

LAS INVESTIGACIONES SOBRE LA FLORA DIATOMOLOGICA MARINA DE CHILE: ANTECEDENTES HISTORICOS, ESTADO ACTUAL Y PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA TAXONOMIA DEL GRUPO

Research on Chilean marine diatom flora: historical background, present status and taxonomic problems

P. RIVERA R.*

RESUMEN

Hasta 1965 la información existente sobre la flora diatomológica marina de Chile provino de las publicaciones de investigadores extranjeros quienes, esporádicamente, analizaron algún material recolectado en el país. A partir de esta fecha se fueron consolidando en Chile tres grupos de investigadores (en Valparaíso, Concepción y Punta Arenas) quienes han publicado activamente sobre esta clase de microalgas.

Sin embargo, el conocimiento de esta flora es aun muy escaso, y poco exacto, pues muchos de los taxa señalados, especialmente durante las últimas décadas, han sido erróneamente determinados. Se considera como causales de este hecho la carencia de literatura especializada y la no utilización de técnicas y de instrumental de investigación adecuado. La no citación del material estudiado y su no depositación en una colección institucional o privada, son errores cometidos usualmente en el país, que impiden o dificultan posteriores revisiones.

Se señala las características generales del grupo de ficología del Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción, sus objetivos y las investigaciones en desarrollo relacionadas con la clase Bacillariophyceae.

ABSTRACT

Up until 1965 scientific information about marine diatoms of Chile was to be found in publications produced by foreign investigators, who have had only sporadic opportunity to examine material collected off the Chilean coast.

Since 1966 this situation has been completely changed, with the establishment of three groups of local investigators in Valparaíso, Concepción and Punta Arenas.

In spite of the prolific activity of these local scientists, knowledge about diatoms is still limited and, in some instances, not very reliable. In fact many of the taxa described, particularly during the last decades, has been erroneously identified.

*Departamento de Botánica, Universidad de Concepción.

It is assumed that lack of appropriated literature, equipment and techniques may be responsible for misleading information. Many of the publications omit appropriate identification of sites of collection and/or deposit of the specimens. This situation makes it difficult or simply prevents subsequent revisions of the material described by other authors.

This paper provides general information about the activities of phycologists at the Department of Botany, University of Concepción, Chile, stressing the aims of the group and describing the research projects presently underway, in particular, the studies of the Bacillariophyceae.

Keywords: Diatoms. Marine flora. Taxonomy. Chile. Southeastern Pacific.

ANTECEDENTES HISTORICOS

Desde mediados del siglo pasado, el mundo científico empezó a recibir información sobre las bellas y caprichosas formas de diatomeas presentes en aguas chilenas.

Las publicaciones de diferentes científicos extranjeros incluían, esporádicamente, el análisis de algunas muestras recolectadas en el país. Entre ellos debe mencionarse a F. T. Kuetzing, que en su publicación de 1844, "Die Kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen", señala varios taxa para la Bahía de Valparaíso. La información relativa a Chile de esta obra fue recopilada por C. Montagne y publicada en 1854 en el volumen 8 de la obra de C. Gay: "Flora de Chile". C. G. Ehrenberg incluye también en sus obras aparecidas en 1848 y 1856 a algún material chileno. En la Monumental obra de A. Schmidt y colaboradores, "Atlas der Diatomaceen-Kunde" (1874-1959), obra fundamental para el estudio de este grupo, se ilustra algunos taxa recolectados en Chile. G. de Toni y D. Levi, publican en 1884 sobre material recolectado en el Estrecho de Magallanes y sus alrededores; P. Petit (1889), lo hace en base a muestras obtenidas en Cabo de Hornos, y P. T. Cleve analiza en 1900 material proveniente del Estrecho de Magallanes.

La mayoría de los trabajos anteriormente mencionados presentan un común denominador: los autores entregan generalmente sólo listas de los taxa encontrados, o simplemente esquemas sin hacer mayores descripciones o comentarios de ellos, y usualmente, una información muy ambigua sobre el origen de las muestras.

