

TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN DE DIATOMEAS EPILÍTICAS REGISTRADAS POR PRIMERA VEZ EN COLOMBIA. I

Taxonomy and distribution of epilithic diatoms reported for the first time in Colombia. I

SILVIA ESTELA SALA

AMELIA ALEJANDRA VOULLLOUD

Departamento Científico Ficología, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

sesala@fcnym.unlp.edu.ar

YASMIN PLATA-DÍAZ

EDNA PEDRAZA

Instituto Colombiano del Petróleo. TIP LTDA. Piedecuesta/Santander/Colombia.

labbio.hidrobiologicos@ecopetrol.com.co.

ASTRID PIMIENTA

Instituto Colombiano del Petróleo. Ecopetrol. Piedecuesta/Santander/Colombia.

Astrid.Pimienta@ecopetrol.com.co

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el marco del proyecto para elaborar un índice de calidad biológica para ríos de zonas bajas y de piedemonte del país basado en comunidades biológicas acuáticas, desarrollado en el Laboratorio de Biotecnología del Instituto Colombiano del Petróleo, cuyo objetivo es evaluar la calidad ecológica de los ríos de tierras bajas y de piedemonte dentro del área de influencia de Ecopetrol, a través de la implementación de un índice de calidad biológica utilizando diatomeas. Las 165 muestras analizadas hasta el momento provienen de muestras de perifiton de 83 sistemas lóticos de distintas regiones del país, de donde también se obtuvo información sobre temperatura del agua, pH, conductividad y oxígeno disuelto. El material fue estudiado con microscopio óptico y microscopio electrónico de barrido. Aquí reunimos 11 taxones de los cuales *Achnanthydium macrocephalum* (Hustedt) Round & Bukhtiyarova, *Cymbopleura zimmermannii* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Chamaepinnularia brasiliensis* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Ch. brasiliensis* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Planothidium lagerheimii* (Cleve) Wetzel & Ector, *Eunotioforma curvula* (Hustedt) Kociolek & Burliga, *Gomphonema archaevibrio* fo. *cuneatum* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Gomphonema capitatum* Ehrenberg, *Nitzschia clausii* Hantzsch y *N. filiformis* var. *conferta* (Richter) Lange-Bertalot se mencionan por primera vez para Colombia. Este es el primer registro del género *Eunotioforma* Kociolek & Burliga y por primera vez se describe e ilustra el género *Chamaepinnularia* Lange-Bertalot para el país. Además, analizamos la ultraestructura de *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow, ya mencionada para el país pero solo analizada con MO. A pesar de ser esta especie considerada cosmopolita citada en las floras de diferentes regiones del mundo, ha sido frecuentemente mal identificada, por lo que este análisis nos permitió confirmar la identidad de los materiales colombianos.

Palabras clave. Bacillariophyta, ríos, neotrópico, Colombia, perifiton, morfología.

ABSTRACT

This work was carried under the project for developing a biological water quality index for rivers of lowland waters of Colombia based on aquatic biological communities. A total of 165 sites were sampled considering the hidrogeomorphological variability among the studied rivers. In all sites, periphyton samples were collected by brushing rocks and then fixed with formalin 8%. The following information was also recorded: water temperature, pH, conductivity and dissolved oxygen. Biological samples were analyzed with light and scanning electron microscopy. Here we discussed the following 11 taxa recorded for the first time to Colombia: *Achnantheidium macrocephalum* (Hustedt) Round & Bukhtiyarova, *Cymbopleura zimmermannii* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Chamaepinnularia brasiliana* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Ch. brasilianopsis* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Planothidium lagerheimii* (Cleve) Wetzel & Ector, *Eunotioforma curvula* (Hustedt) Kociolek & Burliga, *Gomphonema archaevibrio* fo. *cuneatum* Metzeltin & Lange-Bertalot, *Gomphonema capitatum* Ehrenberg, *Nitzschia clausii* Hantzsch and *N. filiformis* var. *conferta* (Richter) Lange-Bertalot. The genera *Eunotioforma* Kociolek & Burliga and *Chamaepinnularia* Lange-Bertalot are newly recorded for the country. We also analyzed the ultrastructure of *Nitzschia dissipata* (Kützing) Grunow already reported for the country but only studied with LM. Despite of being a species of cosmopolitan distribution, frequently cited in floras of different regions of the world, it is frequently misidentified so this analysis allowed us to confirm the identity of Colombian specimens.

Key words. Bacillariophyta, rivers, neotropic, Colombia, periphyton, morphology.

INTRODUCCIÓN

Las diatomeas de ambientes continentales en Colombia han sido citadas frecuentemente en trabajos limnológicos desde la década del ochenta, sin embargo recién casi 20 años más tarde se comenzaron a publicar trabajos referidos específicamente a flora y taxonomía del grupo (Montoya-Moreno *et al.* 2013). En la última década se han intensificado estos estudios tanto en ambientes lóticos como lénticos (Montoya-Moreno *et al.* 2011, 2012, Sala *et al.* 2002a, b, 2008, Sala & Ramírez 2008, Vouilloud *et al.* 2010, 2014), debido en parte al interés de los investigadores en desarrollar índices diatómicos y por tanto utilizarlas como indicadores de calidad del agua.

En Colombia, la mayoría de estudios sobre diatomeas bentónicas han estado enfocados

a escalas locales, principalmente de ríos andinos, en aspectos como la composición y la estructura de las comunidades (Pedraza-Garzón y Donato-Rondón, 2011; Ramírez y Plata-Díaz, 2008; Díaz-Quirós y Rivera-Rondón 2004, Rivera y Donato, 2008; entre otros). Aunque, tal como señaláramos, los estudios a nivel taxonómico son cada vez más frecuentes no se han realizado estudios en el país que contemplen la variabilidad morfológica y la ultraestructura de las poblaciones. Un estudio preliminar realizado para comparar la flora diatomológica de los departamentos de Amazonia, Córdoba, Santander, Antioquia y Chocó mostró que cada una de estas regiones presenta una flora particular y que la mayor similitud florística se halla entre cuerpos de agua de tierras bajas. Estas diferencias y similitudes fueron interpretadas en primera instancia como debidas a la influencia de la altitud y a las

condiciones ambientales relacionadas con la composición química del suelo (Sala *et al.*, datos no publicados).

El presente trabajo forma parte de un estudio sobre las diatomeas bentónicas de diferentes cuencas colombianas en el marco del proyecto “Elaboración de un índice de calidad biológica para ríos de zonas bajas y de piedemonte del país basado en comunidades biológicas acuáticas”, desarrollado en el Laboratorio de Biotecnología del Instituto Colombiano del Petróleo en colaboración con la División Ficología del Museo de La Plata, Argentina. Si bien el objetivo de dicho proyecto es evaluar la calidad ecológica de las aguas en los principales cuerpos de agua lóticos de tierras bajas, a través de la implementación de un índice de calidad biológica utilizando diatomeas, en una primera etapa es imprescindible la identificación detallada y precisa de la flora diatomológica.

El objetivo principal de este trabajo es describir, ilustrar y precisar la distribución en Colombia de taxones no registrados previamente o que están escasamente documentados en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras analizadas corresponden a los sitios de muestreo donde Ecopetrol S.A. realiza controles físicos, químicos y biológicos de acuerdo a los requerimientos de autoridades ambientales de cada región. Los datos presentados provienen del análisis de las primeras 165 muestras provenientes de 83 ríos de diferentes regiones del país: Llanos Orientales, Catatumbo, Caguan-Putumayo, Cauca Patía; Cordillera Oriental, Valles Superior, Medio e Inferior del Magdalena (Vouilloud *et al.* enviado). En todos, además de las muestras biológicas, se obtuvo información sobre temperatura del agua, pH, conductividad y oxígeno disuelto. Las muestras de perifiton

fueron colectadas cepillando la superficie delimitada por un marco acrílico de 25 cm², de un número variable de sustratos y posteriormente fijadas con formalina al 6-8%. Para la eliminación de materia orgánica las muestras fueron tratadas con H₂O₂ siguiendo el método descrito en CEN/TC 230 (2002). Para su análisis con microscopio óptico (MO) fueron montadas alicuotas en Naphrax® y para su análisis con microscopio electrónico de barrido (MEB) sobre tacos de vidrio posteriormente metalizados con oro-paladio. Los preparados fijos fueron analizados al MO en un microscopio Carl Zeiss Axio ScopeA1 con cámara fotográfica Cannon EOS-1000D® y los de MEB en un microscopio FEI-Quanta 450 en el Laboratorio de Microscopía del Instituto Colombiano del Petróleo y en un microscopio Jeol JSM-6360 LV del Servicio de microscopía Electrónica de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, Argentina.

