

***Spicaticribra kingstonii* Johansen, Kociolek & Lowe (Thalassiosirales, Bacillariophyta): primera cita del género y de la especie para las aguas continentales de Chile**

***Spicaticribra kingstonii* Johansen, Kociolek & Lowe (Thalassiosirales, Bacillariophyta): first report of the genus and species from Chilean inland waters**

PATRICIO RIVERA* & FABIOLA CRUCES

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

*privera@udec.cl

RESUMEN

Spicaticribra kingstonii Johansen, Kociolek & Lowe fue hallada en aguas de la Laguna Grande de San Pedro, Chile. Esta es la primera cita del género y de la especie para el país. Los individuos chilenos carecen de una fultoportula central en la cara valvar, de tubos externos en las fultoportulae marginales y poseen aréolas con *cribra* internas anastomosadas en forma de espiga, características que concuerdan con las del género *Spicaticribra*. En el presente trabajo se entrega una diagnosis con las características relevantes de los individuos chilenos, se comenta la variabilidad de algunas de ellas, se menciona su relación con taxones afines, y fotografías obtenidas mediante técnicas de microscopía fotónica y electrónica de barrido ilustran esos caracteres.

PALABRAS CLAVE: Primera cita, diatomea, Laguna Grande, Chile.

ABSTRACT

Spicaticribra kingstonii Johansen, Kociolek & Lowe was found in Laguna Grande de San Pedro, Chile. This is the first report of the genus and species for the country. The Chilean specimens lack of a central fultoportula on the valve face, as well as of external extensions of the marginal fultoportulae, and have areolae with internal spicate anastomosing *cribra*, features present in the genus *Spicaticribra*. In this paper we describe the characteristics of the Chilean cells, comments on the variability of some of its morphological features and about its relationship with other closely related taxa, and light and scanning electron microscope photographs aim to provide information about those features.

KEYWORDS: First report, diatom, Laguna Grande, Chile.

INTRODUCCIÓN

El género *Spicaticribra*, y la especie tipo *Spicaticribra kingstonii* (Thalassiosirales), fueron descritos por Johansen, Kociolek & Lowe en el año 2008 a partir de material recolectado en el Lago Fontana, Carolina del Norte, USA. El género fue caracterizado por poseer *cribra* internas semicontinuas en forma de espiga, por carecer de una fultoportula central sobre la cara valvar y de extensiones externas de las fultoportulae marginales. En 2012, Khursevich & Kociolek agregan las siguientes características propias del género: valvas planas o dobladas, una a varias rimoportulae en el manto valvar, alargadas internamente y con o sin tubo externo, y fultoportulae

con 2-4 poros satélites con o sin tubo externo dispuestas en el manto valvar (raramente sobre la cara valvar). Sobre esta base, los autores mencionados propusieron trasladar a *Spicaticribra* todas las especies que presenten aréolas con *cribra* internas continuas y foramen externo, como son diversas especies incluidas en *Thalassiosira* Cleve y en *Conticribra* Stachura-Suchoples & Williams (2009), género que también posee una morfología general similar a *Spicaticribra*.

Hasta la fecha se conocen cerca de ocho especies pertenecientes al género *Spicaticribra*, fósiles o recientes (Khursevich & Kociolek 2012, Johansen *et al.* 2008) distribuidas en Norteamérica, Europa, Asia y Sudamérica, número que debería aumentar si se revisa la morfología de

otras especies, especialmente del género *Thalassiosira*.

Análisis rutinarios del fitoplancton de la Laguna Grande de San Pedro, VIII Región, Chile, permitieron reconocer la presencia de una diatomea de contorno circular, muy silicificada, y con valvas provistas de un área central notoriamente diferente al resto de la cara valvar. La observación de estos individuos mediante técnicas de microscopía fotónica y electrónica de barrido puso en evidencia los caracteres morfológicos que tipifican a *Spicaticribrina kingstonii* Johansen, Kociolek & Lowe, género y especie no señalados anteriormente para el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

