

Nuevos taxa de diatomeas (Bacillariophyta) descritos en el Herbario Criptogámico de la Universidad Católica Boliviana “San Pablo” (HCUCB)

New taxa described in the Cryptogams Herbarium of the Bolivian Catholic University “Saint Paul” (HCUCB)

Sinziana F. Rivera & Eduardo A. Morales

Herbario Criptogámico, Universidad Católica Boliviana “San Pablo”. Calle M. Márquez esq. Plaza Jorge Trigo s/n, P.O. Box 5381, Cochabamba, Bolivia

e-mail: sinzianaflorina@gmail.com

Resumen: Desde su establecimiento en el año 2007, el Herbario Criptogámico de la Universidad Católica Boliviana “San Pablo” (HCUCB) ha participado en la descripción de especies nuevas para la ciencia provenientes de Bolivia y de otros países alrededor del mundo. Una lista de los 27 nuevos taxa de diatomeas descritos en colaboración con distintos especialistas del exterior del país es presentada en este documento junto con detalles de la cobertura geográfica de estos estudios taxonómicos y datos de los repositorios donde se encuentran los materiales tipo utilizados.

Palabras clave: Bacillariophyta, Bolivia, diatomeas, Herbario Criptogámico, nuevos taxa

Abstract: Since its creation in 2007, the Cryptogams Herbarium of the Bolivian Catholic University “Saint Paul” (HCUCB) has participated in the description of new species for science from Bolivia and other countries from around the world. A list of the 27 new diatom taxa described in collaboration with several foreign specialists is presented herein together with details of the geographical coverage of this type of taxonomic studies and data on the collections where the type materials are deposited.

Key words: Bacillariophyta, Bolivia, Cryptogams Herbarium, diatoms, new taxa

1 Introducción

El HCUCB se estableció a fines del año 2007, constituyéndose en la primera institución boliviana especializada en el estudio de plantas inferiores o criptógamas, grupo del cual forman parte las algas, helechos y afines, hongos (incluyendo hongos liquenizados), y briófitos.

Desde su establecimiento, el herbario ha crecido de manera significativa gracias al esfuerzo y el apoyo de estudiantes e investigadores de la Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica Boliviana (UCB) y de las carreras de Biología de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba (UMSS) y Universidad Mayor de San Andrés, La Paz (UMSA) en lo que respecta a la colecta, montaje y la curación de muestras. Por otra parte, el financiamiento de instituciones extranjeras, principalmente de Canadá, Estados Unidos y Luxemburgo, así como los diferentes proyectos, cursos y talleres llevados a cabo por el HCUCB dieron lugar a un incremento significativo del número de muestras y especímenes, principalmente dentro de la colección de algas. Esta colección cuenta a la fecha con 415 muestras preparadas en forma de placas permanentes y 1.014 muestras líquidas, un número mayor al reportado por Morales *et al.* [16].

El número y el tipo de muestras presentes en el HCUCB, hacen de sus colecciones un importante repositorio de la biodiversidad criptogámica boliviana, ofreciendo puntos de consulta y referencia espacio-temporal fundamentales acerca de la presencia de estos organismos en determinadas zonas del país, información que puede ser utilizada posteriormente como base en estudios ecológicos, evolutivos, de conservación ambiental, planes de ordenamiento territorial o bien, en estudios de impacto ambiental. Las colecciones que alberga el herbario pueden ser también utilizadas como base para la protección de especies amenazadas o en peligro de extinción, acciones hoy en día necesarias ante las altas tasas de degradación ambiental que amenazan la diversidad boliviana [3][4].

El HCUCB lleva a cabo actividades de investigación científica principalmente abocadas a estudios de taxonomía y bioindicación con algas en ecosistemas acuáticos. Los estudios de taxonomía se han realizado mediante tecnología de punta, la cual ha facilitado la descripción de 27 nuevos taxa de diatomeas (organismos fotosintéticos, eucariontes, unicelulares y pertenecientes al Reino Chromalveolata) provenientes de Bolivia y de otros países alrededor del mundo. La nueva información generada a partir de estos estudios ha sido plasmada y difundida en artículos científicos y presentaciones orales en congresos nacionales e internacionales.

