

DIATOMEAS Y SILICOFLAGELADOS: INVESTIGACIONES TAXONOMICAS REALIZADAS EN CHILE Y PROBLEMAS EXISTENTES *

Patricio Rivera **

ABSTRACT. Diatoms and silicoflagellates: taxonomic investigations performed in Chile and extant problems.

Up to 1965 scientific information about these groups of microalgae was to be found in publications by foreign investigators, who have had only sporadic opportunities to examine material collected off the Chilean coast. Since 1966 this situation has completely changed, with the establishment of three local groups of investigators in Valparaíso, Concepción and Punta Arenas.

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

* Parte de este trabajo fue publicado en 1983 bajo el título de "Las investigaciones sobre la flora Diatomológica Marina de Chile: antecedentes históricos, estado actual y problemas relacionados con la taxonomía del grupo" (Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile, 54: 125-133).

** Departamento de Botánica, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Concepción, Chile.

INTRODUCCION

Desde hace 7 u 8 años he venido denunciando sistemáticamente en cada uno de mis trabajos, una serie de irregularidades que presentan la mayoría de las publicaciones realizadas por los investigadores nacionales. Estas irregularidades son tan importantes, que han trascendido más allá de nuestras fronteras territoriales, motivando a veces conceptos negativos por parte de investigadores con reconocido prestigio internacional.

Gran parte de lo que ahora expondré fue también presentado en las Segundas Jornadas de Ciencias del Mar realizadas en Concepción en septiembre de 1982. Por la gran diversidad de temas allí expuestos, el análisis efectuado probablemente no llegó a todos los especialistas nacionales que trabajan con fitoplancton marino. Hoy felizmente estamos prácticamente todos aquí. Es por eso que pretendo exponer a Uds. cada una de las anomalías existentes, y estoy seguro que, en la mesa redonda que seguirá a mi exposición, podremos encontrar el mejor camino, la mejor solución, para evitar futuras reite-raciones de ellas.

Lamentaría profundamente que, por el tenor de mis palabras, alguien se sintiera particularmente molesto. Pretendo hacer solamente una crítica constructiva, informando de los avances y problemas que presentan las investigaciones nacionales sobre estos dos grupos de microalgas marinas.

RESULTADOS

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

Las publicaciones de diferentes científicos extranjeros incluían, esporádicamente, el análisis de algunas muestras recolectadas en el país. Entre ellas 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". Ehrenberg

incluye también en sus obras aparecidas en 1848 y en 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 sobre la base de muestras obtenidas en Cabo de Hornos y P.T. Cleve analiza en 1900 material proveniente del Estrecho de Magallanes. En 1904, el Dr. Otto Zacharias, fundador de la Estación Limnológica de Plön, encargó al marino alemán Alfred Wahlmann que le recogiese muestras planctónicas de los mares del extremo de Sudamérica. El trabajo final, publicado en 1906, contiene el análisis de una muestra recolectada en abril del mismo año en la bahía de Valparaíso, donde se señala 10 taxa de diatomeas.

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, dando 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 Hasle (1976), de Hasle & Heimdal (1970) y de Fryxell & Hasle (1977).

En otras publicaciones se analiza el fitoplancton o específicamente las diatomeas de un determinado sector del Pacífico Sur Oriental. Enrique 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. Gretha Hasle hace en 1969 un análisis general del fitoplancton del Pacífico Sur según muestras recolectadas por la Expedición "Brategg" de 1947-1948. 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 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. Krasske, en sus trabajos de 1939 y 1941, analiza las diatomeas de gran parte del litoral, como también de aguas continentales. En 1972, Belyaeva estudia la distribución de diatomeas de gran tamaño en el Pacífico Sur-Oriental; algunas especies de los géneros *Coccinodiscus*, *Rhizosolenia* y *Ethmodiscus* son señalados para la zona norte de Chile.

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 Parmenio Yáñez (1948), quien confeccionó una lista de los principales géneros de diatomeas existentes en la bahía de Valparaíso. En 1965, Sergio Avaria entrega un completo panorama de las diatomeas de esa misma 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, Rose Marie Meyer analiza el fitoplancton del Paso de Drake, y en 1969 Patricio Rivera informa sobre las diatomeas de la bahía de Concepción.

Estos tres trabajos, y más que eso, sus autores, significan el punto de partida de grupos de trabajo que empiezan a dedicarse en forma intensa al estudio de las diatomeas chilenas. Gracias a la acción de estos grupos, otros investigadores tanto nacionales como extranjeros, se especializan en el campo de la planctología aumentándose así rápidamente el número de personas dedicadas a este tipo de estudios.

