & Treffinger Cienfuegos, M.S. 2016. Comparación de los parámetros limnológicos y el zooplancton de un lago somero salino de La Pampa (Argentina) durante dos ciclos anuales con condiciones ambientales diferentes. *Biología Acuática*, **31**:28–39.
- Echaniz, S.; Vignatti, A.M.; José de Paggi, S. & Paggi, J.C. 2005. Riqueza y Composición del Zooplancton de Lagunas Saladas de la Región Pampeana Argentina. *Revista FABICIB*, **9**:25–39.
- Ehrenberg, C.G. 1830. Organisation, Systematik und geographisches Verhältniss der Infusionstierchen. *Zwei verträge*, **1828**:1–108.
- Ehrenberg, C.G. 1832. Über die Entwicklung und Lebensdauer der Infusionsthiere; nebst ferneren Beiträgen zu einer Vergleichung ihrer organischen Systeme. *Abhandlungen der Königlichen Akademie Wissenschaften zu Berlin, Physikalische Klasse*, **1831**:1–154.
- Ehrenberg, C.G. 1843. Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nord-Amerika. *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, **1841**:291–466.
- Ehrenberg, C.G. 1845. Neue Untersuchungen über das kleinste Leben als geologisches Moment. *Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, **1845**:53–87.
- Ferrero, L. 2006. *Micropaleontología y paleoecología del Cuaternario del sudeste de la provincia de Buenos Aires*. Programa de Doctorado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Ph.D. thesis, 373 p.
- Firsova, A.D.; Kuzmina, A.E.; Tomberg, I.V.; Potemkina, T.G. & Likhoshway, Y.V. 2008. Seasonal dynamics of chrysophyte