En los últimos cincuenta años, las publicaciones de científicos extranjeros, que de alguna forma contemplan material diatomológico chileno, se refieren principalmente a la taxonomía de estas algas. A diferencia de lo ocurrido en el siglo pasado, se entrega ahora, en la mayoría de los casos, una información bastante más completa sobre los taxa encontrados, incluyéndose descripciones, dibujos y/o fotomicrografías.

Algunos de estos trabajos se refieren sólo esporádicamente a especies que se distribuyen en la costa chilena. Son en general revisiones de floras o de géneros, como los trabajos de F. Hustedt (1931-1966), de H. Koerner (1970), de B. Hasle (1976), de G. Hasle y B. R. Heimdal (1970) y de G. Fryxell y G. Hasle (1977).

En otras publicaciones se analiza el fitoplancton, o específicamente las diatomeas de un determinado sector del Pacífico Sur. E. Balech

publica en 1962 sobre el material de las expediciones Norpac y Downwind del Instituto Scripps de Oceanografía, algunas de cuyas muestras fueron recolectadas en aguas chilenas. G. Hasle hace en 1969 un análisis general del fitoplancton del Pacífico Sur según muestras recolectadas por la Expedición "Bratlogg de 1947-1948. J. Fenner y colaboradores también se refieren en su publicación de 1976 a la composición del fitoplancton del Pacífico Sur. Un gran aporte al conocimiento de la flora diatomológica marina de Chile lo constituyen los trabajos de N. I. Hendey y G. Krasske. El primero publica en 1937 sobre las muestras recolectadas por la Expedición Discovery, varias de ellas obtenidas muy cerca de nuestro litoral. G. Krasske, en sus trabajos de 1939 y 1941, analiza las diatomeas de gran parte del litoral, como también de aguas continentales.

Las investigaciones llevadas a cabo por científicos nacionales comenzaron a tomar importancia a partir de 1965. Con anterioridad a esta fecha se conocía solamente el informe de P. Yáñez (1948), quien confeccionó una lista de los principales géneros de diatomeas existentes en la Bahía de Valparaíso. En 1965 entrega S. Avaria un completo panorama de las diatomeas de dicha bahía. El análisis de los taxa comprende descripciones, comentarios y dibujos; se informa además sobre las variaciones de abundancia relativa que ellos experimentan a través del año. En 1966 R. Meyer analiza el fitoplancton del Paso de Drake, y en 1969 P. Rivera informa sobre las diatomeas de la Bahía de Concepción.

ESTADO ACTUAL

Existen actualmente en Chile tres grupos de investigadores que están publicando activamente sobre diatomeas marinas, aunque con una distinta orientación.

El primero, y más antiguo de estos grupos, lo constituye el formado por S. Avaria y colaboradores en la Estación de Biología Marina de Montemar, hoy parte de la Universidad de Valparaíso. Las publicaciones aquí originadas se refieren a dos aspectos del fitoplancton: (1) a las variaciones mensuales del fitoplancton de la Bahía de Valparaíso (Avaria 1965, 1971, 1975; Avaria y Orellana 1975; Alvial y Avaria 1981), y (2) al estudio de diversos fenómenos de marea roja producidos tanto en la Bahía de Valparaíso (Avaria 1970) como en otros lugares de la costa central (Avaria 1976). El grupo ha publicado esporádicamente sobre el fitoplancton de otras zonas del litoral (Puerto Montt-Aysén, Avaria 1970), y actualmente ha centrado su atención en el fitoplancton de la zona norte.

El segundo grupo está radicado en el Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción, con una orientación más taxonómica. Sus primeras publicaciones se refieren a las diatomeas de zonas cercanas a Concepción, y entregan descripciones, comentarios, dibujos y/o fotomicrografías de los taxa encontrados. Corresponden a los trabajos de P. Rivera (1969) sobre las diatomeas de la Bahía de Concepción, de P. Rivera y D. Arcos (1975) en el área de la desembocadura del río Bío Bío, de P. Rivera, O. Parra y M. González (1973) sobre el fitoplancton del Estero Lengua; de P. Rivera y H. Valdebenito (1979) sobre las diatomeas recolectadas en las desembocaduras de los ríos Chivilingo, Laraquete y Carampangue. En otra publicación del año 1974, informa Rivera sobre las diatomeas

epífitas en *Gracilaria verrucosa* recolectada a lo largo de gran parte del litoral chileno. La orientación netamente taxonómica de este grupo se empieza a reflejar en el trabajo de Rivera (1973) al comentar y describir nuevos taxa para la Bahía de Concepción, carácter que se reafirma en sus publicaciones de 1975, (sobre *Amphipleura rutilans*, una especie muy poco conocida para el país), de 1979, (donde se utiliza por primera vez técnicas de microscopía electrónica) y de 1981, al hacer la revisión de las especies chilenas del género *Thalassiosira*.