La terminología empleada es la sugerida en Ross *et al.* (1979) y Barber & Haworth (1981). Las descripciones están acompañadas con información ambiental de cada sitio. Materiales tratados, sin tratar y preparados permanentes están depositados en el Laboratorio de Biotecnología del Instituto Colombiano del Petróleo (Piedecuesta, Colombia). En la Tabla 1 se enumeran solo las muestras en las que fueron hallados los taxones aquí descritos, acompañadas por los datos físico-químicos obtenidos *in situ*.

RESULTADOS

A los efectos de analizar la distribución de los taxones estudiados, las cuencas involucradas fueron delimitadas de acuerdo a la clasificación de cuencas sedimentarias de Colombia propuesta por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (Barrero, *et al.* 2007). La distribución de los taxones descritos en cada una de las mismas se muestra en la Figura 1.

Tabla 1. Listado de las muestras analizadas en este trabajo y las variables fisicoquímicas registradas *in situ*,

Código Muestra	Nombre del sitio de muestreo	Cuenca	Altitud msnm	Conductividad $\mu\text{S},\text{cm}^{-1}$	pH	Temperatura $^{\circ}\text{C}$	Oxígeno disuelto mg L^{-1}
200407478	Caño Quenane Aguas arriba	Llanos Orientales	281	232,0	7,00	25,6	8,5
200407479	Caño Quenane	Llanos Orientales	281	137,0	6,89	24,7	7,6
200423723	Quebrada El Sábalo	Caguán-Putumayo	338	761,0	7,18	27,2	5,6
200438023	Quebrada La Azul	Caguán-Putumayo	543	13,3	7,16	25,2	9,4
200423843	Quebrada NN1	Caguán-Putumayo	735	11,8	6,13	24,6	8,2
200424885	Quebrada El Soldado	Caguán-Putumayo	305	24,3	7,46	24,8	9,2
200450644	Afluente Quebrada Rondoyaquito	Caguán-Putumayo	1158	38,1	7,06	20,6	8,0
200416257	Quebrada El Diamante	Magdalena Valle Medio	123	40,8	6,48	31,0	6,4
200416262	Caño NN afluente de la Quebrada El Diamante	Magdalena Valle Medio	125	77,3	6,99	27,4	6,7
200438232	Caño NN Area sísmica Tenerife	Magdalena Valle Medio	91	62,9	6,33	27,5	3,0
200461793	Caño Doradas	Magdalena Valle Medio	86	8,7	5,06	30,0	3,7
200377018	Quebrada La Pita Aguas abajo	Magdalena Valle Medio	116	262,0	7,59	29,2	7,3
200442480	Río Tetuán	Magdalena Valle Superior	376	195,0	7,97	25,5	6,4
200468182	Quebrada Bilibil	Magdalena Valle Superior	438	224,0	8,18	25,8	7,8
200452617	Quebrada Azafranal	Magdalena Valle Superior	1341	145,0	7,48	20,4	7,5
200432420	Caño Mono	Catatumbo	94	25,6	6,64	28,4	7,5
200432421	Caño Mono	Catatumbo	82	516	7,63	30,2	5,1
200429617	Caño Grande 50m Aguas arriba pozo Sardinata	Catatumbo	62	-	5,88	29,2	4,5
200432427	Caño Zancudo	Catatumbo	133	11,7	4,91	26,6	5,9
200432428	Caño Zancudo	Catatumbo	133	18,8	6,09	26,8	6,5
200468640	Río Pamplonita	Catatumbo	414	200,0	7,00	23,6	7,5
200507681	Caño Verde	Llanos Orientales	413	13,4	5,69	26,5	7,0
200473752	Caño El Boral	Llanos Orientales	108	4,03	5,25	26,5	6,0
200473753	Caño El Boral	Llanos Orientales	103	3,56	5,25	26,5	6,4
200408588	Río Guayuriba	Llanos Orientales	322	137,0	7,92	25,2	8,5
200407050	Río Guayuriba	Llanos Orientales	322	187,0	8,33	27,0	8,9
200 554055	Río Guayuriba	Llanos Orientales	287	164,0	7,86	27,2	8,2
200482060	Río Manacacias	Llanos Orientales	180	14,2	6,99	31,0	8,9
200473749	Caño Negro	Llanos Orientales	107	3,43	5,39	27,5	5,7

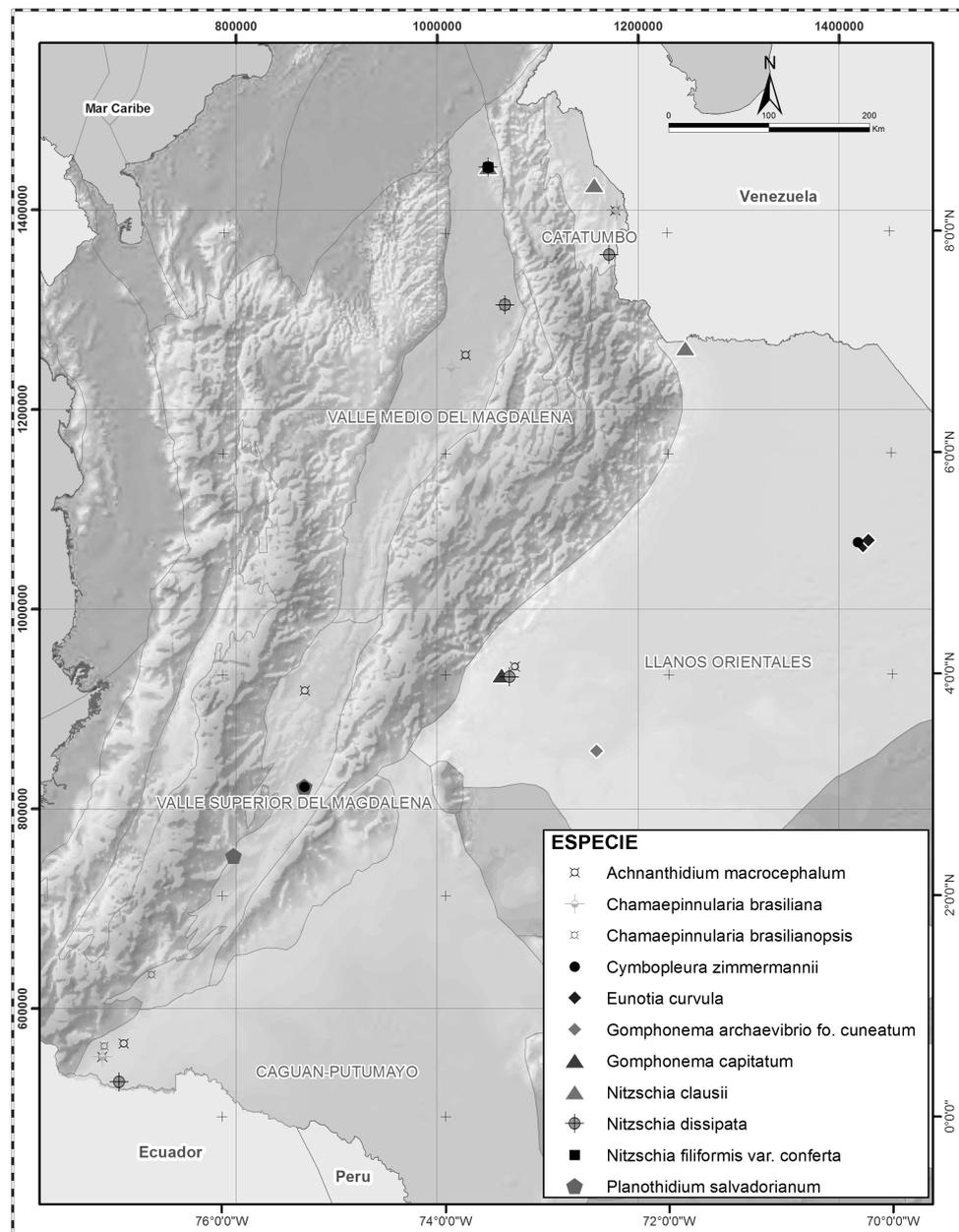


Figura 1. Mapa del área de estudio mostrando la distribución de las especies.