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 Avaria y colaboradores en el Instituto de Oceanología de la Universidad de Valparaíso. Las publicaciones aquí originadas se refieren a dos aspectos del fitoplancton marino: (1) a las variaciones mensuales del fitoplancton de la bahía de Valparaíso (Avaria 1965, 1971, 1975; Avaria & Orellana 1975; Avaria & Muñoz 1982; Alvial & Avaria 1981 y 1982), y (2) al estudio de diversos fenómenos de marea roja producidos

tanto en la bahía de Valparaíso (Avaria 1970; Avaria & Muñoz 1982b), como en otros lugares de la costa central (Avaria 1976, 1982). 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 (Avaria, Muñoz & Uribe 1982).

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. Corresponde a los trabajos de Rivera (1969) sobre las diatomeas de la bahía de Concepción, de Rivera & Arcos (1975) en el área de la desembocadura del río Bío-Bío, de Rivera, Parra & González (1973) sobre el fitoplancton del Estero Lenga; de Rivera & Valdebenito (1979) sobre las diatomeas recolectadas en las desembocaduras de los ríos Chivilingo, Laraquete y Carampangue. En otra publicación del año 1974 Rivera informa 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 en el país técnicas de microscopía electrónica para el estudio de microalgas), de 1981, al hacer la revisión de las especies chilenas del género *Thalassiosira*, y de 1983 al estudiar el subgénero *Phaeoceros* del género *Chaetoceros* (trabajo que se encuentra en prensa).

Como un tercer grupo dedicado al estudio de las diatomeas de Chile, debe considerarse a aquel del Instituto de la Patagonia, Punta Arenas, aunque su productividad en este campo no es muy continua. Su orientación ha sido similar a la de Valparaíso, es decir, (1) el estudio general del fitoplancton de la zona austral (Guzmán & Campodónico 1972, Lembeje y colaboradores 1975, 1978), y (2) estudios relacionados con discoloraciones y florecimientos tóxicos (Campodónico y colaboradores 1975, Guzmán & Lembeje 1975, Guzmán & Campodónico 1978, Lembeje 1981).

Aparte de estos tres grupos, otros investigadores nacionales han publicado ocasionalmente sobre diatomeas marinas de

Chile. En el caso de Meyer, que en 1970 se refiere al fitoplancton de la Operación Oceanográfica MARCHILE V, de Montecino & Lopehandía (1972) sobre las diatomeas predominantes del fitoplancton de la bahía de San Antonio y de Rodríguez (1966 y 1976) sobre mareas rojas producidas en el norte del país.

El conocimiento actual sobre los taxa de silicoflagelados que se distribuyen a lo largo de la costa chilena es considerablemente más escaso que el que tenemos acerca de las diatomeas. Existe aproximadamente una docena de trabajos donde se señalan especies para nuestra costa. En su gran mayoría estas investigaciones fueron realizadas por los tres grupos de trabajo anteriormente indicados (Valparaíso, Concepción y Punta Arenas), reafirmando así el concepto que son éstos los centros más activos del país.

El grupo de Avaria y colaboradores es, sin embargo, el que más ha publicado sobre estas microalgas con esqueleto geométrico silificado. En 1965 Avaria identifica a 3 taxa en muestras superficiales de la bahía de Valparaíso, volviendo a encontrarlas en el fitoplancton recolectado entre 1963 y 1966 (Avaria 1971). En el fitoplancton de primavera de 1977 encuentran (Alvial & Avaria 1982), y para el mismo lugar, a *Dictyocha speculum*, taxon que junto con *Dictyocha fibula* vuelve a ser señalado para el fitoplancton recolectado en 1979 (Avaria & Muñoz 1982). En 1970 Meyer encuentra para esta misma zona, pero más alejado de la costa a un taxon de silicoflagelado (*Dictyocha fibula*). El grupo de Montemar no solamente ha estudiado material proveniente de la bahía de Valparaíso. En 1970, al realizar Avaria el estudio del fitoplancton de la zona comprendida entre Puerto Montt y Aysén, encuentra a *Dictyocha speculum* a la altura de la Isla Grande de Chiloé. Recientemente, Avaria, Muñoz & Uribe (1982) señalan a *Dictyocha fibula* para la zona norte de Chile. En el mismo año, Rodríguez (1982), mediante el análisis de biodeposiciones de *Tagelus dombeii* y de los sedimentos recientes en que vive, encuentra en la zona de la bahía de Mejillones del Sur, a *Dictyocha fibula*, *Dictyocha speculum* y *Dictyocha octonaria*.

Los resultados sobre las investigaciones realizadas en aguas de la bahía de Concepción fueron publicados por Rivera (1969). Sobre la base de 87 muestras de plancton superficial recolectadas desde abril de 1965 a mayo de 1966, se señalan tres taxa de silicoflagelados para dicho lugar.