- stomatocyst formation in the plankton of Southern Baikal. *Biology Bulletin Russian Academy Science*, **35**:507–514. doi:10.1134/S1062359008050129
- Germain, H. 1981. *Flore des Diatomeés. Diatomophyceés eaux douces et saumâtres du Massif Armoricaïn et des contreés voisins d'Europe Occidentale*. Paris, Société Nouvelle des Editions Boubeé, 444 p.
- Grimm, E.C. 2004. *TGVIEW 2.0.2 (Computer Software)*. Springfield, Illinois State Museum, Research and Collections Center, II.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2009. *Algaebase*. National University of Ireland. Available at <http://www.algaebase.org>.
- Hendey, N.I. 1964. *An introductory account of the smaller algae of British coastal waters: V. Bacillariophyceae (diatoms)*. Fishery Investigations Series IV. London, Her Majesty's Stationery Office, p. 317.
- Horne, D.J.; Cohen, A. & Martens, K. 2002. Taxonomy, Morphology and Biology of Quaternary and Living Ostracoda. In: J.A. Holmes & A.R. Chivas (eds.) *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*. Geophysical Monograph, 131 p.
- Hustedt, F. 1957. Die Diatome en flora des Fluss-sistems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. *Abhandlungen herausgegeben von Naturwissenschaftlichen Verein zu Breme*, **34**:181–440.
- Karanovic, I. 2012. *Recent freshwater ostracods of the world. Crustacea, Ostracoda, Podocopida*. Heidelberg, Springer, 608 p.
- Kihn, R.G.; Crespo, F. & Pall, J.L.M. 2017. Ostrácodos de lagos someros de la región central de Argentina: implicaciones paleolimnológicas. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **20**:373–382. doi:10.4072/rbp.2017.3.08
- Kihn, R.G. & Pall, J.L. 2013. Diversity of the present ostracofauna in lagoons of the central region of the Republic Argentina. *Munis Entomology & Zoology*, **8**:273–277.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1986. Bacillariophyceae Teil: 1. Naviculaceae. In: H. Ettl; J. Gerloff; H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.) *Süswasserfl ora von Mitteleuropa. Band 2/1*, Gustav Fisher, 876 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1988. *Bacillariophyceae Teil: 2. Bacillariophyceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. In: H. Ettl; J. Gerloff; H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.) *Süswasserfl ora von Mitteleuropa. Band 2/2*, Gustav Fisher, 596 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991a. *Bacillariophyceae Teil: 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. In: H. Ettl; J. Gerloff; H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.) *Süswasserfl ora von Mitteleuropa. Band 2*, Gustav Fisher, 576 p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. 1991b. *Bacillariophyceae Teil: 4. Achnanthaceae, Kristische Esrgänzungen Zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema*. In: H. Ettl; J. Gerloff; H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.) *Süswasserfl ora von Mitteleuropa. Band 2/3*, Gustav Fischer, 576 p.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. New York: Harper Collins Publications, 654 p.
- Kützing, F.T. 1844. *Die Kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen*. Nordhausen, W. Köhne, p. [i-vii], [1]-152, pls 1–30.
- Laprida, C. 2006. Ostrácodos recientes de la llanura pampeana, Buenos Aires, Argentina: ecología e implicancias paleolimnológicas. *Ameghiniana*, **43**:181–204.
- Luchini, L. & Verona, C.A. 1972. *Catálogo de las diatomeas argentinas. Diatomeas de aguas continentales (incluido el Sector Antártico)*. Buenos Aires, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, 304 p.
- Magyari, E.; Buczko, K.; Jakab, G.; Braun, M.; Pal, Z.; Karatson, D. & Pap, I. 2009. Palaeolimnology of the Last Crater Lake in the Eastern Carpathian Mountains: A Multiproxy Study of Holocene Hydrological Changes, *Hydrobiologia*, **631**:29–63. doi:10.1007/s10750-009-9801-1
- Meisch, C. 2000. *Ostracoda de agua dulce de Europa occidental y central*. Heidelberg, Berlin, Spektrum Akademischer Verlag GmbH, 522 p.
- Mezquita, F.; Roca, J.R.; Reed, J. & Wansard, G. 2005. Quantifying species–environment relationships in non-marine Ostracoda for ecological and palaeoecological studies: Examples using Iberian data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **225**:93–117. doi:10.1016/j.palaeo.2004.02.052
- Moore, R. & Pitrat, C.W. 1961. *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part Q Arthropoda 3. Crustacea, Ostracoda*. Lawrence, Geological Society of America and University of Kansas Press, 442 p.
- Patrick, R. & Reimer, C.W. 1966. *The Diatoms of the United States (Exclusive of Alaska and Hawaii). Volume 1. Fragilariaceae, Eunotiaceae, Achnanthaceae, Naviculaceae*. Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 688 p.
- Patrick, R. & Reimer, C.W. 1975. *Diatoms of United State (Exclusive of Alaska and Hawaii): Entomoneidaceae, Cymbellaceae, Gomphonemaceae, Epithemiaceae*. Philadelphia, Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 213 p.
- Perçin-Paçal, F. 2011. The ecology of the Ostracoda (Crustacea) species obtained from the coasts of İskenderun Bay (Eastern Mediterranean Sea). *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, **17**:127–144.
- Pieri, V.; Martens, K.; Stoch, F. & Rossetti, G. 2009. Distribution and ecology of non-marine ostracods (Crustacea, Ostracoda) from Friuli Venezia Giulia (NE Italy). *Journal of Limnology*, **68**:1–15. doi:10.4081/jlimnol.2009.1
- Pilati, A.; Echaniz, S.; Vignatti, A.; Trucco, A. & Alvarez, B. 2009. Efecto del lavado de la ciudad de Santa Rosa sobre el estado trófico de una laguna arcaica. *Biología acuática*, **26**:177–184.
- Ricard, M. 1987. *Atlas du phytoplankton marin*. Paris, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 297 p.
- Round, E.F. 1984. *The ecology of algae*. Cambridge University Press, Cambridge, 651 p.
- Round, E.F.; Crawford, R.M. & Mann, D.G. 1990. *The diatoms, biology & morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge, 747 p.
- Rubio, M.; Elorza-Remón, M.; Rodríguez-Lazaro, J. & Pascual, A. 2006. Distribución areal y ecología de las asociaciones de ostrácodos recientes en la marisma Joyel (Cantabria). *Geogaceta*, **40**:187–190.
- Sandgren, C.D. 1991. Chrysophyte reproduction and resting cyst: a paleolimnologist's primer. *Journal of Paleolimnology*, **5**:1–9. doi:10.1007/BF00226555
- Scheffer, M.; Carpenter, S.; Foley, J.A.; Folke, C. & Walker, B. 2001a. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, **413**:591–596. doi:10.1038/35098000
- Scheffer, M.; Straile, D.; Van Nes, E.H. & Hosper, H. 2001b. Climatic warming causes regime shifts in lake food webs. *Limnology and Oceanography*, **46**:1780–1783. doi:10.4319/lo.2001.46.7.1780
- Setty, M.G.A.P. 1966. Preparation and method of fossil diatoms. *Micropaleontology*, **12**:511–514. doi:10.2307/1484796
- Shornikov, E.I. 1980. Ostracodes in terrestrial biotopes. *Zoological Journal*, **59**:1306–1319.
- Simonsen, R. 1979. The Diatom system: idea on phylogeny. *Bacillaria*, **2**:9–71.
- Smol, J.P. 1985 The ratio of diatom frustules to chryso-phycean statospores: A useful paleolimnological index, *Hydrobiologia*, **123**:199–204. doi:10.1007/BF00034378