Achnanthisdium macrocephalum (Hustedt) Round & Bukhtiyarova (Figs. 2 a –g) Round & Bukhtiyarova. 1996. Diat. Res. 11: 345-361.

Basónimo: *Achnanthes minutissima* var. *macrocephala* Hustedt

Frústulo con una valva cóncava y la otra convexa. Valvas lanceoladas, frecuentemente asimétricas respecto del eje apical, con el centro inflado y los ápices subcapitados. Estrías difíciles de ver al MO, uniseriadas, radiales, particularmente en los ápices. Ambas valvas tienen un área axial estrecha, un área central elíptica, delimitada por el mayor espaciamiento de las estrías centrales que además son más cortas. **Valva con rafe (VR):** en vista externa rafe ligeramente sinuoso con ambas terminaciones apenas diferenciadas y rectas; en vista interna extremos proximales y distales del rafe curvados en sentido contrario.

Datos morfométricos: largo: 9-17 μm , ancho: 2,4-3,5 μm , estrías: 32-37 en 10 μm .

Observaciones: los materiales analizados concuerdan con el material tipo de la especie proveniente de Sumatra e ilustrado en Simonsen (1987): largo: 8-12,5 μm ; ancho: 2,5-3 μm y 28-37 estrías en 10 μm y con el material colectado en Sudáfrica (Taylor *et al.* 2007): largo: 5-25 μm ; ancho: 2,5-4 μm y 27-32 estrías en 10 μm .

Los especímenes observados se asemejan a *A. catenatum* (J. Bílý & Marvan) Lange-Bertalot. En 2011 Hlúbikova *et al.* estudiaron el material tipo de esta especie, sin embargo, los ejemplares presentados por estos autores no pueden diferenciarse al MO de los ejemplares tipo de *A. macrocephalum* (Simonsen, 1987) y los parámetros morfométricos presentan solapamiento de los rangos (largo: 10-17,5; ancho: 2.8-3.6, 30-32 estrías en 10 μm (VR), 30-34 estrías en 10 μm (VSR), 4-6 areolas/ estría). Dado que nuestros ejemplares presentan 3-4 (5) aréolas por estría salvo al centro donde se reducen a 2-3, y el *sternum* no se encuentra elevado como

ocurre en *A. catenatum*, consideramos que los materiales colombianos corresponden a *A. macrocephalum*.

Material estudiado: 200407478, 200423723, 200438023, 200416257, 200416262, 200438232, 200442480, 200432421.

Datos ecológicos: altitud: 130-530 msnm; conductividad: 23,5-761 $\mu\text{S cm}^{-1}$; T: 20-31°C; pH: 6,99-7,95; oxígeno disuelto: 5,6-9,4 mg l^{-1}

Distribución: esta especie tiene pocas citas, sin embargo ha sido señalada para lugares distantes como Gran Bretaña, Sudáfrica, Sumatra, entre otros (Guiry & Guiry, 2015) por lo que tendría una distribución cosmopolita. Se registra por primera vez en Colombia, estando representada en prácticamente todas las cuencas estudiadas (Figura 1).

Planothidium lagerheimii (Cleve) Wetzel & Ector (Figs. 2 h –m) Wetzel & Ector. 2014. Phytotaxa 188 (5): 263

Basónimo: *Cocconeis lagerheimii* Cleve

Sinónimos: *Cocconeis rudis* Frenguelli

Achnanthes salvadoriana Hustedt

Planothidium salvadorianum (Hustedt) Lange-Bertalot

Valvas anchamente-lanceoladas con ápices agudos. **Valva con rafe (VR):** estrías uniseriadas presentes únicamente cerca del margen valvar y a la altura del rafe, interrumpidas por un área lisa en forma de H. Rafe filiforme con extremos externos proximales dilatados y distales rectos. Internamente los extremos proximales del rafe están curvados en sentido opuesto. **Valva sin rafe (VSR):** área axial muy amplia, elíptica; área central asimétrica con la estructura en forma de herradura característica del género. En algunos ejemplares ésta tiene forma de bolsillo y en otros está hundida. Estrías biseriadas, triseriadas hacia el margen, paralelas en el centro y radiales en los extremos.

Datos morfométricos: largo: 28-31 μm ; ancho: 15-16 μm ; estrías: valva sin rafe 6-8 en 10 μm , valva con rafe 18-21 en 10 μm .

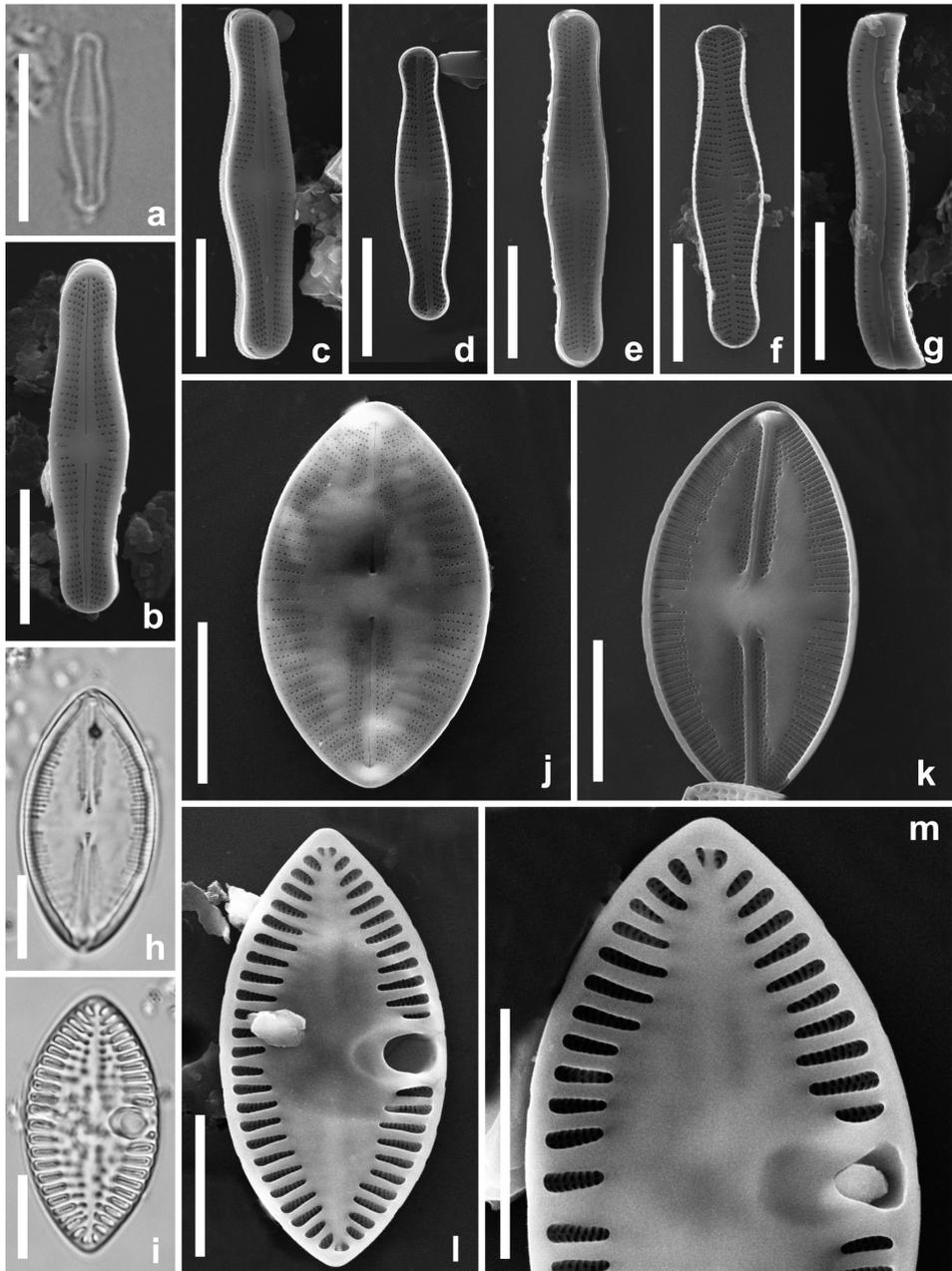


Figura 2. a-g. *Achnanthisdium macrocephalum*. **a.** MO. Vista general de un frústulo, valva con rafe. **b-g.** MEB. **b-c.** Vistas externas de la valva con rafe. **d.** Vista interna de la valva con rafe. **e.** Vista externa de la valva sin rafe. **f.** Vista interna de la valva sin rafe. **g.** Frústulo en vista conectival. **h-m.** *Planothidium lagerheimii*. **h-i.** MO. **h.** Valva con rafe. **i.** Valva sin rafe. **j-m.** MEB. **j.** Vista externa de la valva con rafe. **k.** Vista interna de la valva con rafe. **l.** Vista interna de la valva sin rafe. **m.** Detalle de la vista interna de la valva sin rafe. Escala: a, h-m: 10 μ m; b-g: 5 μ m.