La Laguna Grande de San Pedro (36°51'S, 73°06'W) presenta una marcada influencia mediterránea, donde las precipitaciones se concentran en invierno con una temperatura media anual de 18,1° C (Fuenzalida 1971). El cuerpo de agua se encuentra a 16 m.s.n.m., posee una superficie de 1,55 km² y una profundidad máxima de 13,5 m. La columna de agua presenta una temperatura máxima de 24° C y una mínima de 12,2° C, pH de 7,0, conductividad de 84,1 µS/cm, oxígeno disuelto de 8,8 mg/l, transparencia de 3,7 m y una concentración de fósforo y nitrógeno total de 11,9 y 0,225 mg/l respectivamente (Parra *et al.* 2003). El material estudiado fue recolectado el 23 de mayo de 2012 con red de 20 µm de trama y se encuentra depositado en la Colección Diatomológica de la Universidad de Concepción con los números DIAT-CONC M-3436, DIAT-CONC 7497, 7498. Luego de la eliminación de la materia orgánica según el método de Battarbee (1986), alrededor de cincuenta células fueron observadas mediante microscopía óptica (MO, Olympus CX-31) y electrónica de barrido (MEB, Jeol JSM-6380LVY). La terminología usada corresponde a la sugerida por Anonymous (1975), Ross *et al.* (1979) y Håkansson (2002).

RESULTADOS

Spicaticribrina kingstonii Johansen, Kociolek & Lowe Figs. 1-2.

Johansen *et al.*, Diatom Research 23(2): 368-369, Figs. 1-24, 2008.

Thalassiosira rudis Tremarin, Ludwig, Becker & Torgan *in* Ludwig *et al.*, Diatom Research 23(2): 391, Figs. 1-57, 2008.

Spicaticribrina rudis (Tremarin, Ludwig, Becker & Torgan) Tuji, Leelahakriengkrai & Peerapornpisal, Memoirs of the National Museum of Nature and Science, Tokyo, 48: 146, 2012.

Células iniciales circulares, 25-28 µm de diámetro, con la superficie convexa y con aréolas orientadas en líneas radiales algo desordenadas, de mayor tamaño hacia el margen (Fig. 1 A). Frústulos cilíndricos, muy silicificados, 13-25 µm de diámetro (Figs. 1 E, 2 A). Cingulum formado por 5 bandas abiertas que disminuyen progresivamente en su ancho hacia el lado abvalvar (Fig. 1 B), provistas de un septo interno en el lado advalvar (Fig. 1 D), de una notoria lígula (Fig. 1 B) y una pequeña antilígula (Fig. 1 C); la valvocópula lleva una hilera de poros, 7-8 en 1 µm (Fig. 1 C). Células vegetativas con la cara valvar plana (Figs. 1 F-G, 2 C-D) y manto inclinado (Fig. 2 A-B) que termina en un notorio borde ornamentado externamente con delgados surcos orientados en el sentido del eje pervalvar, 5-6 en 1 µm (Fig. 1 B). Aréolas dispuestas en estrias radiales, rectas (Fig. 1 F-G), 18-19 (21) en 10 µm, y 18-19 (21) aréolas en 10 µm en cada estria, externamente las aréolas centrales son de mayor tamaño e irregulares en forma y distribución (Figs. 1 F-G, 2 A-B). Internamente las aréolas poseen *cribra* delicadas y anastomosadas en forma de espiga que cubren tanto la cara valvar como el manto (Fig. 2 D), donde se observa continua y formada por diminutos poros redondeados (Fig. 2 G). Fultoportulae presentes sólo en el manto valvar (Fig. 2 C-D), 4-5 en 10 µm; externamente presentan sólo una abertura circular y cónica, algo elevada sobre la valva (Figs. 1 C, 2 B), internamente son largos tubos con 3 poros satélites, cada uno rodeado por un alto y prominente recubrimiento silíceo unido al tubo central (cobertor) (Fig. 2 E-I). Hay 1-2 rimoportulae ubicadas muy cerca del anillo marginal de fultoportulae (Fig. 2 C-D), pero más próximos al borde valvar (Fig. 2 F, H-I); externamente carecen de tubo, internamente son tan largos como las fultoportulae, algo doblados y con los labios ensanchados (Fig. 2 F, H-I).