- Smol, J.P. & Stoermer, E.F. 2010. The diatoms: applications for the environmental and Earth Sciences. Second edition, Cambridge, University Press Cambridge, 667 p.
- Tiffany, M.A. 2011. Epizoic and Epiphytic Diatoms. In: J. Seckbach & P. Kaicolek (eds.) *The Diatoms world*, Springer, p. 195–209.
- Turpin, P.J.F. 1828. Observations sur le nouveau genre *Surirella*. *Mémoires du Musée d'Histoire Naturelle*, **16**:361–368.
- Vigna, M.S. 1995. Flora fósil de estatósporas crisofíceas (Chrysophyta) en sedimentos recientes del lago Nahuel-Huapi (Río Negro, Argentina). Buenos Aires. *Ameghiniana*, **32**:63–72.
- Vignatti, A.; Echaniz, S. & Martín, M.C. 2007. El zooplancton de tres lagos someros de diferente salinidad y estado trófico en la región semiárida pampeana (Argentina). *Gayana*, **71**:34–48. doi:10.4067/S0717-65382007000100005
- Vignatti, A.; Festa, R.; Cabrera, G. & Echaniz, S. 2012. Comparación luego de una década de parámetros limnológicos, riqueza y abundancia del zooplancton de una laguna salina de la provincia de La Pampa. *Bio Scriba*, **5**:23–35.
- Vos, P.C. & De Wolf, H. 1988. Methodological aspects of paleoecological diatom research in coastal areas of the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw*, **67**:31–40.
- Vos, P.C. & De Wolf, H. 1993. Diatoms as a tool for reconstructing sedimentary environments in coastal wetlands; methodological aspects. *Hydrobiologia*, **269**:285–296. doi:10.1007/BF00028027
- Wetherbee, R., Lind, J.L.; Burke, J. & Quatrano, R.S. 1998. The first kiss: establishment and control of initial adhesion by raphid diatoms. *Journal of Phycology*, **34**:9–15.

Received in 03 December, 2020; accepted in 30 August, 2021.

Apéndice 1. Lista de géneros y especies de diatomeas y ostrácodos identificados.

Appendix 1. Studied order and species of diatoms and ostracods identified.

Filum Bacillariophyta
 Familia Stephanodiscaceae
 Género *Cyclotella* (Kützing) Brébisson, 1838
Cyclotella meneghiniana Kützing, 1844
 Familia Achnantheaceae
 Género *Planothidium* Ronda & Bukht, 1996, Bory de Saint-Vincent, 1822
Planothidium lanceolatum (Brébisson ex Kützing) Lange-Bert, 1999
 Familia Fragilariaceae
 Género *Staurosirella* Williams & Round, 1988
Staurosirella sp.
Staurosirella pinnata (Ehrenb.) Williams & Round, 1987
 Familia Surirellaceae
 Género *Surirella* Turpin, 1828
Surirella striatula Turpin, 1828
 Género *Campylodiscus* Ehrenberg ex Kützing, 1844
Campylodiscus clypeus (Ehrenberg) Ehrenberg ex Kützing, 1844
Campylodiscus sp.
 Familia Bacillariaceae
 Género *Hantzschia* Grunow, 1877
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow, 1880: 103
 Género *Nitzschia* Hassall, 1845
Nitzschia tryblionella Hantzsch in Rabenhorst, 1860
Nitzschia sp.
 Género *Denticula* Kützing, 1844
Denticula elegans Kützing, 1844
 Familia Catenulaceae
 Género *Amphora* Ehrenberg ex Kützing, 1844
Amphora ovalis (Kützing) Kützing, 1844
Amphora sp.
 Familia Rhopalodiaceae
 Género *Epithemia* Kützing, 1844
Epithemia sp.
Epithemia adnata (Kützing) Brébisson, 1838
 Familia Pinnulariaceae
 Género *Pinnularia* Ehrenberg, 1843
Pinnularia borealis Ehrenberg, 1843
 Familia Hyalodiscaceae
 Género *Hyalodiscus* Ehrenberg, 1845
Hyalodiscus sp.
 Familia Naviculaceae
 Género *Navicula* Bory de Saint-Vincent, 1822
Navicula sp.
 Familia Gomphonemataceae
 Género *Gomphoneis* Cleve, 1894
Gomphoneis sp.
 Familia Fragilariaceae
 Género *Synedra* Ehrenberg, 1830
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg, 1832
Synedra sp.
 Familia Stephanodiscaceae
 Género *Stephanodiscus* Ehrenberg, 1845
Stephanodiscus sp.
 Familia Cyprididae Baird, 1845
 Género *Heterocypris* Claus, 1893
Heterocypris similis (Wierzejski en Ramírez, 1967)
Heterocypris incongruens (Ramdohr, 1808)
 Género *Cypridopsis* Brady, 1867
Cypridopsis vidua (O.F. Müller, 1776)
 Familia Limnocytheridae Klie, 1938
 Género *Limnocythere* Brady, 1868
Limnocythere cusminskyae Ramón-Mercáu, Plastani & Laprida, 2014
 Familia Ilyocyprididae Kaufmann, 1900
 Género *Ilyocypris* Brady & Norman, 1889
Ilyocypris ramirezi Cusminsky & Whatley, 1996