Observaciones: los especímenes estudiados concuerdan con el material ilustrado por Wetzel & Ector (2014).

Material estudiado: 200468182 y 200452617.

Datos ecológicos: altitud 530 msnm; conductividad: 145-224 $\mu\text{S cm}^{-1}$; T: 28,2 °C; pH: 7,5-8,18; oxígeno disuelto: 7,5-7,8 mg l⁻¹.

Distribución: esta especie americana (Wetzel & Ector, 2014), es registrada por primera vez en Colombia. En el área de estudio fue hallada solo en la Cuenca Alta del Magdalena.

Eunotioforma curvula (Hustedt) Kociolek & Burliga (Figs. 3 a-c)
Burliga *et al.* 2013. Phytotaxa 79: 53.

Basionimo: *Eunotia curvula* Hustedt

Valvas largas y delgadas con una relación largo/ancho entre 16 y 19, curvas, de márgenes paralelos. Ápices redondeados. *Sternum* muy delgado visible aún en el MO. Estrías uniseriadas, paralelas en toda la valva y radiales en los ápices. Interestrías con pequeños mamelones silíceos que al MEB le dan un aspecto rugoso a la superficie valvar. Rafe corto en forma de U, muy desarrollado en la superficie valvar por lo que es visible al MO.

Datos morfométricos: largo: 106-143 μm ; ancho: 6-9 μm ; estrías: 16-21 en 10 μm .

Observaciones: las dimensiones de los materiales analizados concuerdan con las del material tipo de *E. curvula* Hustedt ilustrado en Simonsen (1987), los ejemplares tipo fotografiados presentan un largo de 117-155 μm , un ancho de 6,5-7 μm y 20-22 estrías en 10 μm . Los materiales analizados difieren de *Eunotioforma mattogrossiana* Kociolek *et al.*, en el ancho valvar (8-14 μm) y en el número de rimoportulae (2-4). En lo referente a la taxonomía de la especie se siguió el criterio de Burliga *et al.* 2013.

Material estudiado: 200473752 y 200473753.

Datos ecológicos: altitud: 370 msnm; conductividad: 3,79 $\mu\text{S cm}^{-1}$; T: 26,5 °C; pH: 5,25; oxígeno disuelto: 6,2 mg l⁻¹.

Distribución: el género *Eunotioforma* y esta especie neotropical cuya localidad tipo es el Río Erereri (Brasil), se citan por primera vez para Colombia. En el área de estudio solo fue hallada en Cuenca de los Llanos Orientales.

Cymbopleura zimmermannii Metzeltin & Lange-Bertalot (Fig. 3d)
Metzeltin & Lange-Bertalot. 2007. Iconogr. Diatomol. Vol. 18, p. 68, Pl. 199: 1-6.

Valvas lanceoladas apenas dorsiventrales, con ápices bien diferenciados, rostrados y cortos. Área axial lanceolada; área central indiferenciada. Estrías uniseriadas, radiales en toda la valva. Rafe filiforme, con los extremos proximales rectos, apenas diferenciados.

Datos morfométricos: largo: 14-31 μm ; ancho: 7-11 μm ; estrías: 12-16 en 10 μm .

Observaciones: no fue posible analizar el material al MEB por lo que no se pueden comparar los detalles ultraestructurales con el material tipo, sin embargo al MO, los ejemplares analizados coinciden claramente con los especímenes tipo de Brasil fotografiados por Metzeltin & Lange-Bertalot (2007); solo se observaron algunos ejemplares con la misma morfología pero de menor tamaño, ampliando de esta manera el rango de variación de la especie.

Material estudiado: 200468182 y 200473749.

Datos ecológicos: altitud 370 msnm; conductividad: 3,43-179 $\mu\text{S cm}^{-1}$; T: 28°C; pH: 5,39-7.1; oxígeno disuelto: 5,7-6 mg l⁻¹.

Distribución: esta especie neotropical Metzeltin & Lange-Bertalot (2007) es registrada por primera vez en Colombia, hallada en la cuenca del Alto Magdalena y los Llanos Orientales.

Gomphonema archaevibrio fo. cuneatum Metzeltin & Lange-Bertalot (Figs. 3e-f)
Metzeltin & Lange-Bertalot 1998. Iconogr. Diatomol. Vol. 5: 111, Fig. 160: 4-7

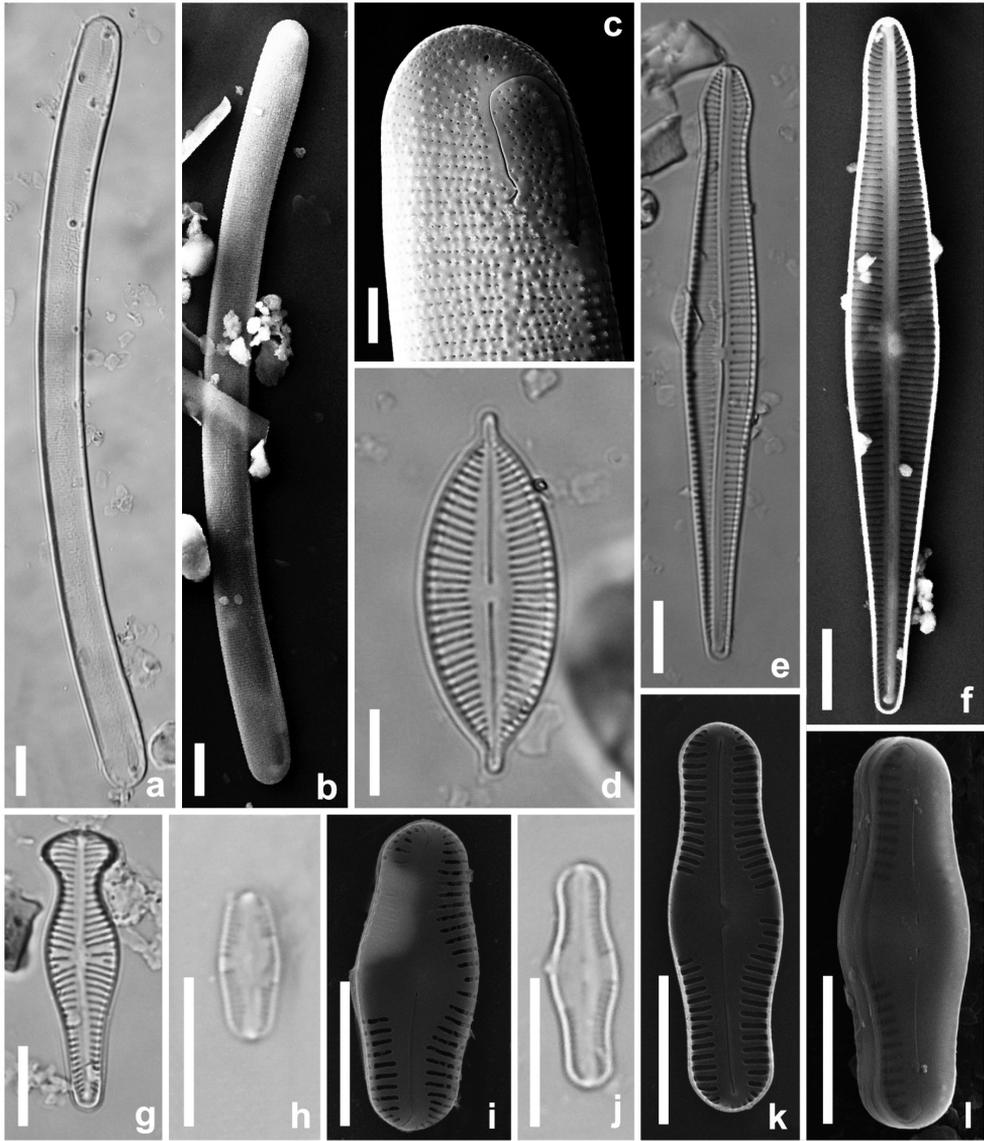


Figura 3. a-c. *Eunotioforma curvula*. a. MO. Vista general de la valva. b-c. MEB. b. Vista valvar externa. c. detalle del extremo valvar. d. *Cymbopleura zimermanii*. MO. Vista general de la valva. e-f. *Gomphonema archaeovibrio* fo. *cuneatum*. e. MO. Vista general de un frústulo. f. Vista valvar interna. g. *Gomphonema capitatum*. MO. Vista general de la valva. h-i. *Chamaepinnularia brasiliana*. h. MO. Vista general de la valva. i. MEB. Vista valvar externa. j-l. *Chamaepinnularia brasilianopsis*. j. MO. Vista general de la valva. k-l. MEB. k. Vista valvar externa. l. Vista valvar interna.