El grupo también ha sido encontrado en las aguas del extremo sur del país. Guzmán & Campodónico (1972) lo señalan en el fitoplancton de Puerto Edén (49°08'S), y Lembeye *et al.* (1978) en el sector oriental del Estrecho de Magallanes. En el fitoplancton asociado a discoloraciones o florecimientos tóxicos ha sido encontrado por Campodónico *et al.* (1975) en la zona de Ensenada Wilson (54°01'S), por Lembeye *et al.* (1975) en la Isla Clarence y por Lembeye (1981) en la Provincia de Última Esperanza (52°S). Aún más al sur, en el Paso de Drake, dos taxa de silicoflagelados fueron señalados por Meyer (1966).

Desde 1844 hasta 1982 se ha publicado 20 trabajos por especialistas extranjeros relativos a Bacillariophyceae de nuestra costa. El grupo de Valparaíso comienza a publicar en 1965 y hasta 1981 tenía 8 publicaciones. Estas son actualmente 12 ó 13. El grupo de Concepción inicia sus actividades con la publicación de 1969, y hasta 1982 tenía once, las que a la fecha han aumentado a 14 ó 15. El grupo de Punta Arenas tiene su primera publicación en 1975, con un total de 7 a 1978, y en la actualidad aproximadamente 10. Publicaciones esporádicas de otros investigadores nacionales hasta 1976 dan un total de 4 publicaciones.

Se puede apreciar por lo tanto, que en los últimos años ha habido un repunte notorio en el número de trabajos originados por los tres grupos principales enunciados.

En este análisis se han considerado solamente las publicaciones que cumplen con las condiciones exigidas por el Código de Nomenclatura Botánica (Capítulo IV), para tener el carácter de válidas, esto es: ser impresas y tener amplia distribución al público en general o, al menos, a las instituciones botánicas con bibliotecas. De esta forma se han dejado a un lado tesis de grado, unidades de investigación u otras similares efectuadas en los diferentes centros de educación superior del país.

Aunque las investigaciones anteriormente mencionadas significan un gran avance en el conocimiento de la flora nacional, este conocimiento 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 la autora entrega una reducida información de los taxa presentes a lo largo de la costa chilena, y en general, de toda la costa sudamericana. ¿Por qué ocurre esto? ¿Es que las publicaciones existentes sobre Chile no son suficientes para entregar una

información completa de los taxa que se distribuyen a lo largo de su costa, o existen además otros factores a considerar?. En mi opinión ambas preguntas deben ser contestadas afirmativamente.

El conocimiento es escaso pues los trabajos realizados hasta la fecha cubren principalmente la zona costera, litoral, siendo muy pocos los que han estudiado muestras oceánicas. Además, la gran mayoría de las publicaciones se refieren a determinadas zonas del país, siendo inexistentes o escasas para otras. Es así como hay mayor información de la flora diatomológica del extremo sur y de la zona central sur (Concepción-Valparaíso), siendo esta información muy escasa para el norte de Chile.

En realidad de todos los trabajos realizados por los investigadores nacionales y extranjeros con material chileno, y que he nombrado anteriormente, sólo algunos son netamente de carácter taxonómico, pues la gran mayoría, teniendo otros objetivos, se han limitado a dar simples listas de los taxa encontrados, sin entregar mayores antecedentes sobre ellos (por ejemplo dibujos, medidas, variaciones, etc.). En su gran mayoría los trabajos netamente taxonómicos han sido producidos por el grupo de Concepción.

El conocimiento actual sobre los taxa que integran la flora diatomológica de Chile (marina y dulceacuícola) no solamente es escaso, si no que también inexacto, pues muchos de los taxa señalados para el país han sido erróneamente determinados. Determinar significa que cuando ya está constituido el sistema en clases, órdenes, familias, etc., se estudia un vegetal con el objeto de hallar la familia, el género, la especie a que corresponde. A este estudio personal, suele llamársele "clasificar", lo cual es inadecuado. Clasificar significa disponer las plantas en clases. Cuando se trata de una planta nueva, se clasifica, se le fija sus límites y se la ordena en grupos. Cuando, habiendo sido ya clasificada se inquiere la familia, el género o la especie a que pertenece, no se clasifica, se determina.

La correcta determinación de microorganismos exige varios prerequisites, que desgraciadamente no se encuentran en todos los Institutos y Centros de Investigación del país, produciéndose entonces un indudable desmedro en la calidad de la investigación. Entre ellos considero fundamentales el contar con una buena biblioteca, utilizar técnicas e instrumental adecuado y poseer una buena colección o material de comparación.