Por su parte, los estudios de bioindicación con diatomeas (también pioneros en Bolivia) se llevan a cabo mediante la elaboración de tesis de licenciatura en Ingeniería Ambiental [16], generando información valiosa acerca de la calidad

ecológica de los ecosistemas acuáticos estudiados y posibilitando la colecta de muestras con importante material biológico desde el punto de vista taxonómico. El presente manuscrito pone en evidencia una lista de los nuevos taxa descritos por el HCUCB desde su creación.

2 Metodología

Se revisaron todos los artículos científicos publicados por el HCUCB desde su establecimiento a fines del año 2007. Se seleccionaron aquellos artículos referentes a la descripción de especies nuevas para la ciencia tanto en el ámbito nacional como en el internacional y se elaboró una tabla relevando datos referentes al tipo, localidad, número de registro y colecciones en las que se halla el material utilizado. Posteriormente se construyó una tabla tomando en cuenta el país de procedencia de las especies descritas.

3 Resultados y Discusión

Hasta la fecha, el HCUCB participó en la descripción de 27 nuevos taxa, de los cuales 25 corresponden a nuevas especies [1][6][9][10][11][12][13][14][15][22][23] y 2 a nuevas formas de diatomeas [6]. La mayor parte del material descrito proviene de Bolivia [6][9][13][15] y Estados Unidos [1][8][10][11][14][21][22] y un menor porcentaje de Europa [1][23] y Asia [10] (Tabla 1).

Tabla 1: Cantidad y procedencia de los nuevos taxa descritos por el HCUCB.

| Nuevos taxa | Número | Países de procedencia |
|-------------|--------|-----------------------|
| Especies | 11 | Bolivia |
| | 1 | España |
| | 10 | Estados Unidos |
| | 1 | Mongolia |
| | 2 | Polonia |
| Formas | 2 | Bolivia |
| Total | 27 | 5 |

En lo que respecta a los nuevos taxa descritos de Bolivia, la mayor parte provienen de los Yungas de La Paz (Sorata e Unduavi) [6] y del Altiplano (río Desaguadero) [15], y solo unas pocas especies proceden del Lago Titicaca (Estrecho de Tiquina) [17] y otras pocas del Trópico de Cochabamba (Sehuencas) [9][13] (Tabla 2). Si bien la información generada hasta la fecha es de valiosa importancia para el conocimiento de la variedad de especies algales halladas en Bolivia, esta

información es mínima comparada con la potencial diversidad que albergan los diferentes ecosistemas acuáticos del país [7].

Tabla 2: Lista de nuevos taxa descritos por el HCUCB junto a datos geográficos y datos de los repositorios del material tipo.