Escala: a-b, d-h, j: 10 μ m; i-k-l: 5 μ m; c: 2 μ m

Valvas estrechas, lanceoladas, con el polo apical bien diferenciado, cuneado. Área axial estrecha, área central ausente, sólo se observa una de las estrías centrales ligeramente acortada. Estigma con abertura interna alargada, apenas distinguible al MEB. Rafe lateral, extremos proximales internos curvados en el mismo sentido y extremos distales terminados en *helicoglossae* prominentes. Estrías uniseriadas paralelas a ligeramente radiales. Esta forma se diferencia de la forma tipo por el polo apical diferenciado. El resto de los caracteres ultraestructurales coinciden.

Datos morfométricos: largo: 58-85 μm ; ancho: 9-11.5 μm ; estrías: 7-10 en 10 μm (centro) y 10-15 en 10 μm (extremos).

Observaciones: los materiales ilustrados concuerdan en las características morfológicas con *Gomphonema archaeovibrio* fo. *cuneatum* Metzeltin & Lange-Bertalot 1998: 406, pl. 160: figs 4-7, en cuanto a la morfometría solamente se observaron diferencias en el tamaño de las células ya que los autores señalan que sus especímenes tienen un largo de 83,5-110 μm y un ancho de 12,5-14 μm , lo que permite ampliar el rango de variación del taxón.

Material estudiado: 200482060.

Datos ecológicos: altitud 370 msnm; conductividad: 14,2 $\mu\text{S cm}^{-1}$; T: 31°C; pH: 6,99; oxígeno disuelto: 8,9 mg l^{-1} .

Distribución: tanto la forma tipo como ésta son neotropicales. La variedad tipo fue citada para la Amazonia colombiana (Sala *et al.* 2002a), esta forma descrita para Brasil (Amazonas), se reporta por primera vez para Colombia y fue hallada solo en los Llanos Orientales.

Gomphonema capitatum Ehrenberg (Fig. 3 g) Ehrenberg 1838. Die Infus. als vollk. Org.: 217.

Sinónimos homotípicos:

Gomphonema constrictum var. *capitatum* (Ehrenberg) Grunow

Gomphonema truncatum var. *capitata* (Ehrenberg) Woodhead & Tweed

Gomphonema constrictum f. *clavata* (Ehrenberg) Cleve-Euler
Gomphonema constrictum f. *capitata* (Ehrenberg) Hustedt

Valvas fuertemente heteropolaras con el polo apical notoriamente capitado, el centro ensanchado y el polo basal delgado. Área axial delgada, área central simétrica con las estrías centrales largas y las 2 adyacentes muy cortas; 1 estigma presente. Rafe lateral. Estrías radiales en toda la valva.

Datos morfométricos: largo: 35 μm ; ancho: 9 μm ; estrías: 10-11 en 10 μm (centro) y 15-16 en 10 μm (extremos).

Observaciones: para la nomenclatura de la especie se siguió a Reichardt (2001)

Material estudiado: 200408588.

Datos ecológicos: altitud 370 msnm; conductividad: 137 $\mu\text{S cm}^{-1}$; T: 27 °C; pH: 7,92; oxígeno disuelto: 8,5 mg l^{-1} .

Distribución: según Guiry & Guiry (2015) esta especie tiene una amplia distribución pero no ha sido citada en Colombia hasta el presente (Montoya-Moreno *et al.*, 2013) en el área de estudio solo fue hallada en los Llanos Orientales.

Chamaepinnularia brasiliensis Metzeltin & Lange-Bertalot (Figs. 3 h-i) Metzeltin & Lange-Bertalot 1998. Iconogr. Diat. 5: 31, T. 86, Figs. 25-27.

Valvas con márgenes ligeramente ensanchados en el centro de la valva y ápices ampliamente redondeados. Estrías conspicuas, alveoladas, paralelas a ligeramente radiales, regularmente distribuidas a lo largo de la valva e interrumpidas en el centro valvar. Área axial ancha; área central asimétrica, hacia uno de los lados las estrías se distribuyen irregularmente y en el otro faltan. Rafe arqueado, extremos proximales externos rectos ligeramente dilatados, extremos distales curvados en el mismo sentido.

Datos morfométricos: largo: 9-10,3 μm , ancho: 3-4 μm , estrías: 18-22 en 10 μm .

Observaciones: los ejemplares estudiados concuerdan con el material tipo en el contorno valvar, las áreas central y axial; pero difieren ligeramente en el tamaño (largo: 12-24 μm , ancho: 4-4,8 μm).

Material estudiado: 200407479, 200429617, 200432427, 200432428, 200432420, 200461793, 200438023.

Datos ecológicos: altitud: 150-370 msnm; conductividad: 8,68-137 $\mu\text{S cm}^{-1}$; Temperatura: 25-28°C; pH: 4,91-7,16; oxígeno disuelto: 3,7-9,4 mg l^{-1}

Distribución: el género *Chamaepinnularia* solo fue hallado en el Complejo Cenagoso de Ayapel (Montoya-Moreno 2011 en Montoya-Moreno *et al.* 2013) pero ésta es la primera vez que se describen e ilustran materiales de Colombia. Esta especie neotropical (Metzeltin & Lange-Bertalot, 1998) que presentó una amplia distribución en las cuencas estudiadas se registra por primera vez en el país.

Chamaepinnularia brasilianopsis Metzeltin & Lange-Bertalot 1998 (Figs. 3j-l)
Metzeltin & Lange-Bertalot 1998, Iconogr. Diat. 5: 32, Figs. 86: 21-24.

Valvas elípticas, con polos ampliamente redondeados, márgenes inflados en el centro de la valva. Estrías alveoladas, radiales, espaciadas e interrumpidas en el centro de la valva. Área axial ancha, área central asimétrica, conformando ambas un área lisa romboidal. Rafe filiforme; extremos proximales externos rectos (ligeramente dilatados); fisuras terminales con forma de gancho, curvadas en el mismo sentido. Extremos proximales internos curvados hacia el mismo lado, extremos terminales finalizando en *helictoglossae* pequeñas.

Datos morfométricos: largo 12.5-16 μm , ancho: 3.7-5 μm ; estrías: 22-28 en 10 μm .

Observaciones: los autores de la especie no muestran detalles ultraestructurales, pero el contorno valvar y la distribución de estrías concuerdan con el material tipo. Solo observamos ligeras diferencias en la

morfometría ya que el material tipo presenta un largo de 10-14 μm , un ancho de 3,5-4 μm y 23-25 estrías en 10 μm .

Material estudiado: 200407478, 2007479, 200423843, 200424885, 200450644, 200407479, 200416257.

Datos ecológicos: altitud: 279-370 msnm; conductividad: 24,3-145 $\mu\text{S cm}^{-1}$; Temperatura: 20,6-31°C; pH: 6,48-7,48; oxígeno disuelto: 6,42-9,2 mg l^{-1} .

Distribución: Metzeltin & Lange-Bertalot (1998), señalan que esta especie está ampliamente distribuida en la región neotropical; reportada en Brasil, Guyana y Venezuela (localidad tipo). Se registra por primera vez para Colombia en las cuencas de los Llanos Orientales, Caguán-Putumayo y Valle Medio del Magdalena.

