ESTADO DE CONOCIMIENTO DE LAS DIATOMEAS DULCEACUICOLAS DE CHILE

THE STATE OF KNOWLEDGE OF FRESHWATER DIATOMS OF CHILE

Patricio Rivera Ramírez

Departamento de Botánica, Universidad de Concepción, Chile,
Casilla 160-C, Concepción.

RESUMEN

Hasta 1917 la información existente sobre la flora diatomológica de aguas continentales de Chile provino de las publicaciones de investigadores extranjeros. A partir de 1967 las investigaciones se concentran en tres áreas de Chile: la zona central, el área de Concepción y la Región de Los Lagos. El conocimiento actual sobre esta flora es escaso y poco exacto, pues muchos de los taxa señalados han sido erróneamente determinados. Se considera como causales de este hecho la carencia de literatura especializada y la utilización de técnicas y de instrumental de investigación inadecuados. Se indica el número de artículos y de taxa señalados para el país, y se comentan las características de la única colección diatomológica existente. Finalmente se sugieren algunos pasos para incentivar los estudios taxonómicos en Chile.

PALABRAS CLAVES: Diatomeas. Aguas continentales. Taxonomía. Chile.

ABSTRACT

Through 1917, foreign researches provided the only information available on the diatom flora of Chile's continental waters. Since 1967, research in this area has focused on three of Chile's geographical areas: the central zone, the Concepcion area, and the Lakes Region. The lack of specialized literature and the use of inadequate research techniques and instruments have led to scarce and inexact knowledge of Chile's continental diatom flora; many taxa have been erroneously identified. Here, the actual number of articles and taxa are indicated and the characteristics of the sole existing diatom collection are presented. Finally, some steps are suggested to motivate taxonomical studies in Chile.

KEYWORDS: Diatoms. Freshwater Flora. Taxonomy. Chile.

INTRODUCCION

De acuerdo con los antecedentes disponibles, fue Kützing en 1844 quien citó por primera vez para Chile a algunas especies de diatomeas dulceacuícolas, sobre la base de material recolectado en la zona de Valparaíso. Diez años más tarde, esta fue transcrita por C. Montagne en el volumen octavo de la obra de Claudio Gay (1854). Posteriormente, Cleve (1894-1896; 1900) señaló algunos taxa recolectados en el sur del país, Müller (1909) lo hizo con

material patagónico y Hustedt (1927) con material fósil recolectado en el desierto de Atacama. De gran importancia para el conocimiento de las diatomeas continentales de Chile fueron las investigaciones llevadas a cabo por Joaquín Frenguelli. En 1922 y 1924 publicó sobre las diatomeas de Tierra del Fuego, y luego lo hizo sobre las especies encontradas en distintos depósitos fósiles ubicados desde Chiloé hasta Arica (1928; 1929 1930a; 1930b; 1931; 1934; 1935; 1938; 1938b; 1938c; 1949). A diferencia de lo ocurrido en el siglo anterior, Frenguelli entregó una

información bastante completa sobre los taxa encontrados, incluyendo descripciones y dibujos de cada uno de ellos. De gran importancia son también las contribuciones realizadas por Cleve-Euler (1948) y por Krasske (1939; 1949), sobre material proveniente de Tierra del Fuego, por Thomasson (1955; 1963) en el área de Valdivia y la Región de Los Lagos, por Patrick (1961) para el norte de Chile, por Dingman & Lohman (1963) con material fósil recolectado en Arica, y por Asprey, *et al.* (1964) en el área centro-sur de Chile.

Los primeros artículos escritos por investigadores chilenos aparecen durante la segunda década del siglo XX. Marcial Espinosa publicó en 1917 sobre las diatomeas provenientes de Piuchué, y en 1923 entrega una lista sistemática de algunas algas chilenas de agua dulce. Llaña-Garín escribió en 1942 el artículo denominado "Contribución al estudio de las diatomeas chilenas", basado en material recolectado en distintas localidades.