Como un tercer grupo dedicado al estudio de las *Bacillariophyceae* de Chile debe considerarse a aquél del Instituto de la Patagonia, Punta Arenas, aunque su productividad en este campo no es muy continua. Su orientación es similar a la de Valparaíso, es decir, (1) el estudio general del fitoplancton, de la zona austral (Guzmán y Campodónico 1972, Lembeye y colaboradores 1975, 1978) y (2) estudios relacionados con discoloraciones y florecimientos tóxicos (Campodónico y colaboradores 1975, Guzmán y Lembeye 1975, Guzmán y Campodónico 1978).

Aparte de estos tres grupos, otros investigadores nacionales han publicado ocasionalmente sobre diatomeas marinas de Chile. Es el caso de R. Meyer, que en 1970 se refiere al fitoplancton de la Operación Oceanográfica Mar Chile V, de Montecino y Lopehandía (1972) sobre las diatomeas predominantes del fitoplancton de la Bahía de San Antonio y de Rodríguez, 1976, sobre mareas rojas producidas en el norte del país.

Aunque las investigaciones anteriormente mencionadas significan un gran avance en el conocimiento de la flora diatomológica nacional, éste es aún muy escaso. El problema se visualiza claramente en los trabajos sobre biogeografía de este grupo de algas, por ejemplo en el de Hasle, 1976, donde se entrega una reducida información de los taxa presentes a lo largo de la costa chilena y, en general, de toda la costa sudamericana.

PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA TAXONOMIA DEL GRUPO

El conocimiento actual sobre los taxa que integran la flora diatomológica de Chile no solamente es escaso, sino también poco exacto, pues muchos de los taxa señalados para el país han sido erróneamente determinados.

La correcta identificación de microorganismos exige varios requisitos: una buena biblioteca, una buena colección, instrumental adecuado, etc. Desgraciadamente, estos tres elementos básicos no se encuentran en todos los institutos y centros de investigación del país. Al utilizarse una fracción de la información existente se produce indudablemente un desmedro en la calidad de la investigación. En varias oportunidades el instrumental y los métodos utilizados han sido totalmente inadecuados. A menudo no se emplean técnicas de montaje adecuados para la correcta visualización, en el microscopio fotónico, de las estructuras silíceas del frústulos (Hyrax, Pelurax, etc.). He visto así determinar especies en un microscopio invertido Uthermöhl con el material depositado en una cubeta de conteo. Se ha aplicado por lo tanto el criterio empleado a comienzos de siglo, cuando la separación de los taxa se basaba principalmente, en la forma de las valvas, número y forma de los cloroplastos, etc.

Con la utilización de la microscopía electrónica se ha logrado en los últimos años un avance considerable en relación al conocimiento de la morfología de los distintos grupos de organismos. Una serie de nuevas características han sido descritas para el frústulo de las diatomeas, demostrando ser constantes, dentro de un cierto rango, para géneros y/o especies, por lo que se las utiliza en la taxonomía moderna con un valor de fundamental. Indudablemente, el costo y mantención de un microscopio electrónico es un carácter privativo para muchos institutos y centros de investigación. Se debe hacer notar sin embargo, que una gran parte de los caracteres perfectamente visibles con microscopía electrónica, también son reconocibles en el microscopio fotónico cuando se utiliza todas sus técnicas y sobre todo, cuando se sabe qué es lo que hay que observar. Indudablemente, para el estudio de diatomeas de reducido tamaño, como las especies del género *Minidiscus*, algunas taxa del género *Thalassiosira*, etc., cuyas valvas no sobrepasan los 2 a 8 μm en diámetro, el uso de estos equipos electrónicos es inevitable.