Nitzschia clausii Hantzsch (Figs. 4a-d)
Hantzsch 1860. Hedwigia 2(7): 40, Pl. 6, Fig. 7

Sinónimo homotípico: *Nitzschia sigma* var. *clausii* (Hantzsch) Grunow

Sinónimo heterotípico: *Nitzschia curvula* var. *subcapitata* Rabenhorst

Valvas sigmoideas con ápices rostrados. Estrías uniseriadas, paralelas en toda la valva. Areolas circulares a ovoides, las contiguas al canal del rafe de mayor tamaño. Área central marcada por el acortamiento de las dos estrías medias. Canal del rafe biarqueado, con una hilera de pequeñas areolas a cada lado de la fisura del rafe. Rafe filiforme con los extremos externos distales en forma de gancho, curvados en sentido dorsal o ventral pero en cada individuo están curvados hacia el mismo lado. Extremos proximales externos, largos, de la misma longitud, curvados en sentido dorsal formando un ángulo casi recto. Nódulo central y *helictoglossae* muy pequeños.

Datos morfométricos: largo: 13-44 μm ; ancho: 3-5 μm ; fibulas 8-12 en 10 μm ; estrías: 31-45 en 10 μm ; areolas 33-49 en 10 μm .

Observaciones: los especímenes estudiados difieren de los descritos por Kociolek (2011)

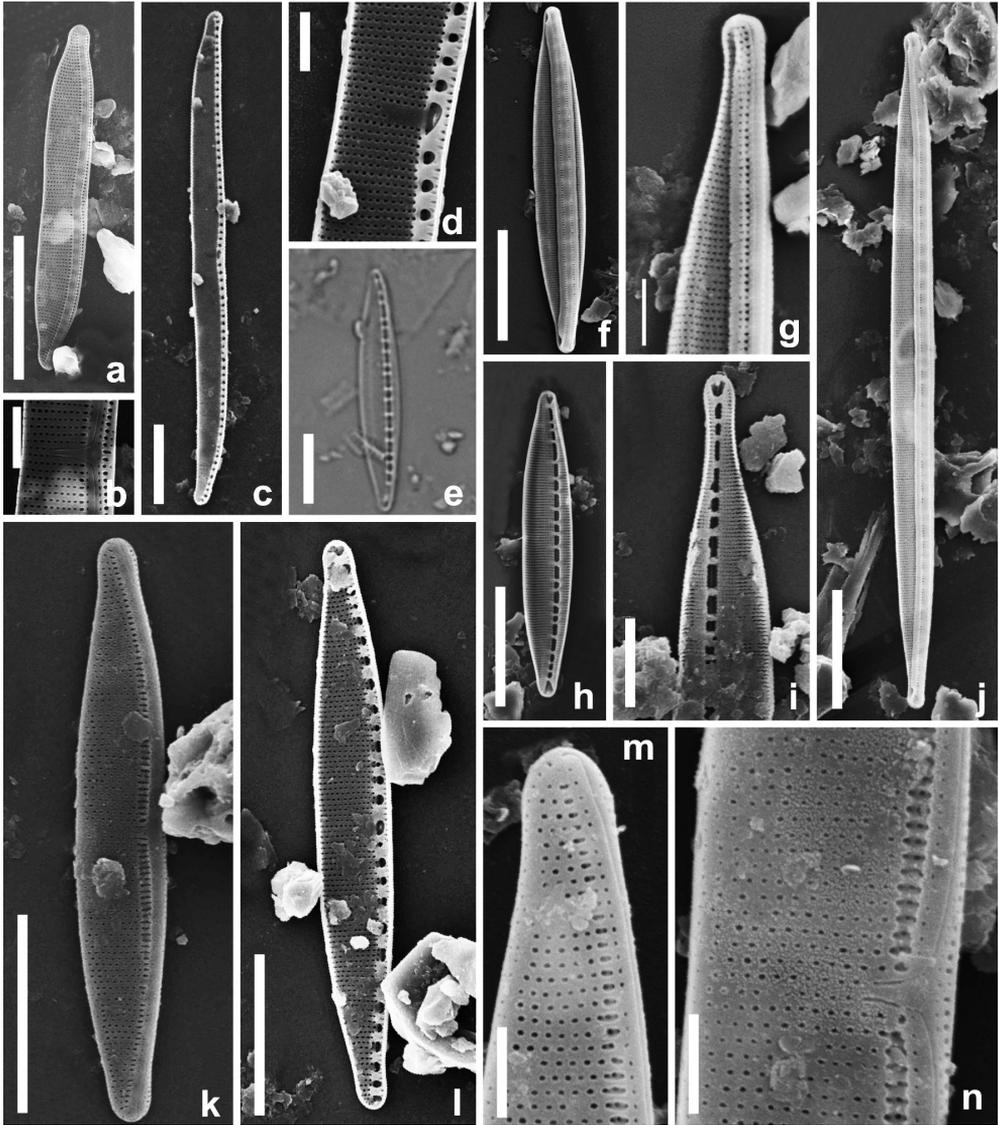


Figura 4. a-d. *Nitzschia clausii*. **a-d.** MEB. **a.** Vista valvar externa. **b.** detalle del centro de la valva en vista externa. **c.** Vista valvar interna. **d.** detalle del centro de la valva en vista interna. **e-j.** *Nitzschia dissipata*. **e.** MO. Vista general de la valva. **f-j.** MEB. **f.** Vista valvar externa. **g.** detalle del extremo en vista valvar externa. **h.** Vista valvar interna. **i.** detalle del extremo en vista valvar interna. **j.** Vista valvar externa. **k-n.** *Nitzschia filiformis* var. *conferta*. MEB. **k.** Vista valvar externa. **l.** Vista valvar interna. **m.** detalle del extremo valvar en vista externa. **n.** detalle del extremo valvar en vista interna.

Escala: a, c, f, h, j-l: 10 μ m; i: 5 μ m; b, d, g, m-n: 2 μ m

en que los extremos proximales del rafe tienen diferente longitud y que algunos ejemplares pueden ser de mayor tamaño (20-68 μm) y tener mayor densidad de fíbulas (10-13 en 10 μm). Sin embargo, dado que los detalles de la morfología valvar concuerdan consideramos que los ejemplares de Estados Unidos de Norteamérica son conespecíficos con los colombianos.

Material estudiado: muestras 200377018, 200429617 y 200507681

Datos ecológicos: altitud 155-320 msnm; conductividad: 13,4 $\mu\text{S cm}^{-1}$; T: 25-28°C; pH 5,7-5,9; oxígeno disuelto: 4,5-7 mg l^{-1} .

Distribución: Canadá, Europa, Islandia, América del Norte, América del Sur (Brasil y Argentina), Australia y Nueva Zelanda (Guiry & Guiry, 2015). Se cita por primera vez para Colombia.

Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow (Figs. 4e-j)

Grunow 1862. Verhand. Kaiser.-König. Zool.-Bot. Ges. in Wien 12: 561

Basiónimo: *Synedra dissipata* Kützing

Sinónimos homotípicos: *Nitzschia dissipata* (Kützing) Rabenhorst

Nitzschia palea f. *dissipata* (Kützing) Rabenhorst

Homoeocladia dissipata (Kützing) Kuntze

Nitzschia palea var. *dissipata* (Kützing) Schönfeldt

Valvas lineares a lanceoladas, con ápices rostrados a subcapitados, desde ligera a fuertemente diferenciados del resto de la valva. El canal del rafe es prominente y ligeramente excéntrico o ubicado cerca del eje axial de la valva. Fíbulas notorias paralelas al eje transapical. Interespacios fibulares rectangulares a cuadrangulares. *Conopeum* presente, visible al MO como dos líneas paralelas en la posición del rafe, al MEB se observa que presenta una hilera de areolas a cada lado de la fisura del rafe. Las estrías uniseriadas no son visibles al

MO. Areolas circulares a ovoides. Fisuras terminales del rafe en forma de gancho, el rafe es continuo en el centro de la valva.

Datos morfométricos: largo: 26-44 μm ; ancho: 3,3-7 μm ; l/a: 6-16; fíbulas 7-10 en 10 μm ; estrías: 42-46 en 10 μm ; areolas 58-61 en 10 μm .