Las investigaciones taxonómicas llevadas a cabo por científicos nacionales comenzaron a tomar importancia a partir de 1967. Los lagos, lagunas y ríos existentes en la VIII Región fueron el sustrato principal de estudio de investigadores como Patricio Rivera, Oscar Parra y varios colaboradores, quienes complementaron las diagnósticos de los taxa encontrados con dibujos y fotomicrografías obtenidas con el microscopio fotónico. En 1967, Rivera señaló la presencia en el Lago Ranco de diversas especies del género *Melosira* (algunas de ellas pertenecen hoy al género *Aulacoseira*), en 1969 lo hizo sobre las diatomeas encontradas en la Bahía de Concepción, en cuyas muestras aparecieron también algunas especies de aguas continentales, en 1970 sobre material proveniente de los lagos Ranco, Laja y Laguna Chica de San Pedro, en 1973 (Rivera *et al.*) describieron el fitoplancton recolectado en el Estero Lenga, en 1974a el material recolectado en Concepción y sus alrededores, en el mismo año (1974b) describió las diatomeas provenientes de la Laguna Verde del Parque Hualpén y las diatomeas epífitas del pelillo (1974c), en 1975 (Rivera & Arcos) sobre las especies presentes en la desembocadura del río Bio-Bío, y en 1989 (Rivera & Gebauer) señalaron e ilustraron las especies chilenas depositadas en la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia, Estados Unidos. Parra, Dellarossa & Ugarte, señalaron en 1976, varios taxa de diatomeas provenientes de la Laguna Chica de San Pedro, La Posada y Lo

Méndez. En 1981 (Parra *et al.*) lo hicieron sobre la base de material recolectado en diversos cuerpos lénticos de la Región de Concepción, en 1984 (Parra *et al.*) describieron las diatomeas epífitas sobre algas de aguas continentales chilenas y en 1993 (Parra *et al.*) el material proveniente de los lagos Icalma y Galletué. Dellarossa y colaboradores publicaron en 1976 sobre el fitoplancton invernal de las lagunas Chica de San Pedro, La Posada y Lo Méndez. En 2001, Cruces *et al.* analizaron registros sedimentarios provenientes de la Laguna Grande de San Pedro, y recientemente, Cruces *et al.* (2006) señalaron algunas especies de diatomeas encontradas en sedimentos del Lago Galletué.

La flora diatomológica de las zonas central y norte de Chile ha sido parcialmente estudiada por científicos nacionales; en especial el Lago Vichuquén (López 1971), el Lago Peñuelas (Navarro & Avaria 1971), el Embalse Rapel (Montecino & Cabrera 1982; Vila *et al.* 1987, 1997, 2000; Rivera & Cruces 2005), la Laguna El Plateado (Zúñiga *et al.* 1986), el Lago Chungará (Mühlhauser *et al.* 1995; Dorador *et al.* 2003; Rivera *et al.* 2003; Tapia *et al.* 2004) y el Salar de Carcote (López 1980).

En la zona sur de Chile, Campos *et al.* (1974) señalaron algunas especies de diatomeas para el Lago Riñihue, Campos *et al.* (1982) para el Lago Ranco, Donoso & Phinney (1988), Campos *et al.* (1992) para el Lago Rupanco, y Toro (1984) para el estuario del Río Queule.

Son pocas las publicaciones sobre diatomeas de aguas continentales de Chile que han empleado técnicas de microscopía electrónica (de barrido y transmisión). En la primera de ellas Rivera & Valdebenito (1979) se refieren al material recolectado en los ríos Chivilingo, Laraquete y Carampangue. Le siguen los artículos de Rivera (1985) sobre la diatomea céntrica *Thalassiosira weissflogii*, de Kociolek & Stoermer (1988) que estudiaron diversas especies del género *Gomphoneis*, de Parra *et al.* (1993) que estudiaron material recolectado en el Río Bio-Bío. Posteriormente Rumrich *et al.* (2000) analizaron alrededor de 350 muestras recolectadas a lo largo de la Cordillera de los Andes entre Arica y la Patagonia. Finalmente, en los trabajos de Rivera *et al.* (2003 a, b) y Tapia *et al.* 2004, con material recolectado en el Lago Chungará, los taxa también fueron estudiados con microscopía electrónica. En la mayoría de las publicaciones sobre diatomeas chilenas de aguas continentales aparecen solamente listas de especies,