DISCUSIÓN

Las características del material estudiado coinciden exactamente con la descripción de *Spicaticribrina kingstonii*, donde la presencia de *cribra* internas anastomosadas y en forma de espiga, fultoportulae ausentes en la cara valvar y fultoportulae marginales carentes de tubo externo, parecen ser las características más relevantes. Para la palabra inglesa "cowling", que de acuerdo con Theriot & Serieysson (1994), Hayashi *et al.* (2007) y Prasad & Nienov (2011) corresponde a un reborde silíceo que envuelve al poro satélite y está unido al tubo interno de la fultoportula, se propone la palabra española "cobertor", del latín *coopertorium*, que según el Diccionario de la Real Academia Española (22^a edición) significa cubierta, manta. Algunas valvas exhiben gránulos silíceos redondeados ubicados principalmente sobre el manto valvar, cuya densidad es variable en los individuos (Fig. 2 A-B), característica no presente en el

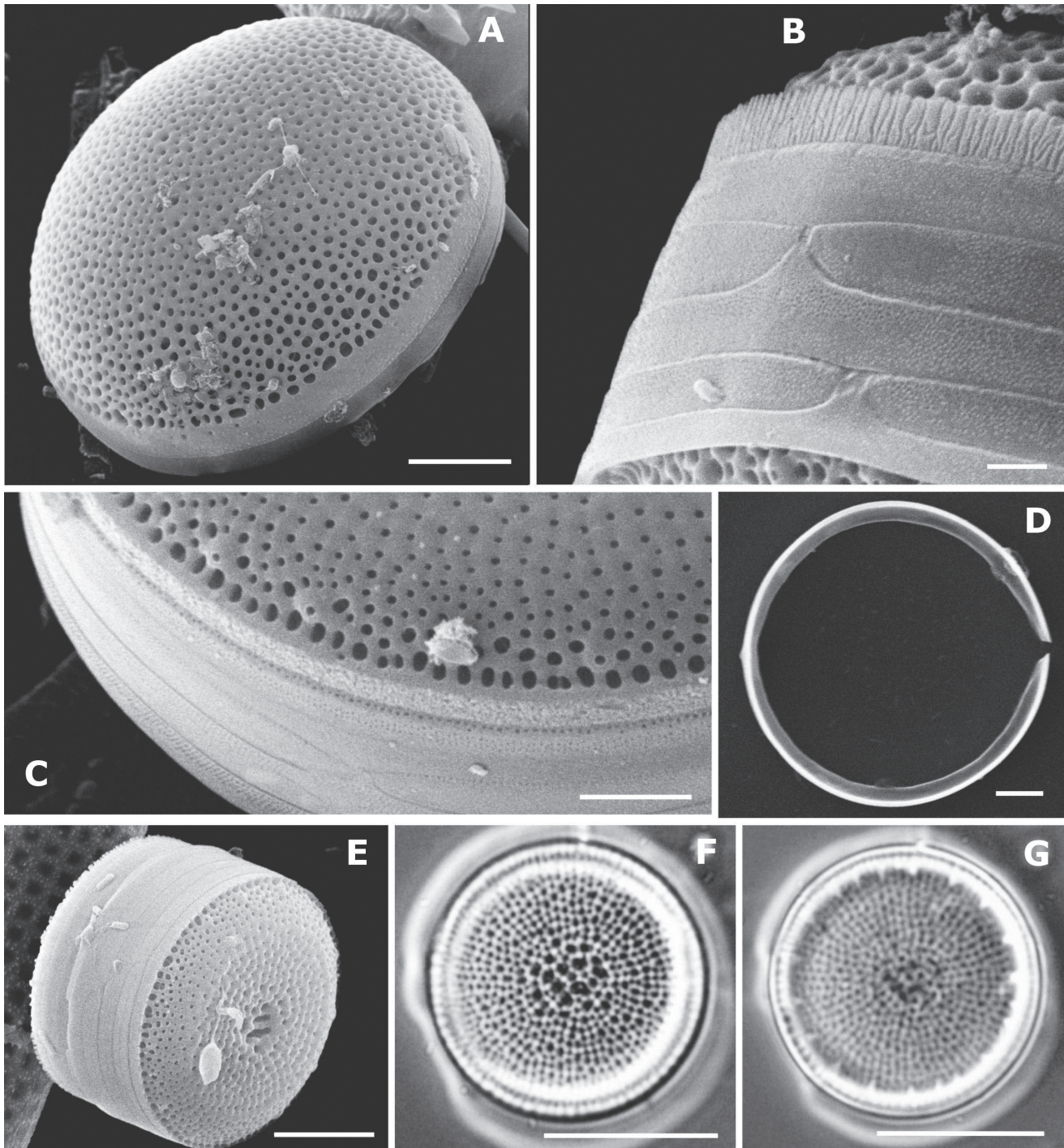


FIGURA 1. *Spicaticribra kingstonii*. A-E, Microscopía Electrónica de Barrido; F-G, Microscopía Óptica. A. Vista externa de una célula inicial. B-C. Cingulum con bandas abiertas, lígula notoria; valvocópula con una hilera de poros en lado advalvar. Borde valvar con surcos. D. Banda abierta, septada. E. Centro de la valva levemente hundido. F-G. Vista externa e interna de valvas con estriás radiales, aréolas centrales de mayor tamaño e irregulares en forma y distribución, y fultoportulae marginales. Escalas: A, E = 5 μ m; B = 1 μ m; C-D = 2 μ m; F-G = 10 μ m.

FIGURE 1. *Spicaticribra kingstonii*. A-E, Scanning Electron Microscopy; F-G, Light Microscopy. A. Domed initial cell valve, external view. B-C. Cingulum with open bands, prominent ligulae; valvocopula with a row of pores at the advalvar side. Mantle edge grooved D. Septate open band. E. Valve center slightly depressed. F-G. External and internal views of valves with radial striae, central areolae larger than others and irregular in shape and distribution, and marginal fultoportulae. Scale bars: A, E = 5 μ m; B = 1 μ m; C-D = 2 μ m; F-G = 10 μ m.