I.- Biblioteca Especializada. Solamente una biblioteca muy completa permite al investigador conocer en forma precisa toda la historia del taxon en estudio, desde que fue creado, hasta los últimos avances, logrados a lo mejor mediante técnicas muy modernas (por ejemplo mediante microscopía electrónica). Indudablemente la carencia en Chile de literatura adecuada es una de las principales causas de las falsas determinaciones de los taxa. Diversos factores contribuyen a esto, siendo el principal el factor económico. Sabemos perfectamente lo dificultoso que se hace la adquisición de nuevo material bibliográfico. Los libros y revistas son en general de alto costo, en su gran mayoría deben ser canceladas en moneda extranjera, lo que por sí acarrea otra serie de problemas (hay veces que disponiendo de moneda nacional ésta no puede ser transformada en moneda extranjera). Mucha literatura, además, es difícil de conseguir, pues ha sido publicada hace mucho tiempo atrás y en revistas de difícil acceso. Sin embargo, no por eso pierden su importancia, ya que en ellos se han descrito muchos taxa, cuyas diagnósis deben ser conocidas al hacerse las revisiones actuales de familias y géneros. Otro problema que se presenta a menudo para el investigador, especialmente latinoamericano, es el no poder leer y entender los trabajos publicados por estar estos escritos en otros idiomas. La gran mayoría de las investigaciones sobre diatomeas y en general sobre microalgas han sido publicadas en idioma inglés o alemán, otro gran número de ellas se encuentra en ruso, japonés, etc. Si suponemos que la gran mayoría es capaz de comprender los textos publicados en inglés, no podemos esperar lo mismo para los otros idiomas. Mucha de la información existente no es por lo tanto aprovechada. En Chile es incluso difícil encontrar traductores que realicen el trabajo, y de lograrse es carísimo.

Gran parte de las determinaciones de taxa de diatomeas para Chile se han realizado sobre la base de un mínimo de literatura, y generalmente, por simple comparación con algún dibujo o fotografía aparecido en alguna publicación nacional anterior. Es fácil entonces comprender el porqué del gran número de esas falsas determinaciones.

II.- Un segundo prerrequisito fundamental para este tipo de estudios es emplear técnicas adecuadas e instrumental adecuado. Para la correcta visualización en el microscopio fotónico de las delicadas estructuras del frústulo silíceo de las diatomeas, cuyo número, forma, disposición, etc., tienen actualmente

un carácter de fundamental en el reconocimiento de géneros y especies, es necesario someter el material en estudio a ciertos procesos hoy en día perfectamente bien conocidos. En primer lugar debe ser eliminada la materia orgánica de cada célula, y luego, los frústulos así tratados, deben ser incluidos en un medio con alto índice de refracción, obteniéndose en definitiva, preparaciones permanentes. Me ha tocado ver en varias ocasiones como investigaciones realizadas por colegas nacionales, no cumplían con lo señalado. Desgraciadamente en nuestro medio se ha hecho común determinar especies usando material fresco, no oxidado. De esta forma no solamente la materia orgánica de cada célula impide o dificulta la visualización de las estructuras del frústulo con valor taxonómico, sino que también, al estar suspendido el material en agua, no es posible utilizar los aumentos mayores del microscopio. Sólo un escaso número de taxa pueden ser de esta forma determinados. Por el contrario, las revisiones modernas de géneros han demostrado que la mayoría de las especies de diatomeas, sólo pueden ser correctamente determinadas al emplearse aumentos que permitan la segura visualización de los caracteres del frústulo. Para nuestras aguas ésto ha sido ya claramente demostrado en el caso de las especies de *Thalassiosira* (Rivera 1981), *Nitzschia* (Rivera, trabajo en desarrollo), e incluso para el género *Chaetoceros*, subgénero *Phaeoceros* (Koch & Rivera, en prensa). En preparaciones líquidas con material fresco de estos géneros no es posible reconocer grandes diferencias entre las especies.

Para el primer paso, es decir para la eliminación de la materia orgánica de las células, se conocen varios métodos, entre ellos el de Müller-Melchers & Ferrando (1956), de Simonsen (1974), de Hasle & Fryxell (1970), etc. La elección entre uno u otro va a depender de la naturaleza del material y de la cantidad de materia orgánica a oxidar. Cada uno de estos procesos son fáciles de realizar y no exigen de equipos complicados.

Respecto al medio de montaje, éste debe tener un índice de refracción lo más alto posible, para que los detalles estructurales a observar tengan un contraste adecuado. Con tal objetivo se utiliza actualmente sustancias como Bálsamo de Canada (IR 1.55), Hyrax (IR 1.7) u otros. Estas resinas son fabricadas en el extranjero, de difícil adquisición en cantidades menores y tienen un alto valor comercial. Sin embargo, en cualquier laboratorio químico, dotado con instrumental

básico, es posible sintetizar una resina denominada **Pleurax**, cuyo índice de refracción es 1.7, y que cumple, por lo tanto, con los requisitos deseados.