muchas veces no existen ilustraciones de los taxa, y son muy pocas aquellas que indican en qué colección y bajo qué número se encuentra depositado el material estudiado. No existen revisiones a nivel de familias o géneros, y como ya se mencionó, es muy escasa la utilización de técnicas de microscopía electrónica. A pesar de esta realidad no tan alentadora, hay tres aspectos positivos que deben ser mencionados. El primero corresponde a la publicación de un manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales de Chile, cuyo volumen cuarto corresponde a las diatomeas (Rivera *et al.* 1982). Este manual, aunque utiliza exclusivamente caracteres observables con microscopía fotónica, permite un reconocimiento fácil de los géneros e incluye las diagnósticas de las especies más comunes, indicando además su distribución conocida para Chile. En segundo lugar, también es de gran utilidad la publicación de la guía bibliográfica y de distribución de las diatomeas chilenas entre los 18°28'S y los 58°S. La primera parte, publicada por Rivera en 1983, comprende toda la información existente hasta mayo de 1982, y la segunda parte (Rivera *et al.* 1990) incluye las publicaciones y citas realizadas entre junio de 1982 y diciembre de 1988. El tercer aspecto a mencionar es la publicación de un índice bibliográfico de las diatomeas de Chile (Rivera 2000), que contiene 197 referencias bibliográficas correspondientes a especies marinas y de aguas continentales para el período 1840-2000.

GRUPOS DE ESPECIALISTAS CHILENOS Y NIVEL DE CONOCIMIENTO

En Chile no podemos decir que existen “grupos” de especialistas en taxonomía de diatomeas de aguas continentales. Tampoco se puede considerar como un experto en la taxonomía de este grupo a investigadores que se ven en la obligación de determinar las especies presentes en sus muestras para poder llegar a conclusiones ecológicas. En su mayoría, carecen de la experiencia taxonómica y no cuentan con las herramientas adecuadas para determinar correctamente las especies, tema, al que me referiré más adelante. De esta forma, solamente el grupo radicado en el Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción tiene amplia experiencia en morfología y taxonomía de diatomeas (marinas y dulceacuícolas). Por más de cuarenta años ha centrado su quehacer profesional en este tipo de estu-

dios, y muy especialmente durante las últimas décadas, en la revisión de las familias y géneros presentes en las aguas chilenas. Por otra parte, son muy pocos los investigadores jóvenes que se interesan por este tipo de estudios, y generalmente luego de algunos años se dedican principalmente a investigaciones ecológicas. Con respecto a investigadores extranjeros que estén estudiando actualmente material diatomológico chileno, conozco solamente el caso de la Dra. Nora I. Maidana (Universidad de Buenos Aires, Argentina). Recientemente, Sala & Maidana (2003) publicaron sobre el material tipo de una diatomea descrita por Frenguelli para la zona de Atacama. En una publicación del Centro de Ecología Aplicada Ltda., Santiago, Carolina Díaz y Nora Maidana (2005) se refieren a algunos géneros de diatomeas presentes en los salares Atacama y Punta Negra, II Región, Chile.

Nuestro conocimiento actual de la flora diatomológica de aguas continentales es escaso y erróneo. Es escaso pues los trabajos realizados hasta la fecha se refieren a determinadas zonas del país, siendo escasos o inexistentes en otras áreas. Permanecen aún sin estudiar numerosos cuerpos de aguas continentales ubicados tanto en la zona norte como sur del país, en el área de los salares nortinos y en las islas oceánicas (Isla de Pascua, Archipiélago de Juan Fernández, etc.). Además, ya he mencionado que muchas de estas publicaciones consisten en simples listas de especies, carentes de toda información relacionada con los caracteres que tipifican esos taxa. Nuestro conocimiento de la flora diatomológica chilena es también inexacto, debido a que muchos de los taxa señalados han sido erróneamente determinados. Este es un aspecto de gran relevancia debido a que muchas especies de diatomeas se utilizan como bioindicadores al encontrarse en masas de aguas con características físico-químicas particulares. De esta forma, ningún estudio biológico puede ser realizado si no se conoce con exactitud los organismos con los cuales se está trabajando, siendo absolutamente necesaria una correcta determinación de las especies. Determinar significa que cuando ya está constituido el sistema de clases, órdenes, familias, etc., se estudia un vegetal con la finalidad de encontrar la familia, el género o la especie a la que corresponde, es decir, encontrar el nombre científico de la especie. Es una etapa que no se puede evitar; y de hacerlo equivocadamente, las conclusiones finales de la investigación pueden ser erróneas y no com-