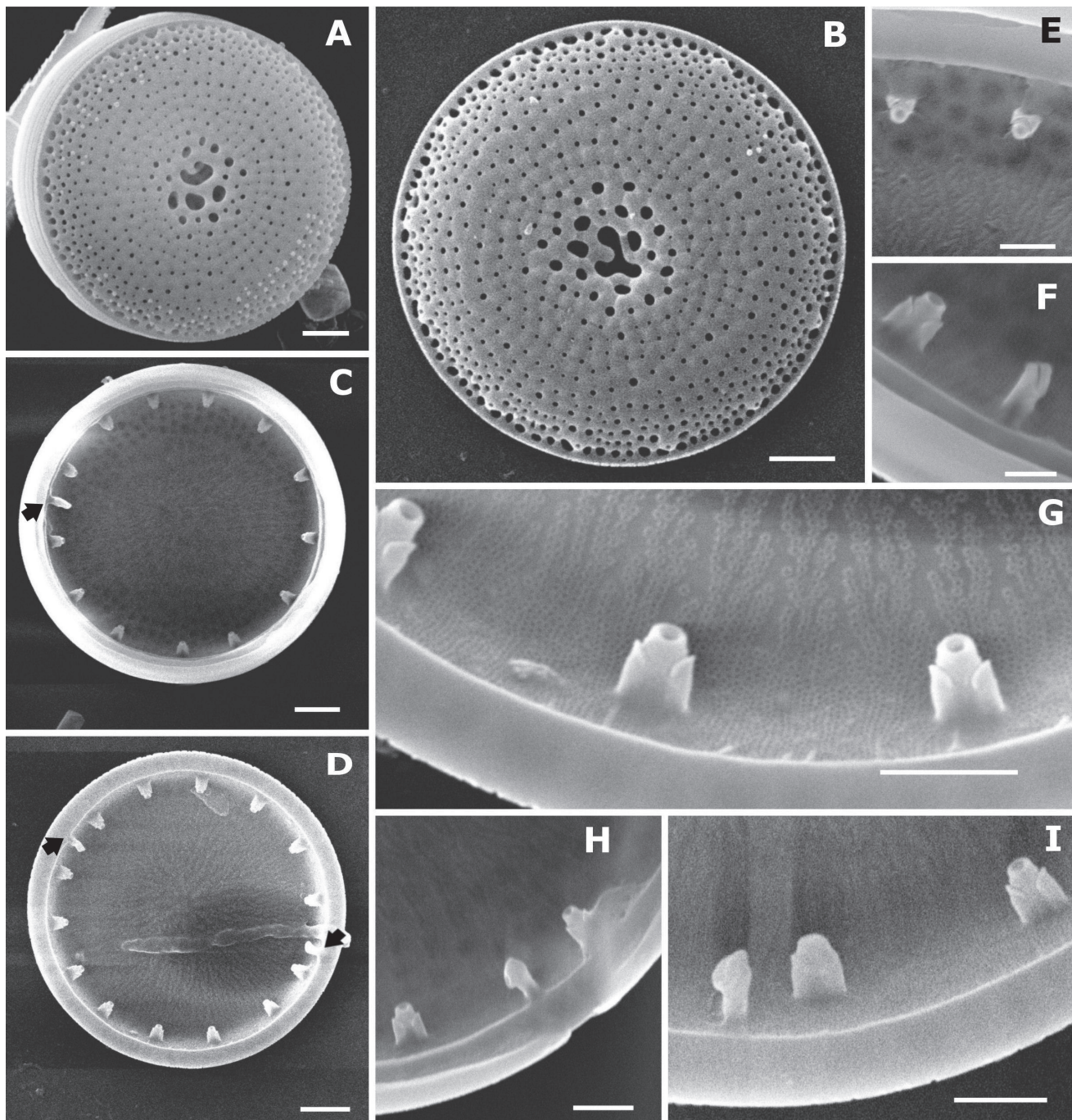


FIGURA 2. *Spicaticribra kingstonii* con Microscopía Electrónica de Barrido. A-B. Aréolas centrales de mayor tamaño e irregulares en forma y distribución. Manto valvar con y sin gránulos silíceos. Aberturas externas de las fultoportulae redondeadas, algo elevadas sobre la valva. C-D. Vista interna de valvas con una y dos rimoportulae marginales (flechas). E. Fultoportulae con tres poros satélites. F. Rimoportula de igual largo que las fultoportulae. G. *Cribra* interna anastomosada en forma de espiga. Fultoportula con cobertores altos. H-I. Rimoportulae con el extremo interno ensanchado, ubicadas más cerca del margen que las fultoportulae. Escalas: A-D = 2 μ m; E, G-I = 1 μ m; F = 0.5 μ m.

FIGURE 2. *Spicaticribra kingstonii* in Scanning Electron Microscopy. A-B. Central areolae much larger than others and irregular in shape and distribution. Valve mantle with or without siliceous granules. Raised rounded external pores of the fultoportulae. C-D. Internal view of valves with one or two marginal rimoportula (arrows). E. Fultoportulae with three satellite pores. F. Rimoportula with a similar length of fultoportulae. G. Spicate anastomosing internal *cribra*. Fultoportulae with tall cowlings. H-I. Rimoportulae with the internal end swollen, located closer to the valve edge than the fultoportulae. Scale bars: A-D = 2 μ m; E, G-I = 1 μ m; F = 0.5 μ m.

material tipo y que posiblemente depende de las condiciones ambientales. Al observar con microscopía electrónica de barrido frústulos en vista conectival del material recolectado en Chile, es posible notar que el centro de la valva está levemente hundido (Fig. 1 E), atributo no evidente al mirar frontalmente la cara valvar externa o interna (Figs. 1 F-G, 2 C-D), característica que sumada a la presencia de bandas septadas en el cingulum no fueron mencionadas en la descripción original de *S. kingstonii*, aunque en las figuras 18 y 23 de Johansen *et al.* (2008) se pueden reconocer las bandas septadas. Tampoco se mencionó en la descripción de esta especie la posición más marginal que toman las rimoportulae con respecto a las fuloportulae (evidente en la Fig. 21 de Johansen *et al.* 2008).