Una de las condiciones básicas de toda investigación es que sus resultados sean reproducibles, lo cual desgraciadamente, no se cumple en muchos de los trabajos publicados en Chile sobre diatomeas. ¡Es fundamental que el material estudiado sea citado y depositado en un centro de seriedad! Una colección da la posibilidad para que otros investigadores, con mejores técnicas y equipos, mejoren y/o corrijan las descripciones existentes, enriqueciéndose así, el conocimiento sobre nuestras especies.

EL GRUPO DE FICOLOGIA DEL DEPARTAMENTO DE BOTANICA DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

Con la finalidad que los grupos de jóvenes que recién se inician en el estudio de estas interesantes algas no cometan los errores anteriormente señalados, he creído conveniente indicar las características del centro de ficología del Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción. Es nuestra intención cooperar abiertamente con todos los investigadores nacionales, no sólo para mejorar el nivel de nuevos centros, sino que también, para incorporar nuevos investigadores en el cultivo de esta disciplina.

Entre las características generales del grupo de Concepción destacan las siguientes:

1. Las especialidades de los investigadores que lo forman abarcan las principales divisiones de microalgas, tanto marinas como dulceacuícolas.
2. Varios de sus miembros han obtenido su especialización, y posterior grado académico, en centros europeos y americanos de prestigio internacional.
3. Desde el inicio de sus actividades el grupo volcó sus esfuerzos para contar con una adecuada bibliografía básica y especializada. Es así como como en la actualidad la biblioteca algológica de este Departamento es una de las más completas de sudamérica.
4. Se cuenta con excelentes laboratorios de investigación. Cabe destacar aquí, que a partir de 1977 se puso a disposición de los investigadores

de esta universidad un microscopio electrónico de transmisión, y en 1980, uno de barrido. Esta complementación investigador-equipos está permitiendo realizar investigaciones de igual nivel a aquellas que se desarrollan en grandes centros extranjeros.

5. La permanencia de investigadores de este Departamento en centros de investigación de reconocido prestigio (Instituto de Investigaciones Marinas de Bremerhaven, Alemania Federal; Museo Británico, Inglaterra; Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia, U.S.A.; Museo Botánico Berlin-Dahlem, Alemania Federal, etc.), ha permitido el trabajo directo con el material tipo depositado en dichas instituciones, lo cual es fundamental para los estudios taxonómicos. La colección diatomológica del Departamento de Botánica de esta Universidad (DIAT-CONC) cuenta en la actualidad con aproximadamente 3.500 preparaciones permanentes y 2.000 muestras líquidas. Se trata principalmente de material recolectado en el país, en diferentes años y por distintas expediciones. La colección incluye todos los tipos de los taxa descritos por los investigadores nacionales, como también gran parte del material utilizado por científicos extranjeros para sus publicaciones sobre Chile (Hendey, 1937; Krasske, 1939 y 1941; Balech 1962; Hasle y Heimdal, 1970, etc.). Gracias a donaciones o canje esta colección cuenta también con numeroso material diatomológico recolectado en otros océanos.

Las investigaciones sobre diatomeas que se están llevando a cabo en la Universidad de Concepción tienen como objetivo principal conocer los taxa que están formando realmente parte de la microflora marina. Se ha iniciado así la revisión de aquellos géneros que tienen una importancia especial, ya sea por la abundancia con que se presentan sus especies, o por su amplia distribución geográfica. Ya se mencionó anteriormente la publicación, en la colección Bibliotheca Phycologica, de la revisión del género *Thalassiosira* (Rivera, 1981), con la cual se demostró la importancia de realizar estas revisiones. Muchos taxa de este género señalados anteriormente para el país habían sido confundidos con otros; se amplió, además, el conocimiento sobre su real distribución geográfica y, se demostró la presencia de ciertos taxa que no habían sido señalados aún para el Pacífico Sur. En la actualidad se está terminando con la revisión del género *Chaetoceros* y recientemente ha sido aprobado por la Dirección de Investigación de esta universidad el Proyecto de Investigación "Las especies del género *Nitzschia* Hassall, Sección *Pseudonitzschia* (Bacillariophyceae) en las aguas marinas chilenas". Aparte de estas revisiones de géneros se ha publicado y se está trabajando en ciertas especies que son muy poco conocidas para el país y/o cuya morfología no ha sido aun estudiada con las técnicas modernas de microscopía electrónica. Se publicó así el trabajo "Contribución al conocimiento de las diatomeas chilenas. I" (Rivera, 1979), y en Agosto recién pasado se presentó en el Séptimo Symposium Internacional sobre Diatomeas Recientes y Fósiles, realizado en Filadelfia, el trabajo titulado "Contributions to the Diatom Flora of Chile. II" (Rivera and Koch). Se encuentra también terminada una Guía Bibliográfica y de distribución de las Diatomeas de Chile, que comprende los 1.529 taxa de este grupo señalados para el país hasta Mayo del presente año.