parables con otras. La correcta determinación de las especies exige cumplir con una serie de requisitos, la mayoría de los cuales no siempre se cumplen en las investigaciones que se realizan en nuestro país. Destaco tres de ellos: 1) Carencia de una biblioteca especializada. Así, la mayoría de las determinaciones a nivel de especie se llevan a cabo sobre la base de un mínimo de literatura y por simple comparación con algún dibujo o fotografía. 2) Uso de técnicas e instrumental inadecuados. Para su correcta visualización en el microscopio fotónico, las diatomeas requieren de técnicas especiales de fijación, teñido y montaje de las preparaciones permanentes. Generalmente se han utilizado microscopios fotónicos carentes de condensadores y objetivos de alta calidad, que no permiten visualizar adecuadamente las características morfológicas con valor taxonómico y la microscopía electrónica, fundamental para asegurar una certera determinación de los taxa, es utilizada solamente por el grupo radicado en Concepción. 3) Colecciones. Es fundamental que el material estudiado en una investigación sea citado en el texto y depositado en una colección institucional que permita a otros investigadores verificar, comparar o modificar los resultados obtenidos. En Chile esto lo realiza solamente el grupo de Concepción, y el material depositado en la Colección Diatomológica de la Universidad de Concepción es solicitado casi exclusivamente por investigadores extranjeros.

DIVERSIDAD DE GÉNERO Y ESPECIE

Desde 1844 a la fecha se han publicado aproximadamente 77 artículos relacionados con la flora diatomológica continental de Chile (Rivera 1983; Rivera *et al.* 1990; Rivera 2000), que comprenden un total aproximado de 962 taxa (entre especies, variedades y formas). El número de familias y géneros es aún impreciso. Durante los últimos años, y sobre la base de los mayores antecedentes obtenidos con técnicas de microscopía electrónica, muchas familias y géneros han sido subdivididos, aumentando así el número de taxa (Round *et al.* 1990; Rumrich *et al.* 2000). Como se mencionó anteriormente, la información se concentra en tres áreas del país: la zona central, el área de Concepción y alrededores, y la Región de los Lagos en el sur del país.

La mayoría de estas especies tienen el carácter de cosmopolitas, y son pocas las que se presentan solamente en determinados lugares, bajo condiciones ambienta-

les muy particulares. En la publicación de Rumrich *et al.* (2000), al estudiar más de 350 muestras recolectadas en la Cordillera de los Andes, desde Venezuela a la Patagonia, se citan más de 374 taxa cosmopolitas, y no se encontraron especies endémicas.

COLECCIONES DE REFERENCIA

Ya se mencionó que la única colección diatomológica existente en Chile está ubicada en el Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción. Esta colección, conocida internacionalmente con la sigla DIAT-CONC, está formada por 7.000 preparaciones permanentes y 3.221 muestras líquidas, perfectamente ordenadas y catalogadas, y a disposición de todos los interesados en el tema. Incluye los tipos o isotipos de todos los taxa descritos por los investigadores nacionales y extranjeros para las aguas chilenas.

También existe material chileno depositado en algunas colecciones extranjeras. En la Colección diatomológica de la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia, Estados Unidos, existen 128 preparaciones correspondientes al material original usado por C. Boyer, P.T. Cleve & J.D. Moeller, J.A. Schulze y por H.L. Smith (Rivera & Gebauer 1989). En la colección Diatomológica de F. Hustedt (Alfred Wegener Institute for Polar & Marine Research, Alemania), hay material chileno proveniente de diversos puntos del país, y en la Colección de G. Krasske (Naturkunde-Museum der Stadt Kassel, Alemania) está todo el material que este autor recolectó principalmente en la zona sur de Chile.

Nuevas colecciones deberían estructurarse en los principales centros de investigación del país. La carencia de colecciones y la no citación del material en las publicaciones no es un problema exclusivo de Chile, ni de los países subdesarrollados, situación que debería ser corregida al más corto plazo.

CONCLUSIONES

De acuerdo con lo expuesto sobre el estado actual de las investigaciones relacionadas con las diatomeas de aguas continentales de Chile, se puede indicar lo siguiente:

1. Solamente el grupo radicado en Concepción ha realizado estudios netamente taxonómicos. Los restantes investigadores, con la finalidad de estudiar

aspectos ecológicos o poblacionales, han entregado listas de los taxa encontrados, sin mayor información sobre las características que los tipifican, dibujos o información morfométrica.

2. Los estudios se han concentrado principalmente en tres áreas: zona central, área de Concepción, y la Región de los Lagos en el sur del país. Existen por lo tanto numerosos sistemas acuáticos, costeros y de la alta cordillera que permanecen totalmente inexplorados.