No en cualquier microscopio fotónico es posible observar todos los caracteres morfológicos que se utilizan en la taxonomía del grupo. La óptica debe ser de primera calidad, y el microscopio debe estar dotado de condensadores para campo claro, campo oscuro, contraste de fase, etc. Para obtener un registro de lo observado es muy aconsejable el uso de un sistema automatizado de fotomicrografía, que en mi opinión, representa notables ventajas si se le compara con la subjetividad de los dibujos realizados con una cámara lúcida (cámara clara). El microscopio fotónico más sofisticado que tiene en este momento a la venta la ZEISS, es el AXIOMAT, que alcanza una suma aproximada de US\$ 54.000. Un microscopio con las características enunciadas, tiene un precio que indudablemente no está al alcance de todas las instituciones nacionales, pero sirva el siguiente ejemplo para mostrar situaciones extremas que deben ser evitadas. En cierta oportunidad ví como se determinaba las especies de microalgas en un microscopio invertido, mientras el material se hallaba depositado en una cubeta de conteo. Para los estudios cuantitativos de fitoplancton, el material debe ser previamente determinado según la metódica señalada anteriormente. A pesar de ésto, durante el recuento mismo, será imposible distinguir a las especies menos características.

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 y, por lo tanto, se las utiliza en la taxonomía moderna con un valor de fundamental. Entre ellas deseo destacar el proceso labiado, los túbulos, los procesos ocluidos, las diferentes bandas que constituyen el cingulum, etc.

Los dos tipos de microscopios electrónicos, de barrido, y de transmisión, se complementan entre sí y entregan información precisa de la morfología del frústulo. El primero de su superficie, el segundo de sus partes internas. La microscopía electrónica desempeña, por lo tanto, en la actualidad, un papel de avanzada en el conocimiento de las más variadas estructuras.

Indudablemente, el costo y mantención de un microscopio electrónico es un carácter privativo para muchas instituciones y centros de investigación, especialmente en los países menos desarrollados. Deseo hacer notar aquí, sin embargo, que una gran parte de los caracteres perfectamente visibles con microscopía electrónica, también son reconocibles en el microscopio fotónico cuando se utilizan todas sus técnicas y, sobre todo, cuando se sabe qué es lo que hay que observar. Indudablemente, para el estudio de diatomeas o de microalgas de reducido tamaño, por ejemplo representantes de los géneros **Minidiscus** o algunas especies del género **Thalassiosira**, cuyas valvas alcanzan entre 2 y 8 micrómetros en diámetro, el uso de estos equipos electrónicos es inevitable.

III.- Una de las condiciones básicas de toda investigación, es que sus resultados sean reproducibles, verificables, lo cual desgraciadamente no se cumple en la mayoría de los trabajos que señalan taxa de diatomeas para nuestras aguas.

Debe quedar muy claro para cada uno de los que trabajan en este campo, que es fundamental que el material estudiado sea citado y depositado en un centro de seriedad. Una colección, da la posibilidad para que otros investigadores, quizás con mejores técnicas y equipos, mejoren y/o corrijan las descripciones existentes, enriqueciéndose así el conocimiento sobre nuestras especies. Existe en Chile una sola colección diatomológica, a pesar que hay un buen número de personas dedicadas al estudio de diversos aspectos del fitoplancton marino, que el número de publicaciones relacionadas directamente con la clase Bacillariophyceae ha aumentado en los últimos años en forma considerable, que en numerosas de estas publicaciones se entrega largas listas de los taxa que forman parte de las comunidades diatomológicas estudiadas, e incluso a pesar que en esos trabajos se señala usualmente a ciertos taxa como nuevos para el Pacífico Sur, o al menos para el área estudiada.

La colección aludida está formada de preparaciones permanentes y muestras líquidas perfectamente ordenadas y catalogadas y a disposición de todos los que deseen obtener una información de ella. Un solo grupo de los investigadores existentes en el país, el de Concepción, ha señalado entonces hasta la fecha el material estudiado en cada oportunidad.

La no citación del material estudiado es un error que debe ser corregido al más corto plazo, y nuevas colecciones deben ser organizadas, al menos en los principales centros de investigación del país. En Chile se ha llegado a extremos como

que el de hacer desaparecer el material estudiado una vez finalizada la investigación, de este modo se ha tratado de evitar que futuras revisiones de dicho material revelen posibles errores en la determinación de los taxa.