Observaciones: la morfología valvar de los ejemplares colectados en diferentes sitios del área de estudio muestra que a pesar de la variación en el contorno valvar y las dimensiones, no hay variaciones en los detalles ultraestructurales lo que indica que todos pertenecen al mismo taxón. Al comparar los materiales estudiados con lo señalado por Manoylov (2010) observamos que estos concuerdan con *N. dissipata* var. *dissipata*. El ejemplar de la Fig. 4i podría pertenecer a la variedad *oligotraphenta*, sin embargo esta variedad característica de aguas oligotróficas está mal documentada en la bibliografía y al haber encontrado en el área de estudio un solo ejemplar roto, proponemos denominar este ejemplar como *N. dissipata* hasta que pueda analizarse un mayor número de especímenes y correlacionarlos con los datos ambientales.

Material estudiado: 200377018, 200416262, 200468640, 200554055 y 200407050

Datos ecológicos: altitud 155-370 msnm; conductividad: 77,3-200 $\mu\text{S.cm}^{-1}$; T: 27-28°C; pH: 6,8-8,3; oxígeno disuelto: 5,7-8,9 mg l^{-1} .

Distribución: Europa, América del Norte, Sudamérica, Asia, Australia y Nueva Zelanda. En Colombia fue citada para el Río Tota (Boyacá) y Humedal Juan Amarillo (Cundinamarca) según Montoya Moreno *et al.* (2013). Esta es la primera vez que se analiza el material colombiano al MEB y se amplía su distribución a las cuencas de Catatumbo, Llanos Orientales, Caguán-Putumayo y valle medio del Magdalena.

Nitzschia filiformis var. *conferta* (Richter) Lange-Bertalot (Figs. 4 k-n)

Lange-Bertalot 1987. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/2: 28

Basiónimo: *Homoeocladia conferta* Richter

Sinónimo: *Nitzschia accedens* Hustedt

Valvas sigmoideas con ápices redondeados ligeramente diferenciados del resto de la valva. Estrías uniseriadas, paralelas en casi toda la valva. Cerca del canal del rafe la especie presenta una serie de depresiones en las que se ubican de 1 a 3 areolas. Canal del rafe liso, biarqueado. Rafe filiforme con los extremos distales externos en forma de gancho, curvados en sentido dorsal y extremos proximales de diferente longitud, curvados dorsalmente formando un ángulo obtuso.

Datos morfométricos: largo: 31-41 μm ; ancho: 4,5-5,4 μm ; estrías: 33-35 en 10 μm ; areolas 33-38 en 10 μm

Observaciones: los materiales estudiados concuerdan en la morfometría y en la morfología valvar con los señalado por Krammer & Lange- Bertalot (1997). Esta variedad se diferencia de *N. claussi*, también presente en el área de estudio, en la longitud de las terminaciones proximales del rafe más cortas y en la presencia de un área hundida cercana al rafe en la que se encuentran 1 o 2 areolas.

Material estudiado: muestra 200377018.

Datos ecológicos: altitud 279 msnm; conductividad: 137 $\mu\text{S cm}^{-1}$; T: 27,7°C; pH: 6,8; oxígeno disuelto: 5,7 mg l⁻¹.

Distribución: Europa y América del Norte (Guiry & Guiry, 2015). Esta variedad se cita por primera vez para Colombia. En el país ha sido mencionada la variedad tipo (Moreno-Moreno *et al.* 2013).

CONSIDERACIONES FINALES

A partir del análisis con MO y MEB de 165 muestras distribuidas en diferentes cuencas de Colombia, se reconocieron más de 500 taxones. A pesar de contar con las herramientas adecuadas para su determinación, aproximadamente la mitad de ellos no pudieron ser asignados a especies descritas, lo que evidencia por un lado la falta

de información sobre el grupo en América del Sur y por otro refuerza la idea ya introducida por Metzeltin & Lange-Bertalot (1998) de que el neotrópico tiene una flora particular con un alto grado de endemismo. Presumiblemente, muchos de estos taxones no determinados son nuevas especies para la ciencia, lo que ya había sido observado en otras regiones de Colombia (Vouilloud *et al.* 2010, 2014 y Montoya-Moreno *et al.* 2012, Sala *et al.* 2013, 2014). En el presente trabajo reunimos 11 taxones de los cuales *Achnanthydium macrocephalum*, *Cymbopleura zimmermannii*, *Chamaepinnularia brasiliana*, *Ch. brasilianopsis*, *Planothydium lagerheimii*, *Eunotioforma curvula*, *Gomphonema archaeovibrio* fo. *cuneatum*, *Gomphonema capitatum*, *Nitzschia claussii* y *N. filiformis* var. *conferta* se mencionan por primera vez para Colombia. Asimismo, éste es el primer registro del género *Eunotioforma* y la primera vez que se describen e ilustran materiales colombianos del género *Chamaepinnularia*.

Nitzschia dissipata, una especie considerada cosmopolita, es frecuentemente citada en las floras de diferentes regiones del mundo como muy abundante. Sin embargo, Hlúbíková *et al.* (2012) señalan que el nombre *N. dissipata* está erróneamente utilizado ya que los ejemplares así denominados en la bibliografía no se corresponde con la morfología fina del material tipo. Dado que este problema de nomenclatura no ha sido formalmente resuelto y publicado, debemos utilizar este nombre ajustándonos al criterio corrientemente aceptado en la bibliografía de referencia con el que concuerdan los materiales colombianos. Según Montoya-Moreno *et al.* (2013) esta especie fue mencionada para Colombia en el Río Tota (Boyacá) y el Humedal Juan Amarillo (Cundinamarca). A pesar de no tratarse de un nuevo registro la incluimos en este trabajo ya que se analizan por primera vez materiales colombianos con microscopía electrónica.

En cuanto a la distribución geográfica de las especies analizadas *Cymbopleura zimmermannii*, *Planothidium lagerheimii*, *Chamaepinnularia brasiliana*, *Ch. brasilianopsis*, *Eunotioforma curvula* y *Gomphonema archaevibrio* fo. *cuneatum* son taxones que hasta el presente solo han sido mencionados en el neotrópico. Estos resultados apoyan la hipótesis de que existe una flora de diatomeas propia de esta región.

A partir del análisis de la distribución de las especies aquí tratadas (Fig. 1), podemos observar que *Achnanthydium macrocephalum* es la especie más ampliamente distribuida, presente en prácticamente todas las cuencas estudiadas, aunque con mayor recurrencia en la cuenca media del Magdalena. *Nitzschia filiformis* var. *conferta*, *N. dissipata* y *N. clausii* fueron también frecuentemente observadas en las del Magdalena medio, donde los sustratos predominantes son limos, arenas y arcillas (Ovalle et al. 2012), lo que favorece la presencia de formas móviles como *Nitzschia* y *Achnanthydium* (Plata-Díaz et al. 2012). Se destaca la distribución de *Eunotioforma curvula* de manera exclusiva en los llanos orientales dentro de la gran cuenca del Orinoco, zona de suelos ácidos por el predominio de óxidos de hierro y aluminio (IGAC, 1998). *Planothidium lagerheimii* fue registrado específicamente en la cuenca alta del Magdalena, cuyos lechos rocosos y estacionalidad del flujo son característicos en esta zona de piedemonte andino. *Gomphonema capitatum* y *G. archaevibrio* var. *cuneatum*, fueron registradas en la cuenca de los llanos orientales en aguas con pH neutro, aunque *G. capitatum* solo ha sido encontrada hacia la zona de piedemonte y *G. archaevibrio* var. *cuneatum* en la zona más interna o altillanura.

LITERATURA CITADA

BARBER, H.G. & E.Y. HAWORTH. 1981. *A guide to the morphology of the diatom frustule with a key to the British freshwater*

genera. Kendal: Freshwater Biological Association. (Scientific Publication, 44). 112 p.

BURLIGA, A.L., KOCIOLEK, J.P., SALOMONI, S.E. & D. FIGUEIRIDO. 2013. A new genus and species in the Diatom Family Eunotiaceae Kützing (Bacillariophyceae) from the Amazonian hydrographic region, Brazil. *Phytotaxa* 79(2): 47-57.

BARRERO, D., A. PARDO, C. VARGAS, J.F. MARTÍNEZ. 2007. Colombian Sedimentary Basins. Editorial Agencia Nacional de Hidrocarburos. 113 pp. Bogotá.

CEN/TC 230. 2002. Water quality-Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers. European Standard. CEN/TC 230 prEN 13946: Committee on European Normalization 14 p. Brussels.