| Taxón | Material en HCUCB | Material en otra colección | Localidad tipo | Referencia |
|--|---|--|---|----------------------------|
| <i>Achnanthydium acsiae</i> A.Wojtal, E.Morales, Van de Vijver & Ector | | Departamento de Ficología, Instituto de Botánica W. Szafer, Academia Polaca de Ciencias. Cracovia, Polonia. (Holotipo: placa permanente ZMG 138); Jardín Botánico Nacional. Meise, Bélgica (Isotipo: placa permanente BR-4228); Universidad de Szczecin. Szczecin, Polonia (Isotipo: placa permanente 17024) | Manantial Źródło Paweł. Polichty, Polonia (49° 49' 1.30" N, 20° 52' 6.73" O) | Wojtal <i>et al.</i> [23] |
| <i>Achnanthydium cadimae</i> E.Morales, E.Fernández & Ector | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00001 | Jardín Botánico Nacional. Meise, Bélgica (Holotipo: placa permanente BR-4143) | Río Ibirizu, Sehuencas, Provincia Carrasco. Cochabamba, Bolivia (17° 29.8' S, 65° 16.4' O) | Morales <i>et al.</i> [13] |
| <i>Achnanthydium polonicum</i> Van de Vijver, A. Wojtal, E.Morales & Ector | | Departamento de Ficología, Instituto de Botánica W. Szafer, Academia Polaca de Ciencias. Cracovia, Polonia. (Holotipo: placa permanente WKC 81); Jardín Botánico Nacional. Meise, Bélgica (Isotipo: placa permanente BR-4227); Universidad de Szczecin. Szczecin, Polonia (Isotipo: placa permanente 17024) | Cabecera de río, agua de manantial en Centuria, Wyżyna. Tierras altas de Krakowsko-Częstochowska, Polonia (50° 25' 4.91" N, 19° 29' 45.03" O) | Wojtal <i>et al.</i> [23] |
| <i>Achnanthydium sehuencoensis</i> E.Morales | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00002 | Jardín Botánico Nacional. Meise, Bélgica (Holotipo: placa permanente BR-4144) | Río 1, Sehuencas, Provincia Carrasco. Cochabamba, Bolivia (17° 31.6' S, 65° 16.2' O) | Morales <i>et al.</i> [13] |
| <i>Brevilinea pocosinensis</i> P.A.Siver, P.B.Hamilton & E.Morales | | Academia de Ciencias de California, San Francisco. California, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente CAS 222038 E. Material tipo: muestra tratada CAS 625117); Museo Canadiense de la Naturaleza. Ottawa, Canadá (Isotipo: placa permanente | Lago Pungo, Condado Creswell. Carolina del Norte, Estados Unidos (35° 42' 40.69" N, 76° 34' 9.91" O) | Siver <i>et al.</i> [22] |

| | | | | |
|---|--|--|---|----------------------------|
| | | CANA 80027 A. Material: muestra tratada CANA 80027); Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Isotipo: placa permanente ANSP G.C.58611D) | | |
| <i>Fragilaria cochabambina</i> E.Morales | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00001 | Jardín Botánico Nacional. Meise, Bélgica (Holotipo: placa permanente BR-4143) | Río Ibirizu, Sehuenas, Provincia Carrasco. Cochabamba, Bolivia (17° 29.8' S, 65° 16.4' O) | Morales <i>et al.</i> [9] |
| <i>Fragilariforma horstii</i> E.Morales, Manoylov & Bahls | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00005 | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.110368 a) | Río Little Kijik arriba del Lago Kijik cerca de Puerto Alsworth. Lago y Península Borough, Alaska, USA (60° 17' 8" N, 154° 20' 35" O) | Morales <i>et al.</i> [14] |
| <i>Gomphonema andinum</i> E.Morales & M.Vis. | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00085; muestra cruda no catalogada | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia, Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.26803) | Unduavi. La Paz, Bolivia (16° 19' 28" S, 67° 54' 5.41 " O) | Morales & Vis [6] |
| <i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>elegans</i> f. <i>biseriatum</i> E.Morales & M.Vis | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00098; muestra cruda no catalogada | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.26804) | Sorata. La Paz, Bolivia (15° 46' 8.74" S, 68° 39' 6.77" O) | Morales & Vis [6] |
| <i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i> f. <i>biseriatum</i> E.Morales & M.Vis | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00098; muestra cruda no catalogada | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.26804) | Sorata. La Paz, Bolivia (15° 46' 8.74" S, 68° 39' 6.77" O) | Morales & Vis [6] |
| <i>Mayamaea cahabaensis</i> E.Morales & Manoylov | | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C. 58614. Isotipo: placas permanentes ANSP G.C. 58615, ANSP G.C.108223) | Arroyo Cahaba Valley Creek sobre la carretera Cross Creek en Pelham, Condado Shelby. Alabama, Estados Unidos (33.31° N, 86.81° O) | Morales & Manoylov [8] |
| <i>Nitzschia boliviana</i> E.Morales et M.Vis. | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00098; muestra cruda no catalogada | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.26804) | Sorata. La Paz, Bolivia (15° 46' 8.74" S, 68° 39' 6.77" O) | Morales & Vis [6] |
| <i>Nitzschia soratensis</i> | Isotipo: placa | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia, | Sorata. La Paz, Bolivia (15° 46' | Morales |