3. El conocimiento actual de la flora diatomológica es inexacto, pues muchos de los taxa señalados para el país han sido erróneamente determinados. Se considera como causales de este hecho a la carencia de literatura especializada y a la utilización de técnicas y de instrumental inadecuados.

4. No citar el material estudiado y no depositarlo en una colección institucional, son errores cometidos habitualmente en Chile que impiden o dificultan posteriores revisiones.

Con la finalidad de revertir esta situación, se propone:

1. Incluir a especialistas de reconocido prestigio en los proyectos de investigación que se llevan a cabo en nuestro país para que realicen las determinaciones genéricas y específicas de las diatomeas.

2. Incentivar la formación de especialistas en taxonomía de diatomeas. Esto se podría lograr mediante la realización de cursos intensivos de adiestramiento que obligatoriamente requieren del apoyo económico de grandes instituciones.

3. Confeccionar un manual actualizado de los principales géneros y especies de diatomeas chilenas, que permita a los investigadores una segura determinación de los taxa.

4. Facilitar el uso de equipos de alto costo (microscopios electrónicos).

5. Citar el material estudiado en las publicaciones, y depositarlo en colecciones institucionales.

BIBLIOGRAFIA

ASPREY, G.F., K. BENSON-EVANS & J.E. FURET. 1964. A Contribution to the Study of South American Fresh-water Phytoplankton. *Gayana Botanica* 10: 1-18, 2 Pls.

CAMPOS, H., E. BUCAREY & J.N. ARENAS. 1974. Estudios limnológicos del Lago Riñihue y Río Valdivia (Chile). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 48: 47-67.

CAMPOS, H., J. ARENAS, W. STEFFEN, C. ROMAN & G. AGÜERO. 1982. Limnological study of Lake Ranco (Chile). Morphometry, physics, chemistry and plankton. *Archiv für Hydrobiologie* 94: 137-171.

CAMPOS, H., W. STEFFEN, G. AGÜERO, O. PARRA & L. ZUÑIGA. 1992. Limnological Studies of Lake Rupanco, Chile. Morphometry, Physics, Chemistry, Plankton and Primary Productivity. *Archiv für Hydrobiologie* 90: 85-113.

CLEVE, P.T. 1894-96. Synopsis of naviculoid Diatoms. *Kongliga Svenska Vetenskaps-akademiens Handlingar* 26: 1-194, Pls. 1-5 (1894); 27: 1-219, Pls. 1-4 (1896).

CLEVE, P.T. 1900. Report on the Diatoms of the Magellan Territories. *Svenska Expeditionen till Magellanslanderna* 3: 273-282.

CLEVE-EULER, A. 1948. Süßwasserdiatomeen aus dem Feuerland. *Acta Geographica (Societas Geographica Fenniae)* 10: 1-61.

CRUCES, F., R. URRUTIA, A. ARANEDA, L. TORRES, M. CISTERNAS & W. VYVERMAN. 2001. Evolución trófica de la Laguna Grande de San Pedro (VIII Región, Chile) durante el último siglo, mediante el análisis de registros sedimentarios. *Revista Chilena de Historia Natural* 74(2): 407-418.

CRUCES, F., R. URRUTIA, O. PARRA, A. ARANEDA, H. TREUTLER, S. BERTRAND, N. FAGEL, L. TORRES, R. BARRA & L. CHIRINOS. 2006. Changes in diatom assemblages in an Andean lake in response to a recent volcanic event. *Archiv für Hydrobiologie* 165(1): 23-35.

DELLAROSSA, V., E. UGARTE & O. PARRA. 1976. Estudio limnológico de las lagunas Chica de San Pedro, La Posada y Lo Méndez. II. Aspectos cuantitativos del fitoplancton invernal y su relación con algunas características físicas y químicas del ambiente. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 50: 87-101.

DÍAZ, C. & N.I. MAIDANA, 2005. Diatomeas de los Salares Atacama y Punta Negra, II Región, Chile. Centro de Ecología Aplicada Ltda., Santiago, Chile, 146 pp.

DINGMAN, R. & K. LOHMAN. 1963. Late Pleistocene Diatoms from the Arica area, Chile. Professional Papers United states Geological Survey, Paper 475C, Art. 78: C69-C72.

DONOSO, T.G. & H.K. PHINNEY. 1988. The Phytoplankton of Lago Rupanco, Osorno, Chile. *Archiv für Hydrobiologie* 113: 189-211.