DÍAZ-QUIRÓS, C., C.A. Rivera-Rondón. 2004. Diatomeas de pequeños ríos andinos y su utilización como indicadores de condiciones ambientales. *Caldasia* 26: 381-394.

GUIRY, M.D. & G.M. GUIRY. 2015. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 12 February 2015.

HLÚBIKOVÁ, D., L. ECTOR & L. HOFFMAN. 2011. Examination of the type material of some diatom species related to *Achnanthydium minutissimum* (Kütz.) Czarn. (Bacillariophyceae). *Algological Studies* 136/137: 19-43.

HLÚBIKOVÁ, D., O. MONNIER, B. VAN DER VIJVER, L. HOFFMAN & L. ECTOR. 2012. Comparative study of types of several freshwater *Nitzschia* of the Section *Dissipatae* with description of new species. In Sabbe, K., B. Van der Vijver & V. Vyverman. (Eds) 22nd International Diatom Symposium, Aula Academica, Ghent. Abstracts VLIZ special publication 58: 171.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI -IGAC-. 1988. Suelos y Bosque de Colombia. Subdirección de Agrología. Bogotá.

- KOCIOLEK, J.P. 2011. *Nitzschia clausii*. In Diatoms of the United States. Retrieved December 05, 2012, from http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/nitzschia_clausii
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1997. *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/2. Bacillariophyceae. Epithemiaceae, Bacillariaceae, Surirellaceae*. Gustav Fischer. Jena.
- MANOYLOV, K. 2010. *Nitzschia dissipata*. In Diatoms of the United States. Retrieved February 9, 2015, from http://westerndiatoms.colorado.edu/taxa/species/nitzschia_dissipata
- METZELTIN, D. & H. LANGE-BERTALOT. 1998. *Tropical diatoms of South America I*. In: Lange-Bertalot. H. (Ed.). *Iconographia Diatomologica 5*. Koeltz Scientific Books. Königstein. Germany. 695p.
- METZELTIN, D. & H. LANGE-BERTALOT. 2007. *Tropical diatoms of the South America II*. *Iconographia Diatomologica 18*. A.R.G. Gantner Verlag K.G. Koenigstein. 877p.
- MONTOYA MORENO, Y., S. E. SALA, A.A. VOUILLOUD & N. AGUIRRE. 2011. *Capartogramma crucicula* (Grunow ex Cleve) Ross, un nuevo registro del género para Colombia. *Universitas Scientiarum* 16: 70-76.
- MONTOYA MORENO, Y., S. E. SALA, A.A. VOUILLOUD & N. AGUIRRE. 2012. Diatomeas (Bacillariophyta) Perifíticas del Complejo Cenagoso de Ayapel, Colombia. I. *Caldasia* 34: 57-474.
- MONTOYA MORENO, Y., S. E. SALA, A.A. VOUILLOUD & N. AGUIRRE & Y. PLATA-DÍAZ. 2013. Lista de las diatomeas continentales de Colombia. *Biota Colombiana* 14: 13-78.
- OVALLE, H., PLATA-DÍAZ, Y, F. REYES, A. PIMIENTA, H. W. RISS. 2012. Biodiversity of South American lowland streams-natural scenery and anthropogenic facts. 8° Symposium of European Freshwater Sciences. July 1-5. Münster, Germany. Conference proceedings.
- PEDRAZA-GARZÓN, E., J. DONATO-RONDÓN. 2011. Diversity and distribution of diatoms in a mountain stream of the Colombian Andes. *Caldasia* 33: 177-191.
- PLATA-DÍAZ Y., E. PEDRAZA, S. SALA, H. OVALLE, H. W. RISS, F. REYES & A. PIMIENTA-RUEDA. 2012. Variaciones regionales del ensamble de diatomeas en ríos de Colombia: una primera aproximación. IX Seminario Colombiano de Limnología. *Actualidades Biológicas* 34: 110.
- RAMÍREZ C. A., PLATA-DÍAZ Y. 2008. Diatomeas perifíticas en diferentes tramos de dos sistemas lóticos de alta montaña (Páramo de Santurbán, Norte de Santander, Colombia) y su relación con las variables ambientales. *Acta Biol. Colomb.* 13(1): 199-216.
- REICHARDT, E. 2001. Revision der Arten um *Gomphonema truncatum* und *G. capitatum*. In: Lange-Bertalot-Festschrift. *Studies on Diatoms*. En: R. Jahn, J.P. Kociolek, A. Witkowski & P. Compère (eds). A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, p. 187-224.
- RIVERA, C. A., J. C. DONATO. 2008. Influencia de las variaciones hidrológicas y químicas sobre la diversidad de diatomeas bénticas. pp. 83-101. En: J.C. Donato (ed.). *Ecología de un río de montaña*. Bogotá D.C.
- ROSS, R., E.J. COX, D.G. KARAYEVA, D.G. MANN, T.B. PADOCK, R. SIMONSEN & P.A. SIMS. 1979. An emended terminology for the siliceous components of the diatom cell. *Nova Hedwigia* 64: 513-533.
- SALA, S.E., S. DUQUE, M. NÚÑEZ-AVELLANEDA & A. LAMARO. 2002a. Diatoms from the Colombian Amazonia I. *Cryptogamie Algologie* 23: 75-99.
- SALA, S.E., S. DUQUE, M. NÚÑEZ-AVELLANEDA & A. LAMARO. 2002 b. Diatoms from the Colombian Amazon: some species of the genus *Eunotia* (Bacillariophyceae). *Acta Amazonica* 32 (4): 589-603.
- SALA, S. E. & J. J. RAMIREZ. 2008. *Cyclotella katiana* nov. sp. (Bacillariophyceae) from La Reina Swamp, Parque Nacional los

- Katíos, Colombia. *Diatom Research* 23: 147-157.
- SALA, S. E., J. J. RAMÍREZ & Y. PLATA DÍAZ. 2008. Diatoms from lentic and lotic systems in Antioquia, Chocó and Santander Departments in Colombia. *Revista de Biología Tropical* 56: 1159-1178.
- SALA S. E., J.J. RAMÍREZ, Y. PLATA-DÍAZ & A. A. VOUILLOUD. 2013. *Surirella antioquiensis* sp. nov. and *S. rafaellii* sp. nov. from Colombia. *Acta Nova* 6: 1-19.
- SALA, S.E., A.A. VOUILLOUD, Y. PLATA-DÍAZ, E. PEDRAZA & A. PIMIENTA. 2014. *Nupela* species (Naviculales, Bacillariophyceae) from Colombian lowland waters: *N. acaciensis* nov.sp. and *N. catatumbensis* nov.sp. *Revista de Biología Tropical* 62: 241- 255.
- SIMONSEN, R. 1987. *Atlas and Catalogue of the Diatom Types of Friedrich Hustedt 1* Catalogue J. Cramer Berlin Stuttgart.
- TAYLOR, J.C, W.R. HARDING & C.G.M. ARCHIBALD. 2007. *An Illustrated Guide to some common diatom species from South Africa*. WRC report TT 282/07. Pretoria 200 p.
- VOUILLOUD, A.A., Y. PLATA-DÍAZ, S.E. SALA, E. PEDRAZA, A. PIMIENTA, S. HEGUILOR & A. LAMARO. Distribución de *Eunotia parasiolii* Metzeltin & Lange-Bertalot (Bacillariophyceae) en ríos de tierras bajas neotropicales (Colombia) y su implicancia en la taxonomía de la especie. Enviado a SOFILAC 2014.
- VOUILLOUD, A. A., S. E. SALA, M. NÚÑEZ AVELLANEDA & S. R. DUQUE. 2010. Diatoms from the Colombian and Peruvian Amazon: the Genera *Encyonema*, *Encyonopsis* and *Gomphonema*. *Revista de Biología Tropical* 58: 45-62.
- VOUILLOUD, A.A., S.E. SALA, M. NÚÑEZ-AVELLANEDA, Y. MONTOYA-MORENO & S.R. DUQUE. 2014. *Brachysira* (Naviculales, Bacillariophyceae) in lowland waters from Colombia. *Diatom Research* 29: 147-163.
- WETZEL, C.E. & L. ECTOR. 2014. *Planothidium lagerheimii* comb. Nov. (Bacillariophyta, Achnanthes) a forgotten diatom from South America. *Phytotaxa* 188 (5): 261-267.

Recibido: 08/01/2013

Aceptado: 16/02/2015