El problema sobre la falta de colecciones y la no citación del material, si bien es cierto muy claro para los que realmente trabajan en taxonomía, no es exclusivo de Chile, ni de los países subdesarrollados. En el último número de la revista *Phycologia* (Vol. 22, 2da. parte, 1983), aparecido hace un par de meses, la Dra. Gretha Fryxell, analiza los Proceedings del Sexto Symposium Internacional sobre diatomeas recientes y fósiles, evento realizado en Budapest en septiembre de 1980. Recordarán ustedes que la Dra. Fryxell es una destacada investigadora del Departamento de Oceanografía de la Universidad de Texas, U.S.A., y que en los últimos años ha publicado profusamente sobre diatomeas marinas. Estas investigaciones, en conjunto con aquellas de la Dra. Gretha Hasle de Noruega, han servido para conocer la real morfología de gran número de representantes de la clase Bacillariophyceae, y con ello para ordenar los taxa en grupos mucho más afines.

Refiriéndose al capítulo de Materiales y Métodos de los trabajos presentados al Symposium antes mencionado, dice la Dra. Fryxell: "The Materials and Methods sections, in general, are lacking in specific information, and this reviewer often is unsure when and where collections were made and how they were treated. Certainly in most cases results could not be repeated without more information from the authors".

Como se ve el problema se presenta también con los investigadores de los más variados países. Este error debe ser corregido para el buen desarrollo de las investigaciones venideras.

Concretando todo lo dicho anteriormente, podemos decir que el estudio de las diatomeas en Chile es realizado por diversos grupos de investigadores pero sólo uno de ellos, el de Concepción, lo hace efectivamente en el campo de la taxonomía.

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

- 1.- Desde el inicio de sus actividades el grupo volcó sus esfuerzos para contar con una adecuada biblioteca básica y especializada. Es así como en la actualidad la biblioteca algológica del Departamento de Botánica de la Universidad

de Concepción, es una de las más completas de Sudamérica. Mediante compra, canje y/o donación, o gracias a la relación directa con investigadores nacionales y extranjeros, se cuenta con casi prácticamente todas las publicaciones relacionadas con la morfología y taxonomía de las diatomeas (y de otros grupos de microalgas).

- Se cuenta además 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. Deseo además comunicar a ustedes, que a partir de agosto de 1983, el Laboratorio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Concepción, dependiente de la Dirección de Investigación, puso sus equipos a disposición de todos los investigadores nacionales que los requieran.
- Las especialidades de los investigadores que constituyen el grupo de Concepción abarcan las principales divisiones de microalgas, tanto marinas como dulceacuícolas. En su gran mayoría estos investigadores han obtenido su especialización estudiando en centros europeos y americanos de prestigio internacional.
- La permanencia de los investigadores de este grupo en dichos centros, ha permitido además el trabajo directo con el material tipo depositado en esas instituciones, lo cual es fundamental para los estudios taxonómicos. Entre esas instituciones destacan el Instituto de Investigaciones Marinas de Bremerhaven (Alemania Federal), el Museo Británico de Londres (Inglaterra), la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia (U.S.A.), el Museo Botánico de Berlín-Dahlem (Alemania Federal), el Museo Botánico de París, etc.
- Se cuenta con una colección diatomológica conocida internacionalmente con la sigla de DIAT - CONC. En la actualidad esta colección está formada por unas 3500 preparaciones permanentes y unas 2000 muestras líquidas. Todo este material se halla numerado y catalogado. Se trata principalmente de material recolectado en el país, en diferentes años y por distintas expediciones. Es importante destacar que la colección incluye los tipos o isotipos de todos los

taxa descritos por los investigadores nacionales y extranjeros para las aguas chilenas, como también la mayoría del material utilizado por científicos extranjeros en sus investigaciones sobre las diatomeas de Chile. Entre este material destaca el de Hendey (1937), recolectado durante la Expedición del Discovery, aquel recolectado por Krasske en los años 1939 y 1941 a lo largo de gran parte del litoral, el de Balech recolectado en la zona norte, el de Hasle & Heimdal (1970) proveniente de la bahía de Concepción, etc. Gracias a donaciones o canje esta colección cuenta también con numeroso material 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. Está próximo a aparecer en la Revista Gayana, la revisión de las especies del género *Chaetoceros* (Subgénero *Phaeoceros*). Se demuestra aquí nuevamente, sobre la base de técnicas de microscopía fotónica y electrónica, la gran variabilidad de una serie de características utilizadas hasta la fecha para separar los distintos taxa, entre ellas la orientación y sección de las setas, el tipo de cruzamiento, etc., como a la vez la constancia de otras (estructura de las valvas, posición y forma del proceso labiado, etc.). Muy avanzada se encuentra la investigación sobre las especies del género *Nitzschia* Hassall, sección *Pseudonitzschia* en las aguas marinas chilenas. El análisis de un gran número de muestras recolectadas entre Arica y Punta Arenas y, sobre todo, del material estudiado anteriormente por otros autores, para el área señalada, revela nuevamente que han existido equivocaciones en la determinación de los taxa.