DORADOR, C., R. PARDO & I. VILA. 2003. Variaciones temporales, parámetros físicos, químicos y biológicos de un lago de altura: el caso del lago Chungará. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 15-22.

ESPINOSA, M. 1917. Los alerzales de Piuchué- Bacillarieae. *Boletín Museo Nacional de Chile* 10: 82-83.

ESPINOSA, M. 1923. Lista sistemática de algunas algas chilenas de agua dulce. *Revista Chilena de Historia Natural* 27: 93-96.

- FRENGUELLI, J. 1922. Resultados de la Primera Expedición a Tierra del Fuego. Diatomeas de Tierra del Fuego. Anales de la Sociedad Científica Argentina 94: 59-229.
- FRENGUELLI, J. 1924. Diatomeas de Tierra del Fuego. Anales de la Sociedad Científica Argentina 97: 247-248.
- FRENGUELLI, J. 1928. Sobre una diatomea nueva procedente de los trípolis de los salares chilenos. Revista Chilena de Historia Natural 32: 198-201.
- FRENGUELLI, J. 1929. Diatomme fossili delle conche saline del deserto cileno-boliviano. Bolletino della Societa Geologica Italiana 47: 185-236.
- FRENGUELLI, J. 1930a. Diatomeas contenidas en una muestra del trípoli de Calama. Revista Chilena de Historia Natural 34: 195-199.
- FRENGUELLI, J. 1930b. Diatomeas del trípoli de la Isla de Chiloé. Revista Chilena de Historia Natural 34: 98-100.
- FRENGUELLI, J. 1931. Análisis microscópico de una muestra del trípoli de Angostura (Provincia de Colchagua, Chile). Revista Chilena de Historia Natural 35: 9-14.
- FRENGUELLI, J. 1934. Diatomeas del trípoli de San Pedro de Atacama. Revista Chilena de Historia Natural 38: 159-163.
- FRENGUELLI, J. 1935. Análisis diatomológicos de trípolis chilenos. Revista Chilena de Historia Natural 39: 147-152.
- FRENGUELLI, J. 1938a. Diatomeas de la caliza de la cuenca de Calama en el desierto de Atacama. Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie), Sección Paleontología I: 3-34.
- FRENGUELLI, J. 1938b. Análisis microscópico del trípoli de Arica. Departamento de Minas y petróleo, Ministerio de Fomento, Santiago, N° 1780.
- FRENGUELLI, J. 1938c. Acerca de una muestra del trípoli de Tilti. Nota preliminar. Revista Chilena de Historia Natural 42: 156-159.
- FRENGUELLI, J. 1949. Diatomeas fósiles de los yacimientos chilenos de Tilti y Mejillones. Darwiniana 9: 97-157.
- GAY, C. 1854. Flora de Chile. Historia Física y Política de Chile. Botánica 8: 388-399. Paris.
- HUSTEDT, F. 1927. Fossile Bacillariaceen aus dem Loabecken in der Atacama-Wüste. Archiv für hydrobiologie und Planktonkunde 18: 224-251.
- KOCIOLEK, J. & E. STOERMER. 1988. Taxonomy, Ultrastructure and Distribution of *Gomphoneis herculeana*, *G. erianse* and closely Related Species (Naviculales: Gomphonemataceae). Proceeding of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 140: 24-97.
- KRASSKE, G. 1939. Zur Kiesalgenflora Südchiles. Archiv für Hydrobiologie 35: 349-468.