COMENTARIO FINAL

Los problemas anteriormente presentados, relativos a la taxonomía y a la metodología utilizada con los representantes de la clase Bacillariophyceae, constituyen en nuestro país una realidad que debe ser modificada al más corto plazo.

El autor de estas líneas pretende solamente hacer una crítica constructiva de cada una de las anomalías denunciadas. Se desea informar, principalmente, a las generaciones más jóvenes de investigadores, sobre los avances y los problemas que presentan las investigaciones nacionales sobre este grupo de microalgas. Aún queda mucho por hacer y deberá transcurrir largos años hasta que se conozca con exactitud los taxa que integran esta flora. Es indudable que un mayor incremento en este conocimiento será posible solamente con el esfuerzo mancomunado de los diferentes grupos de trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer sinceramente al Dr. Oscar Matthei y al Dr. Oscar Parra, Universidad de Concepción, por la revisión crítica de este manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- Avaria, S., 1965. Diatomeas y Silicoflagelados de la Bahía de Valparaíso. *Revista de Biología Marina*, 12 (1, 2 y 3): 61-119.
- Avaria, S., 1970. Fitoplancton de la Expedición del Doña Berta en la zona Puerto Montt-Aysén. *Revista de Biología Marina*, 14(2): 1-17.
- Avaria, S., 1970. Observación de un fenómeno de marea roja en la Bahía de Valparaíso. *Revista de Biología Marina*, 14(1): 1-5.
- Avaria, S., 1971. Variaciones mensuales del fitoplancton de la Bahía de Valparaíso. *Revista de Biología Marina*, 14(3): 15-43.
- Avaria, S., 1975. Estudios de Ecología Fitoplanctónica en la Bahía de Valparaíso. II. Fitoplancton 1970-1971. *Revista de Biología Marina*, 15(2): 131-148.
- Avaria, S., 1976. Marea Roja en la costa central de Chile. *Revista de Biología Marina*, 16(1): 95-111.
- Avaria, S. y E. Orellana, 1975. Estudios de Ecología Fitoplanctónica en la Bahía de Valparaíso. III. Fitoplancton 1972-1973. *Revista de Biología Marina*, 15(3): 207-226.
- Alvial, A. y S. Avaria, 1981. Proliferación de primavera del fitoplancton en la Bahía de Valparaíso. I. Condiciones meteorológicas y oceanográficas. *Revista de Biología Marina*, 17(2): 197-228.
- Balech, E., 1962. Tintinnoidea y Dinoflagellata del Pacífico según material de las expediciones Norpac y Downwind del Instituto Scripps de Oceanografía. *Revista del Instituto de Investigaciones de Ciencias Naturales de Buenos Aires. Zool.*, 7(1): 1-253, 26 láms.
- Campodónico, I., L. Guzmán y G. Lembeye, 1975. Una discoloración causada por el ciliado *Mesodinium rubrum* (Lohmann) en Ensenada Wilson, Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 6(1-2): 225-239.