| | | | | |
|---|---|--|---|------------------------------------|
| E.Morales & M.Vis | permanente HCUCB D-00098; muestra cruda no catalogada | Colección de Diatomeas. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.26804) | 8.74" S, 68° 39' 6.77" O) | & Vis [6] |
| <i>Nupela scissura</i> P.A.Siver, P.B.Hamilton & E.Morales | | Academia de Ciencias de California, San Francisco. California, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente CAS 222038C. Material tipo: muestra tratada CAS 625096); Museo Canadiense de la Naturaleza. Ottawa, Canadá (Isotipo: placa permanente CANA 79748a. Material: muestra tratada CANA 79748); Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Isotipo: placa permanente ANSP G.C.58610B | Lago BayTree, Condado Bladen. Carolina del Norte, Estados Unidos (34° 40' 59.36" N, 78° 24' 58.77" O) | Siver <i>et al.</i> [21] |
| <i>Pseudostaurosira alvareziae</i> Cejudo-Figueiras, E.Morales & Ector | | Jardín Botánico Nacional. Meise, Bélgica (Holotipo: placa permanente BR-4141); Colección de Hustedt. Bremerhaven, Alemania (Isotipo: placa permanente BRM-ZU7/06); Museo de Historia Natural de Londres. Londres, Inglaterra (Isotipo: placa permanente BM-101395) | Río Tormes. Salamanca, España (40° 57' 37" N, 5° 38' 42" O) | Cejudo-Figueiras <i>et al.</i> [1] |
| <i>Pseudostaurosira americana</i> E.Morales | | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.106191) | Río Norwalk, Wilton Sur, Condado Fairfield. Connecticut, Estados Unidos (41° 9' 49" N, 73° 25' 11" O) | Cejudo-Figueiras <i>et al.</i> [1] |
| <i>Pseudostaurosira decipiens</i> E.Morales, G.Chavéz & Ector | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00246 | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.26815) | Río Desaguadero. Oruro, Bolivia. (17° 23' 51" S, 68° 14' 33" O) | Morales <i>et al.</i> [15] |
| <i>Pseudostaurosira sajamaensis</i> E.Morales & Ector | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00246 | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.26815) | Río Desaguadero. Oruro, Bolivia. (17° 23' 51" S, 68° 14' 33" O) | Morales <i>et al.</i> [15] |
| <i>Staurosira ambigua</i> E.Morales, | | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos | Ramal Norte del arroyo Deep Creek, cuatro millas arriba | Morales <i>et al.</i> [10] |

| | | | | |
|--|---|---|---|----------------------------|
| Edlund & S.Spaulding | | (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.105494a) | de la desembocadura cerca de Ninil Chik, Peninsula Kenai. Alaska, Estados Unidos (60.02° N, 151.2° O) | |
| <i>Stausosira dimorpha</i> E.Morales, Edlund & S.Spaulding | | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.36335, material ANSP G.C.24047); Academia de Ciencias de California, San Francisco. California, Estados Unidos (Isotipo: Colección M622c); Universidad Nacional de Mongolia (Isotipo: Colección M622b) | Charco de manantial en Khar Us (Manatial Negro), costa oeste del Lago Hövsgöl, Parque Nacional Hövsgöl. Provincia Hövsgöl, Mongolia (50° 55.762' N, 100° 15.173' E) | Morales <i>et al.</i> [10] |
| <i>Stausosira kjotsunarum</i> E.Morales, Novais & Ector | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00246 | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C. 26815) | Río Desaguadero. Oruro, Bolivia. (17° 23' 51" S, 68° 14' 33" O) | Morales <i>et al.</i> [15] |
| <i>Stausosira reimeri</i> E.Morales, Manoylov & Bahls | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00003 | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.64867); Colección de Diatomeas de Montana. Montana, Estados Unidos (Isotipo: placa permanente 457101 (1)) | Río Pecos debajo del Río Negro, Condado Eddy. Nuevo México, Estados Unidos (32° 18' 43" S, 104° 03' 30" O) Localidad del paratipo: Arroyo Little Beaver Creek cerca del Arroyo Russel Creek. Condado Carter. Montana, Estados Unidos (45° 56' 12" S, 104° 34' 36" O) | Morales <i>et al.</i> [11] |
| <i>Stausosirella elegantula</i> E.Morales & Manoylov | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00004 | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.64866); Colección de Diatomeas de Montana. Montana, Estados Unidos (Isotipo: placa permanente 432503 (1)) | Río Umpqua Norte, Condado Douglas. Oregon, Estados Unidos (43° 18' 39" N, 122° 9' 13" O) | Morales <i>et al.</i> [11] |
| <i>Stausosirella krammeri</i> E.Morales, C.E.Wetzel & Ector | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00004 | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.64866) | Río Umpqua Norte, Condado Douglas. Oregon, Estados Unidos (43° 18' 39" N, 122° 9' 13" O) | Morales <i>et al.</i> [12] |