- KRASSKE, G. 1949. Subfossile Diatomeen aus dem Mooren patagoniens und Feuerlands. Suomalaisen Tiedeakatemia Toimituksia. Annales Academiæ Scientiarum Fennicæ, Sarja series A, IV, Biologica, V. 14, 94 S.
- KÜTZING, F.T. 1844. Die Kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen. Nordhausen, 152 S., 30 Taf.
- LÓPEZ, M. 1971. Principales géneros de diatomeas del Lago Vichuquén, Chile. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural 179: 6-15.
- LÓPEZ, M. 1980. Un nuevo subgénero de *Surirella* en sedimentos del salar de Carcote, Chile. Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural 281/282: 3-7.
- LLAÑA-GARIN, A. 1942. Contribución al estudio de las diatomeas chilenas. Anales de la Facultad de Filosofía y Educación, Universidad de Chile, Sección Biología, Cuaderno 1: 41-52.
- MONTECINO, V. & S. CABRERA. 1982. Phytoplankton activity and standing crop in an impoundment of Central Chile. Journal of Plankton Research 4: 943-950.
- MÜHLHAUSER, H.A., N. HREPIC, P. MLADINIC, V. MONTECINO & S. CABRERA. 1995. Water quality and limnological features of a high altitude andean lake, Chungará, in northern Chile. Revista Chilena de Historia Natural 68: 341-349.
- MÜLLER, O. 1909. Bacillariaceen aus Südpatagoniens. Engler's botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie 43: 1-40.
- NAVARRO, N. & S. AVARIA. 1971. Fitoplancton del Lago Peñuelas. Anales del Museo de Historia Natural 4: 287-338.
- PARRA, O., V. DELLAROSSA & E. UGARTE. 1976. Estudio limnológico de las lagunas Chica de San Pedro, La Posada y Lo Méndez. I. Análisis cuali y cuantitativo del plancton invernal. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 50: 73-86.
- PARRA, O., E. UGARTE & V. DELLAROSSA. 1981. Periodicidad estacional y asociaciones en el fitoplancton de tres cuerpos lénticos en la región de Concepción. Gayana Botánica 36: 1-35.
- PARRA, O., H. GONZÁLEZ & M. GONZÁLEZ. 1984. A comparison of epiphytic diatom assemblages attached to filamentous algae in lotic freshwater habitats of Chile. Gayana Botánica 41: 85-117.
- PARRA, O., H. CAMPOS, W. STEFFEN, G. AGÜERO, S. BASUALTO, D. AVILÉS & M. VIGHI. 1993. Estudios limnológicos del los lagos Icalma y Galletué: lagos de origen del Río Bio-Bio (Chile central). En: Faranda, F. & O. Parra (Eds.), Evaluación de la calidad del agua y ecología del sistema limnético y fluvial del Río Bio-Bio. Serie Monografías Científicas EULA, Vol 12, pp. 161-188.
- PARRA, O., S. BASUALTO, R. URRUTIA, D. AVILES & P. RIVERA. 1993. Composición taxonómica del fitoplancton y fitobentos del Río Bio-Bio, Concepción, Chile. En: Evaluación de la calidad del agua y ecología del sistema limnético y fluvial del Río Bio-Bio. (Eds. Faranda, F. & O. Parra), Serie Monografías Científicas EULA, Vol. 12, pp.189-216.
- PATRICK, R. 1961. Results of Research in the Antofagasta Ranges of Chile and Bolivia. II. Diatoms