- Cleve, P. T., 1900. Report on the Diatoms of the Magellan Territories. *Sevenska Expeditionen till Magellanslanderna*, 3(7): 273-282.
- De Toni, G., et D. Levi, 1884. Algae nonnullae quas in circumnavigationis itinere ad magellani fretum, anno 1884, legit A. Cuboni. *Bolletino della Societa Veneto-Trentina di scienze naturali*, 4(1): 1-4, Padova.
- Ehrenberg, C. G., 1848. Ueber zwei neue Genera kieselschaliger Polygastern aus dem Guano (*Hemiptychus* und *Entopyla*) und ueber die neue Art von Guano aus Patagonien welche das danische Schiff "Waldemar" 1847 gebracht hat. Bericht ueber die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der koenigliche preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin, S. 5-8, etc.
- Ehrenberg, C. G., 1856. Ueber zwei neue sudamerikanische Gebirgsmassen aus mikroskopischen Organismen, eine aus Meeresorganismen in Chile und eine als mit gefritteten süsswasser organismen gemischten vulkanischen essbaren Tuff aus Honduras in Centro-Amerika. Bericht ueber die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der koenigliche preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin, S. 425-431.
- Fenner, J., H. J. Schrader and H. Wienick, 1976. III. Diatom phytoplankton studies in the Southern Pacific Ocean, composition and correlation to the Antarctic convergence and its paleoecological significance. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 35: 757-813.
- Fryxell, G. and G. R. Hasle, 1977. The genus *Thalassiosira*: Some Species with a Modified Ring of Central Strutted Processes. *Nova Hedwigia*, Beih. 54: 67-98.
- Gay, C., 1854. *Flora de Chile. Historia Física y Política de Chile. Botánica*, 8: 388-393, Paris.
- Guzmán, L. e I. Campodónico, 1972. Fitoplancton de red en Puerto Edén, Chile (26 de Marzo al 2 de Abril de 1971). *Anales del Instituto de la Patagonia*, 3(1-2): 209-219.
- Guzmán, L. y G. Lembeje, 1975. Estudios sobre un florecimiento tóxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes. II. Algunas condiciones hidrográficas asociadas. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 6(1-2): 185-195.
- Guzmán, L. e I. Campodónico, 1978. Mareas Rojas en Chile. *Interciencia*, 3(3): 144-151.
- Hasle, G. R., 1969. An analysis of the phytoplankton of the Pacific Southern Ocean: abundance, composition and distribution during the "Bratæg" Expedition, 1947-1948. *Skrifter utgitt av det norske videnskaps-akademii i Oslo. Matematisknaturvidenskapelig klasse*, 52: 1-168.
- Hasle, G. R., 1976. Examination of Diatom Type Material: *Nitzschia delicatissima* Cleve, *Thalassiosira minuscula* Krasske and *Cyclotella nana* Hustedt. *British phycological Journal*, 11: 101-110.
- Hasle, G. R., 1976. The Biogeography of some marine planktonic diatoms. *Deep Sea Res.*, 23: 319-338.
- Hasle, G. R. and B. R. Heimdal, 1970. Some species of the Centric Diatom Genus *Thalassiosira* studied in the light and electron microscopes. *In Diatomaceae II, Friedrich Hustedt Gedenkband, Nova Hedwigia, Beih.* 31: 559-581, 15 pls.
- Hendey, N. I., 1937. The Plankton Diatoms of the Southern Seas. *Discovery Reports*, 16: 151-364, 8 pls.
- Hustedt, F., 1931-1966. Die Kieselalgen. *in L. Rabenhorst Kryptogamen Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz*, 7(2): 1-176 (1931); S. 177-320 (1932); S. 321-432 (1933); S. 433-576 (1933); S. 577-736 (1937); S. 737-845 (1959); 7(3): 1-816 (1961-1966).
- Koerner, H., 1970. Morphologie und Taxonomie der Diatomeengattung *Asterionella*. *Nova Hedwigia*, 20(3/4): 557-724.
- Krasske, G., 1939. Zur Kieselalgenflora Südchiles. *Archiv für Hydrobiologie*, 35: 349-468.