| | | | | |
|---|--|---|--|----------------------------|
| <i>Staurosirella magna</i> E.Morales & Manoylov | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00004 | Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia. Pensilvania, Estados Unidos (Holotipo: placa permanente ANSP G.C.64866); Colección de Diatomeas de Montana. Montana, Estados Unidos (Isotipo: placa permanente 432503 (1)) | Río Umpqua Norte, Condado Douglas. Oregon, Estados Unidos (43° 18' 39" N, 122° 9' 13" O) | Morales <i>et al.</i> [11] |
| <i>Ulnaria macilenta</i> E.Morales, C.E. Wetzel & S.F. Rivera | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00275 | Jardín Botánico Nacional. Meise, Bélgica (Holotipo: placa permanente BR-4303) | Muelle principal en el lado este del Estrecho de Tiquina, San Pablo de Tiquina. La Paz, Bolivia (16° 13' 00" S, 68° 51' 00" O) | Morales <i>et al.</i> [17] |
| <i>Ulnaria titicacaensis</i> E.Morales, Ector & P.B. Hamilton | Isotipo: placa permanente HCUCB D-00275 | Jardín Botánico Nacional. Meise, Bélgica (Holotipo: placa permanente BR-4302) | Muelle principal en el lado este del Estrecho de Tiquina, San Pablo de Tiquina. La Paz, Bolivia (16° 13' 00" S, 68° 51' 00" O) | Morales <i>et al.</i> [17] |

Los estudios taxonómicos realizados tienen repercusiones positivas en investigación aplicada, tal es el caso de la bioindicación, la cual se basa en el axioma de que cada especie presenta un rango ecológico definido. Cualquier confusión de tipo taxonómico durante la identificación de estos organismos podría dar lugar a una categorización errónea del estado ecológico de los ecosistemas acuáticos estudiados. La descripción de nuevas especies coadyuva a una mejor circunscripción de las categorías taxonómicas a ser utilizadas como indicadoras de la salud de los ecosistemas [5]. Además, una taxonomía bien consolidada, es un requisito para el cálculo y aplicación de índices biológicos basados en diatomeas para la evaluación de la calidad del agua [2][18], un tipo de diagnóstico ecológico que ya se ha empezado a aplicar en Bolivia [19][20].

Si bien los estudios taxonómicos son necesarios en Bolivia, se debe tomar en cuenta que la descripción de nuevas especies (principalmente en cuanto a taxonomía de diatomeas) requiere de trabajo arduo y tecnología de punta que permita describir las características de los nuevos especímenes de manera clara y precisa. Por ello, los estudios de taxonomía llevados a cabo por el HCUCB se han realizado principalmente en colaboración con especialistas del Centro de Investigación Pública Gabriel Lippmann, Luxemburgo, e instituciones en países alrededor del mundo en los que se tiene acceso a microscopía electrónica de barrido. De esta manera, el HCUCB cumple un papel importante en la investigación científica boliviana al permitir a estudiantes y profesionales el acceso y el contacto con este tipo de instituciones.