- (Bacillariophyceae) from the alimentary tract of *Phoenicoparrus jamesi* (Schlater). Postilla, Yale Peabody Museum 49: 43-55.
- RIVERA, P. 1967. Algunas especies de *Melosira* Ag. en el Lago Ranco. Boletín Mensual del Museo Nacional de Historia Natural, Santiago 135: 3-9.
- RIVERA, P. 1969. Sinopsis de las diatomeas de la Bahía de Concepción, Chile. Gayana Botanica 18: 1-112.
- RIVERA, P. 1970. Diatomeas de los lagos Ranco, Laja y Laguna de San Pedro, Chile. Gayana Botanica 20: 1-25.
- RIVERA, P., O. PARRA & M. GONZÁLEZ. 1973. Fitoplancton del Estero Lengua, Chile. Gayana Botanica 23: 1-93.
- RIVERA, P. 1974a. Diatomeas de agua dulce de Concepción y alrededores. Gayana Botánica 28: 3-134.
- RIVERA, P. 1974b. Diatomeas de la Laguna Verde del Parque Hualpén, Chile. I. Interesantes representantes del género *Attheya* (West, 1860). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 47: 87-91.
- RIVERA, P. 1974c. Diatomeas epifitas en *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss recolectada en la costa chilena. Gayana Botanica 25: 1-115.
- RIVERA, P. & D. ARCOS. 1975. Diatomeas más comunes en la desembocadura del Río Bio-Bío. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 49: 223-230.
- RIVERA, P. 1983. A Guide for References and Distribution for the Class Bacillariophyceae in Chile between 18°28'S and 58°S. Bibliotheca Diatomologica Vol. 3, 386 pp.
- RIVERA, P. 1985. Nuevo registro de *Thalassiosira weissflogii* (Grunow) Fryxell & Hasle (Bacillariophyceae) para Chile. Gayana Botánica 42: 51-56.
- RIVERA, P. 2000. Índice bibliográfico de las diatomeas (Bacillariophyceae) de Chile. Gayana Botanica 57: 19-27.
- RIVERA, P. & H. VALDEBENITO. 1979. Diatomeas recolectadas en las desembocaduras de los ríos Chivilingo, Laraquete y Carampangue, Chile. Gayana Botanica 35: 1-99.
- RIVERA, P., O. PARRA, M. GONZÁLEZ, V. DELLAROSSA & M. ORELLANA. 1982. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. IV. Bacillariophyceae. Editorial Universidad de Concepción, 97 pp., 15 Láms.
- RIVERA, P. & M. GEBAUER. 1989. Diatomeas chilenas en las colecciones de Boyer, Cleve & Möller, Schulze y Smith, depositadas en la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia, Estados Unidos. Gayana Botanica 46: 89-116.
- RIVERA, P., M. GEBAUER & H.L. BARRALES. 1990. A Guide for References and Distribution for the Class Bacillariophyceae in Chile between 18°28'S and 58°S. Part II. Data from 1982 to 1988. Gayana Botanica 46: 155-198.
- RIVERA, P., F. CRUCES & I. VILA. 2003a. Primera cita de *Stephanodiscus agassizensis* Håkansson & Kling (Bacillariophyceae) en Chile. Gayana Botanica 59: 79-86.
- RIVERA, P., F. CRUCES & I. VILA. 2003b. *Cyclotella ocellata* Pantocsek (Bacillariophyceae): Primera cita en Chile y comentarios sobre su variabilidad morfológica. Gayana Botanica 60: 123-131.
- RIVERA, P. & F. CRUCES. 2005. *Stephanodiscus kuetzingii* Klee & Casper (Bacillariophyceae) from living material collected in Rapel Reservoir, Central Chile. Diatom Research 20: 163-170.
- ROUND, F.E., R.M. CRAWFORD & D.G. MANN. 1990. The Diatoms. Biology & Morphology of the Genera. Cambridge University Press, 747 pp.
- RUMRICH, U., H. LANGE-BERTALOT & M. RUMRICH. 2000. Diatomeen der Anden von Venezuela bis Patagonien/Feuerland. En: H. Lange-Bertalot (Ed.), Iconographia Diatomologica Vol. 9, 673 pp., A.R.G. Gantner Verlag K.G.
- SALA, S.E. & N.I. MAIDANA. 2003. Morphology and Taxonomy of *Amphora atacamae* Frenguelli (Bacillariophyceae). Diatom Research 18: 69-78.
- TAPIA, P.M., E.C. THERIOT, S. FRITZ, F. CRUCES & P. RIVERA. 2004. Distribution and morphometric analysis of *Cyclostephanos andinus* comb. nov., a planktonic diatom from the Central Andes. Diatom Research 19: 311-327.
- THOMASSON, K. 1955. Studies in South American Freshwater Plankton. 3. Plankton from Tierra del fuego and Valdivia. Acta Horti Gothoburgensis 19: 193-225.
- THOMASSON, K. 1963. Araucarian Lakes. Acta Phytogeographica Suecica 47: 1-139.
- TORO, J. 1984. Determinación de las fluctuaciones mensuales de la abundancia y de la biomasa fitoplanctónica en el Estuario del Río Queule (Chile, IX Región). Revista de Biología Marina Valparaíso 20: 23-37.
- VILA, I., I. BARENDIS & V. MONTECINO. 1987. Abundancia y distribución temporal del fitoplancton en el Embalse Rapel, Chile Central. Revista Chilena de Historia Natural 60: 37-55.
- VILA, I., M. CONTRERAS & J. PIZARRO. 1997. Eutrophication and phytoplankton selective responses in a temperate reservoir. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie 26: 798-802.
- VILA, I., M. CONTRERAS, V. MONTECINO, J. PIZARRO & D. ADAMS. 2000. Rapel: A 30 years temperate reservoir. Eutrophication or contamination ?. Archiv für Hydrobiologie 55: 31-44.
- ZÚNIGA, L., P. DOMÍNGUEZ & M. CARVAJAL. 1986. Distribución espacio-temporal del fitoplancton de la Laguna El Plateado (Valparaíso, Chile). Anales del Museo de Historia Natural, Valparaíso 16: 41-54.

Fecha de recepción: 02.07.05

Fecha de aceptación: 04.11.05