Thalassiosira rudis Tremarin, Ludwig, Becker & Torgan (in Ludwig *et al.* 2008) fue descrita a partir de material recolectado en varios ecosistemas dulceacuícolas de Brasil. La especie se caracteriza por poseer un cingulum estructurado por bandas abiertas y septadas, aréolas centrales de mayor tamaño que las restantes, provistas de *cribra* internas anastomosadas y ramificadas dicotómicamente, 1-3 rimoportulae situadas más cerca del margen valvar que las fuloportulae, ausencia de una fuloportula central pero formando un anillo marginal, cada uno provisto con tres poros satélites. Además, los autores indican que las fuloportulae marginales presentan un tubo exterior corto; sin embargo las figuras 30 y 36 de ese trabajo muestran solamente la apertura externa de las fuloportulae que son levemente engrosadas, y no un tubo propiamente tal. En la diagnosis latina Tremarin *et al.* describen la cara valvar externa como convexa y levemente hundida en el centro. Si bien lo segundo es verdadero y también fue visto en el material chileno estudiado, las valvas vegetativas no son convexas sino planas, con el manto valvar inclinado, y solamente la superficie de las células iniciales en esta especie son fuertemente convexas. Considerando que los caracteres que definen a *Thalassiosira rudis* son exactamente iguales a aquellos que están presentes en *Spicaticribra kingstonii*, *T. rudis* debe ser considerada como un sinónimo de esta última especie.

Tuji *et al.* (2012) luego de estudiar células muy parecidas a *Spicaticribra kingstonii* y a *Thalassiosira rudis*, recolectadas en Japón y Tailandia, concluyen que los individuos de aguas japonesas, por poseer aréolas centrales irregulares y rimoportulae alejadas del margen valvar, corresponden a *Spicaticribra kingstonii*, mientras que aquellos provenientes de Tailandia, con rimoportulae alargadas y curvadas, ubicadas en el margen valvar, y aréolas centrales más regulares corresponderían a *Thalassiosira rudis*, creando la nueva combinación *Spicaticribra rudis* (Tremarin, Ludwig, Becker & Torgan) Tuji, Leelahakriengkrai & Peerapornpisal. Sin embargo, y considerando la irregularidad de las aréolas centrales, Johansen *et al.* (2008) las describen para *S. kingstonii* como “contorno redondeado

a irregular, con la abertura externa de mayor tamaño que las restantes”; por su parte Ludwig *et al.* (2008) comentan que en *Thalassiosira rudis* son más grandes, de contorno irregular y dispuestas en forma irregular. Es decir, no hay diferencias significativas entre ambos taxones con respecto a esta característica. Con relación a la forma y posición de las rimoportulae, Johansen *et al.* (2008) las describen en *S. kingstonii* como alargadas, con el extremo ensanchado, ubicadas en el anillo de las fuloportulae. Sin embargo, la Fig. 24 de ese trabajo muestra una rimoportula ubicada más cerca del margen valvar que las fuloportulae. En *Thalassiosira rudis*, las rimoportulae fueron descritas como ubicadas “entre dos fuloportulae marginales, casi siempre equidistante de ambos” (Figs. 21-31, Ludwig *et al.* 2008), pero luego los autores comentan “rimoportula son alargadas, ubicadas fuera del anillo marginal de fuloportulae”, y así aparece en la Fig. 35 de esa publicación. Es decir, las rimoportulae en ambas especies están desplazadas más hacia el margen valvar que las fuloportulae, pero no en el margen mismo, y tienen la misma forma y tamaño. De esta forma, *Spicaticribra rudis* (Tremarin, Ludwig, Becker & Torgan) Tuji, Leelahakriengkrai & Peerapornpisal debe ser considerada como otro sinónimo de *S. kingstonii*.

Aparte de la localidad chilena aquí descrita, *Spicaticribra kingstonii* ha sido encontrada en el Lago Fontana, U.S.A., localidad tipo (Johansen *et al.* 2008), en Tailandia como *S. rudis* y en diversos embalses de Japón como *Spicaticribra kingstonii* (Tuji *et al.* 2012), en el Lago Ikeda, Japón, como *S. kingstonii* (Tanaka & Naguno 2009), en el Lago Fukugami, Japón, como *S. kingstonii* (Tanaka 2010), y en diversos ecosistemas continentales de Brasil, como *Thalassiosira rudis* (Ludwig *et al.* 2008).

De acuerdo con análisis moleculares usando 18S rDNA, *S. kingstonii* presenta similitud con *Cyclotella meneghiniana*, aun cuando la similitud morfológica entre estas dos especies es muy baja (Tuji *et al.* 2012).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Dr. Luc Ector (Public Research Centre-Gabriel Lippmann, Luxembourg) por su constante apoyo y sugerencias durante la realización de este trabajo. También agradecemos a la Dra. Silvia E. Sala y a un segundo revisor (anónimo) por sus valiosas sugerencias y comentarios al texto, y al personal del Centro de Espectroscopía y Microscopía Electrónica de la Universidad de Concepción por su ayuda con el microscopio electrónico de barrido.