Además de realizar la lista de taxa presentada en este documento (Tabla 2), el personal del HCUCB ha estado trabajando en la descripción de otras 4 nuevas especies procedentes de la laguna Alalay en Cochabamba y de los Yungas de La Paz. Los resultados de estos estudios serán publicados en el periodo 2014-2015.

4 Conclusiones

La información acerca de la riqueza algal boliviana es escasa, principalmente en lo que respecta a estudios con diatomeas. Sin embargo, desde su creación, el HCUCB lleva a cabo estudios taxonómicos que permiten ampliar el conocimiento sobre la riqueza de especies de diatomeas presentes en distintos ecosistemas acuáticos, posibilitando la realización de estudios de aplicación en la rama de la ingeniería ambiental, tal es el caso de la bioindicación. Si bien la información generada hasta la fecha es valiosa, la misma es tan solo un pequeño aporte en comparación con lo que aún queda por investigar en los ecosistemas acuáticos bolivianos.

Agradecimientos

Agradecemos profundamente a los coautores de los diversos artículos en los que describimos nuevas especies y a las instituciones a las que pertenecen. Agradecemos en especial a Luc Ector, Carlos Wetzel y María Helena Novais, *Public Research Centre - Gabriel Lippmann*, Luxemburgo, a Marie Cantino y Jim Romanow (Q.E.P.D.), del *Electron Microscopy Laboratory, The University of Connecticut*, EUA, y a Donald Charles, *The Academy of Natural Sciences of Drexel University*, Filadelfia, EUA, quienes realizaron o generaron la posibilidad para el análisis de microscopía electrónica de barrido que dió soporte a la descripción de las nuevas especies. Este trabajo conmemora el 5to aniversario del HCUCB.

Referencias

- [1] Cejudo-Figueiras, C.; Morales, E.A.; Wetzel, C.E.; Blanco, S.; Hoffmann, L & Ector, L. 2011. *Analysis of the type of Fragilaria construens var. subsalina (Bacillariophyceae) and description of two morphologically related taxa from Europe and the United States*. Phycologia 50: 67-77.
- [2] Confederación Hidrográfica del Ebro. (2005). *Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de Muestreo y Análisis para Fitobentos (Microalgas bentónicas)*. Confederación Hidrográfica del Ebro. Zaragoza. 33 pp.

- [3] LIDEMA (Liga de defensa del Medio Ambiente) 2010. *Informe del Estado Ambiental de Bolivia*. LIDEMA. La Paz, Bolivia. 346 pp.
- [4] LIDEMA (Liga de defensa del Medio Ambiente) 2013. *Estado Ambiental de Bolivia*. Video: <http://www.youtube.com/watch?v=a0f-KhuVF54>.
- [5] Morales, E. A.; Siver, P. A. & Trainor, F. R. 2001. *Identification of diatoms during ecological assessments: Comparison between light and scanning electron microscopy*. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 151: 29-37.
- [6] Morales, E. A. & Vis, M. L. 2007. *Epilithic diatoms (Bacillariophyceae) from cloud forest and alpine streams in Bolivia, South America*. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 156: 123-155.
- [7] Morales, E.A.; Fernández, E.; Fernandez, C.E.; Lizarro, D. & Alcoreza, P. 2008. *Algal studies in Bolivia: a compilation and preliminary analysis of existing phycological literature*. Gayana Botánica 65: 93-109.
- [8] Morales, E.A. & Manoylov, K.M. 2009. *Mayamaea cahabaensis sp. nov. (Bacillariophyceae), a new freshwater diatom from streams in the United States*. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 158: 49-59.
- [9] Morales, E.A.; Fernández, E. & Kociolek, P.J. 2009. *Epilithic diatoms (Bacillariophyta) from cloud forest and alpine streams in Bolivia, South America 3: diatoms from Sebuencas, Carrasco National Park, Department of Cochabamba*. Acta Botanica Croatica 68: 263-283.
- [10] Morales, E.A.; Edlund, M.B & Spaulding, S.A. 2010. *Description and ultrastructure of araphid diatom species (Bacillariophyceae) morphologically similar to Pseudostaurosira elliptica (Schumann) Edlund et al.* Phycological Research 58: 97-107.
- [11] Morales, E.A.; Manoylov, K.M. & Bahls, L.L. 2010. *Three new araphid diatoms (Bacillariophyta) from rivers in North America*. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 160: 29-46.
- [12] Morales, E.A.; Wetzel, C.E. & Ector, L. 2010. *Two short-striated species of Staurosirella (Bacillariophyceae) from Indonesia and the United States*. Polish Botanical Journal 55: 107-117.
- [13] Morales, E.A.; Ector, L.; Fernández, E.; Novais, M.H.; Hlúbiková, D.; Hamilton, P.B.; Blanco, S.; Vis, M.L. & Kociolek, J.P. 2011. *The genus Achnanthisium Kützing (Achnanthales, Bacillariophyceae) in Bolivian streams: a report of taxa found in recent investigations*. Algological Studies 136/137: 89-130.