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 aún estudiada con las técnicas modernas de microscopía electrónica. Se publicó así el trabajo "Contribución al conocimiento de las diatomeas chilenas. I" (Rivera 1979), donde se describen nuevas taxa para la ciencia y se comenta las características morfológicas de otros. En el Séptimo Simposio Internacional sobre Diatomeas Recientes y Fósiles, realizado en Filadelfia (U.S.A.) en agosto de 1982, se presentó el trabajo titulado "Contributions to the Diatom Flora of Chile. II" (Rivera & Koch), donde se comenta la morfología y distribución de géneros muy poco conocidos para las aguas chilenas, por ejemplo el género *Minidiscus*, *Delphineis*, entre otros. El número 3 de la Serie Bibliotheca Diatomológica, editada por Cramer y próximo a aparecer, está dedicado a una Guía Bibliográfica y de distribución de las diatomeas de Chile, que comprende los 1529 taxa señalados para las aguas marinas y continentales de Chile hasta mayo de 1982. En conjunto con el Dr. George Andrews, del Museo Nacional de Historia Natural de Washington, U.S.A., se está estudiando las características de un material recolectado cerca de la Isla de Chiloé y que dió por resultado la creación de un nuevo género para el grupo de las diatomeas pennadas, del género *Adoneis*.

Resumiendo lo enunciado anteriormente sobre el estado actual de las investigaciones sobre diatomeas y silicoflagelados en nuestro país, se puede afirmar que:

- 1.- Las investigaciones llevadas a cabo por científicos nacionales se inician en 1965, consolidándose rápidamente 3 grupos de trabajo que se abocan al estudio de estas microalgas (Valparaíso, Concepción y Punta Arenas).
- 2.- Solamente el grupo de Concepción ha realizado estudios de carácter netamente taxonómico. Los restantes investigadores, al estudiar otros aspectos del fitoplancton marino, han entregado listas de los taxa encontrados, muchas veces citando algunos de ellos por primera vez para el área en estudio, o para el Pacífico Sur, pero sin dar mayor información sobre sus características morfológicas, sus medidas y, generalmente, sin entregar dibujos o fotomicrografías que demuestren estas características.
- 3.- El contenido sobre los taxa que integran la flora diatomológica de Chile es aún muy escaso y, desgraciadamente, también inexacto, puesto que muchos de los taxa señalados

han sido erróneamente determinados. Se consideran como causales de este hecho, la carencia de literatura especializada y la no utilización de técnicas y de instrumental de investigación adecuado.

- 4.- 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.

Los problemas anteriormente presentados, constituyen en nuestro país una realidad que debe ser modificada al más corto plazo.

He querido hacer una crítica constructiva de cada una de estas anomalías principalmente para informar a las generaciones más jóvenes de investigadores. Aún queda mucho por hacer y deberán transcurrir largos años hasta que se conozca con exactitud los taxa que integran la flora nacional. Es indudable que un mayor incremento en este conocimiento será posible con el esfuerzo mancomunado de los diferentes grupos de trabajo.

RESUMEN

Hasta 1965 la información existente sobre estos grupos de microalgas 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.

Sin embargo, el conocimiento de la microflora nacional es aún 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.

LITERATURA CITADA

- Avaria, S. 1965. Diatomeas y silicoflagelados de la bahía de Valparaíso. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 12: 61-119.
- Avaria, S. 1970. Fitoplancton de la Expedición del Doña Berta en la zona Puerto Montt-Aysén. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 14 (2): 1-17.
- Avaria, S. 1970. Observación de un fenómeno de marea roja en la bahía de Valparaíso. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 14 (1): 1-5.
- Avaria, S. 1971. Variaciones mensuales del fitoplancton de la bahía de Valparaíso. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 14 (3): 15-43.
- Avaria, S. 1975. Estudios de Ecología fitoplanctónica en la bahía de Valparaíso. II. Fitoplancton 1970-1971. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 15 (2): 131-148.
- Avaria, S. 1976. Marea roja en la costa central de Chile. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 16 (1): 95-111.
- Avaria, S. 1982. Fenómenos de marea roja en el mar chileno. *Ciencia y Tecnología, CONA* 6: 117-127.
- Avaria, S. & E. Orellana. 1975. Estudios de ecología fitoplanctónica en la bahía de Valparaíso. III. Fitoplancton 1972-1973. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 15 (3): 207-226.
- Avaria, S. & P. Muñoz. 1982. Producción actual, biomasa y composición específica del fitoplancton de la bahía de Valparaíso en 1979. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 18 (2): 129-157.
- Avaria, S.; Muñoz, P. & E. Uribe. 1982. Composición y biomasa del fitoplancton marino del norte de Chile en diciembre de 1980. (Operación Oceanográfica MARCHILE XI-ERFEN II). *Ciencia y Tecnología del Mar, CONA* 6: 5-36.
- Alvial, A. & S. Avaria. 1981. Proliferación de primavera del fitoplancton en la bahía de Valparaíso. I. Condiciones meteorológicas y oceanográficas. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 17 (2): 197-228.