BIBLIOGRAFÍA

ANONYMOUS. 1975. Proposal for a standardization of diatom terminology and diagnosis. Nova Hedwigia Beiheft 53:

- 323-354.
- BATTARBEE, R. 1986. Diatom analysis. In: B.E. Berlund (ed.), Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology, pp. 527-569. John Wiley & Sons, Chichester.
- FUENZALIDA, H. 1971. Climatología de Chile. Publicación Interna Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. 73 pp.
- HÅKANSSON, H. 2002. A compilation and evaluation of species in the genera *Stephanodiscus*, *Cyclostephanos* and *Cyclotella* with a new genus in the family Stephanodiscaceae. Diatom Research 17: 1-139.
- HAYASHI, T., Y. TANIMURA & H. SAKA. 2007. A fossil freshwater *Thalassiosira*, *T. islandica* sp. nov. (Bacillariophyta), with semicontinuous cribra and elongated marginal fuloportulae. Phycologia 46(4): 353-362.
- JOHANSEN, J., P. KOCIOLEK & R. LOWE. 2008. *Spicaticribra kingstonii* gen. nov. et sp. nov. (Thalassiosirales, Bacillariophyta) from Great Smoky Mountains National Park. U.S.A. Diatom Research 23(2): 367-375.
- KHURSEVICH, G. & P. KOCIOLEK. 2012. A preliminary, worldwide inventory of the extinct, freshwater fossil diatoms from the orders Thalassiosirales, Stephanodiscales, Paraliales, Aulacoseirales, Melosirales, Coscinodiscales and Biddulphiales. Nova Hedwigia Beiheft 141: 315-364.
- LUDWIG, T., P. TREMARIN, V. BECKER & L. TORGAN. 2008. *Thalassiosira rudis* sp. nov. (Coscinodiscophyceae): A new freshwater species. Diatom Research 23(2): 389-400.
- PARRA, O., C. VALDOVINOS, R. URRUTIA, M. CISTERNAS, E. HABIT & M. MARDONES. 2003. Caracterización y tendencias tróficas de cinco lagos costeros de Chile Central. Limnetica 22(1-2): 51-83.
- PRASAD, A. & J. NIENOV. 2011. *Livingstonia* (Thalassiosirales, Bacillariophyta), a new genus of fuloportulate centric diatoms from an Atlantic coastal plain river in Florida, southeastern United States. Phycologia 50(3): 264-280.
- ROSS, R., E.J. COX, N.I. KARAYEVA, D.G. MANN, T.B.B. PADDOCK, R. SIMONSEN & P.A. SIMS. 1979. An amended terminology for the siliceous components of diatom cell. Nova Hedwigia Beiheft 64: 513-533.
- STACHURA-SUCHOPLES, K. & D. WILLIAMS. 2009. Description of *Conticribra tricircularis*, a new genus and species of Thalassiosirales, with a discussion on its relationship to other continuous cribra species of *Thalassiosira* Cleve (Bacillariophyta) and its freshwater origin. European Journal of Phycology 44(4): 477-486.
- TANAKA, H. 2010. *Spicaticribra kingstonii* Johansen, Kociolek et Lowe found from Lake Fukugami, Okinawa Prefecture. Diatom 26: 44-45.
- TANAKA, H. & T. NAGUNO. 2009. First report of *Spicaticribra kingstonii* Johansen, Kociolek et Lowe with accompanying centric diatoms found from Lake Ikeda, Japan (Bacillariophyta). Japanese Journal of Phycology (Sorui) 57: 86-92.
- THERIOT, E. & K. SERIEYSSOL. 1994. Phylogenetic systematics as a guide to understanding features and potential morphological characters of the centric diatom family Thalassiosiraceae. Diatom Research 9(2): 429-450.
- TUJI, A., P. LEELAHAKRIENGKRAI & Y. PEERAPORNPIHAL. 2012. Distribution and Phylogeny of *Spicaticribra kingstonii* – *rudis* Species Complex. Memoirs of the National Museum of Nature and Science, Tokyo 48: 139-148.

Recibido: 23.04.13
Aceptado: 05.08.13