- [14] Morales, E.A.; Manoylov, K.M. & Bahls, L.L. 2012. *Fragilariforma horstii* sp. nov. (Bacillariophyceae) a new araphid species from the northern United States of America. *Nova Hedwigia* 141: 141-154.
- [15] Morales, E.A.; Novais, M.H.; Chávez, G.; Hoffmann, L. & Ector, L. 2012. *Diatoms (Bacillariophyceae) from the Bolivian Altiplano: three new araphid species from the Desaguadero River draining Lake Titicaca*. *Fottea* 12: 41-58.
- [16] Morales, E.A.; Rivera, S.F.; Pedrazas, D. & Azero, M. 2013. *A cinco años de la apertura del Herbario Criptogámico UCB*. *Acta Nova* 5: 411-414.
- [17] Morales, E.A.; Rivera, S.F.; Wetzel, C.E.; Novais, M.H.; Hamilton, P.B.; Hoffmann, L. & Ector, L. 2013. *New epiphytic araphid diatoms in the genus Ulnaria (Bacillariophyta) from Lake Titicaca, Bolivia*. *Diatom Research* <http://dx.doi.org/10.1080/0269249X.2013.860399>.
- [18] Rivera, P. 2006. *Estado de conocimiento de las diatomeas dulceacuólicas de Chile*. *Gayana (Concepción)* 70: 1-7.
- [19] Rivera, S.F. 2012. *Desarrollo de una herramienta de diagnóstico ambiental para ecosistemas acuáticos lénticos: adecuación de índices diatomológicos para la determinación del estado trófico de la laguna Alalay, Cochabamba-Bolivia*. Tesis para la obtención del grado de Licenciatura en Ingeniería Ambiental. Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Cochabamba, Bolivia. 161 pp. (+Anexos 15 pp).
- [20] Rodríguez, I. 2011. *Aplicación de diversos índices basados en diatomeas (Chromista, Bacillariophyta) para la determinación de la calidad del agua en el río Rocha, Cochabamba, Bolivia*. Tesis para la obtención del grado de Licenciatura en Ingeniería Ambiental. Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Cochabamba, Bolivia. 154 pp. (+Anexos 39 pp).
- [21] Siver, P. A.; Hamilton, P. B. & Morales, E. A. 2007. *Notes on the genus Nupela (Bacillariophyceae) including the description of a new species, Nupela scissura sp. nov. and an expanded description of Nupela paludigena*. *Phycological Research* 55: 125-134.
- [22] Siver, P.A.; Hamilton, P.B. & Morales, E.A. 2008. *Brevilinea pocosinensis Siver, Hamilton & Morales gen. et sp. nov., a new diatom (Bacillariophyceae) genus from North Carolina, USA*. *Phycological Research* 56: 141-148.
- [23] Wojtal, A.Z.; Ector, L. Van de Vijver, B.; Morales, E.A.; Blanco, S.; Piatek, J. & Smieja, A. 2011. *The Achnantheidium minutissimum complex (Bacillariophyceae) in southern Poland*. *Algological Studies* 136/137: 211-238.