- Alvial, A. & S. Avaria. 1982. Proliferación de primavera del fitoplancton en la bahía de Valparaíso. II. Dinámica de las comunidades. *Revista de Biología Marina, Valparaíso*, 18 (1): 1-56.
- 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.
- Belyaeva, I.V. 1972. Distribution of large diatom algae in the Southeastern Pacific. *Okeanologiya*, 12 (3): 475-483.
- Camodónico, I.; Guzmán, L & 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, Svenska Expeditionen till Magellanslanderna, 3 (7): 273-282.
- De Toni, G. & D. Levi. 1884. Algae nonnullae quas in circumnavigationis itinere ad magellaní 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 südamerikanische 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.; Schrader, H.J. & 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.A. 1983. Comentarios sobre: Proceedings of the Sixth Symposium on Recent and Fossil Diatoms. (Held in Budapest, 1-5 September (1980)). Ed. by R. Ross, Otto Koeltz, Science Publishers, Koeninstein. 487 pp. *Phycologia* 22 (2): 216-220.

- Fryxell, G.A. & 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, París.
- Guzmán, L. & 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. & G. Lembeye. 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. & 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 "Bratag" Expedition, 1947-1948. *Skrifter utgitt av det norske videnskaps-akademi i Oslo. Matematisknaturvidenskapelig klasse*, 52: 1-160.
- 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 Research*, 23: 319-338.
- Hasle, G.R. & 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).
- Koch, P. & P. Rivera (en prensa). Contribución al conocimiento de las diatomeas chilenas. III. El género *Chaetoceros* Ehr. (Subgénero *Phaeoceros* Gran). *Gayana, Botánica*.
- Koerner, H. 1970. Morphologie und Taxonomie der Diatomeen-gattung *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 Diatomee. Nordhausen, 152 S., 30 Taf.
- Lembeye, G. 1981. Estructura del fitoplancton asociado a la presencia del veneno paralítico de los mariscos en Seno Unión y áreas adyacentes (Magallanes, Chile), 1981. Apartado Anales del Instituto de la Patagonia, **12**: 277-288.
- Lembeye, G.; Guzmán, L. & 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.; Guzmán, L. & 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 1, 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, 1967. Investigaciones Marinas, **1** (4): 71-92.
- Montecino, V. & 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. 1969a. Sinopsis de las diatomeas de la bahía de Concepción, Chile. Gayana, Botánica, **18**: 1-1112, 24 láms.
- Rivera, P. 1969b. Silicoflagelados de la bahía de Concepción. Revista de la Sociedad de Biología de Concepción, Tomo XLI: 199-206.
- 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, Botánica, **25**: 1-115, 16 láms.

- Rivera, P. 1975. Diatomeas de la bahía de Concepción, Chile. III. *Amphipleura rutilans* (Trentepohl) Cleven 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. & M. González. 1973. Fitoplancton del estero Lengua, Chile. Gayana, Botánica, 23: 1-93, 11 Láms.
- Rivera, P. & 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. & H. Valdebenito. 1979. Diatomeas recolectadas en las desembocaduras de los ríos Chivilingo, Laraquete y Carampangue, Chile. Gayana, Botánica, 35: 1-99, 135 figs.
- Rivera, P.; Parra, O.; González, M.; Dellarossa, V. & M. Orellana. 1982. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales. Con especial referencia al fitoplancton de Chile. Vols. I, II, III y IV. Editorial Universidad de Concepción.
- Rivera, P. & P. Koch. (en prensa). Contributions to the Diatom Flora of Chile. II. 7th Diatom-Symposium, Philadelphia.
- Rodríguez, L. 1966. Primera cita de las especies componentes del Huirihue o Marea Roja. Estudios Oceanológicos, 2: 91-93.
- 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 Daitomaceen-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. Muller; 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, Valparaíso, 1 (1): 57-59.
- Zacharias, O. 1906. Ueber periodizitata, variation und Verbreitung vaerschiediener Planktonwessen in Sudlichen Meeren. (Valparaíso). Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde, 1. pp. 498-575.