- Krasske, G., 1941. Die Kieselalgen des chilenischen Küstenplanktons. Archiv für Hydrobiologie, 38: 260-287.
- Kuetzing, F. T., 1844. Die Kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen. Nordhausen, 152 S. 30 Taf.
- Lembeye, G., L. Guzmán e I. Campodónico, 1975. Estudios sobre un florecimiento tóxico causado por *Gonyaulax catenella* en Magallanes. III. Fitoplancton asociado. Anales del Instituto de la Patagonia, 6(1-2): 197-208.
- Lembeye, G., L. Guzmán e I. Campodónico, 1978. Fitoplancton del sector oriental del Estrecho de Magallanes (5 al 13 de Abril de 1976). Anales del Instituto de la Patagonia, 9: 221-228.
- Meyer, R., 1966. Contribución al estudio del fitoplancton del Paso de Drake. Cuaderno I, Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso, pp. 41-82.
- Meyer, R., 1970. Algunas observaciones sobre las muestras de fitoplancton recolectadas en la Operación Marchile V, Febrero-Marzo, 1976. Investigaciones Marinas, 1(4): 71-92.
- Montecino, V. y J. Lopehandía, 1972. Diatomeas predominantes en el fitoplancton de San Antonio (1967-1968). Noticiero Mensual Museo Nacional Historia Natural, Santiago, 195-196: 4-12.
- Petit, P., 1889. Diatomées récoltées dans le voisinage du Cap Horn. Mission Scientifique du Cap Horn 1882-1883. Vol. V, 400 pp., 33 Pls., 3 Maps. (Diatomeas pp. 111-140). Gauthier-Villars et Dils, Paris.
- Rivera, P., 1969. Sinopsis de las Diatomeas de la Bahía de Concepción, Chile. Gayana, Bot., 18: 1-112, 24 Láms.
- Rivera, P., 1973. Diatomeas de la Bahía de Concepción, Chile. II. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, 46: 169-175.
- Rivera, P., 1974. Diatomeas epífitas en *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss recolectada en la costa chilena. Gayana, Bot., 25: 1-115, 16 Láms.
- Rivera, P., 1975. Diatomeas de la Bahía de Concepción, Chile. III. *Amphipleura rutilans* (Trentepohl) Cleve una diatomea muy poco conocida para la costa chilena. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, 49: 125-129.
- Rivera, P., 1979. Contribución al conocimiento de las diatomeas chilenas. I. Ciencia y Tecnología del Mar, CONA, 4: 27-40.
- Rivera, P., 1981. Beitrage zur Taxonomie und Verbreitung der Gattung *Thalassiosira* Cleve (Bacillariophyceae) in den Kuestengewassern Chiles. Bibliotheca Phycologica, 56: 1-222, 71 Taf.
- Rivera, P., Parra, O. y M. González, 1973. Fitoplancton del Estero Lengua, Chile. Gayana, Bot., 23: 1-93, 11 Láms.
- Rivera, P. y D. Arcos, 1975. Diatomeas más comunes en la desembocadura del río Bío-Bío. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, 49: 223-230.
- Rivera, P. y H. Valdebenito, 1979. Diatomeas recolectadas en las desembocaduras de los ríos Chivilingo, Laraquete y Carampangue, Chile. Gayana, Bot., 35: 1-99, 135 figs.
- Rivera, P. and P. Koch (en prensa). Contributions to the Diatom Flora of Chile. II. 7th DIATOM-SYMPOSIUM, Philadelphia.
- Rodríguez, L., 1976. "Marea Roja" en el Norte de Chile. Noticiero Mensual Museo Nacional Historia Natural, Santiago, 21(243-244): 6-8.
- Schmidt, A. et al, 1874-1959. Atlas der Diatomaceen-Kunde R. Reiland, Leipzig. Heft 1-120, Taf. 1-460 (Taf. 1-216, A. Schmidt; 213-216, M. Schmidt; 217-240, 1900-1901, F. Fricke; 241-244, 1903, H. Heiden; 245-246, 1904, O. Müller; 247-256, 1904-1905, F. Fricke; 257-264, 1905-1906, H. Heiden; 265-268, 1906, F. Fricke; 269-472, 1911-1959, F. Hustedt).
- Yáñez, P., 1948. Información preliminar sobre el ciclo anual del plancton superficial en la Bahía de Valparaíso. Revista de Biología Marina. I(1): 57-59.