

Ficoflora de los humedales del departamento de Ñeembucú**Phycoflora of the wetlands of the department of Ñeembucú**Talía Appleyard¹, Medes Mendoza¹, Fátima Piris da Motta¹, Griselda Zárate¹, Patricia Salinas¹, Fátima Ortiz¹ & Karina Núñez^{1,*}¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biología, Colección Zoológica, San Lorenzo, Paraguay*Autor correspondiente: ranitapy@gmail.com.

Resumen: Los humedales son considerados sistemas biológicos dinámicos y productivos, debido a que el agua se encarga de producir un ambiente mixto. Las algas tienen un rol importante desde los servicios ecosistémicos que desarrollan, entre ellos los de soporte y regulación, vinculados a la producción primaria, al ciclaje de nutrientes, a la producción de oxígeno atmosférico y a la purificación del agua. El objetivo de este trabajo fue aportar información respecto a la riqueza y composición de especies de la ficoflora del departamento de Ñeembucú. Para ello se tomaron muestras de agua en los distritos Tacuaras y Villa Franca, del departamento de Ñeembucú - Paraguay, en ocho campañas de muestreo, durante los meses de octubre de 2020 a julio de 2021. Se colectaron 32 muestras, incluyendo tomas directas de agua y muestras filtradas con red de plancton provenientes de cuerpos de agua temporales y permanentes, conservadas en lugol acético para su posterior observación. Para el recuento e identificación de las algas se utilizó el método de sedimentación de Utermöhl. Se encontraron 185 especies de algas distribuidas en siete phylum: Bacillariophyta (63 especies), Charophyta (53 especies), Chlorophyta (41 especies), Cryptophyta (una especie), Cyanophyta (ocho especies), Euglenophyta (17 especies), y Ochrophyta (dos especies). La mayoría de las especies identificadas corresponden a medios dulceacuicolas oligotróficos. Este trabajo representa un aporte para aumentar el conocimiento de la diversidad algal del departamento de Ñeembucú.

Palabras clave: Agua dulce, algas, fitoplancton, microorganismos.

Abstract: Wetlands are considered dynamic and productive biological systems, due to the water, which is responsible for producing a mixed environment. Algae play an important role in the ecosystem services they provide, including support and regulation, linked to primary production, nutrient cycling, atmospheric oxygen production and water purification. The objective of this work was to provide information on the species richness and composition of the phycoflora of the department of Ñeembucú. For this purpose, water samples were taken in the Tacuaras and Villa Franca districts, in the department of Ñeembucú - Paraguay, in eight sampling campaigns, during the months of October 2020 to July 2021. Thirty-two samples were collected, including direct water samples and samples filtered with plankton nets from temporary and permanent water bodies, preserved in acetic lugol for later observation. The Utermöhl sedimentation method was used to count and identify the algae. We found 185 species of algae distributed in seven phylum: Bacillariophyta (63 species), Charophyta (53 species), Chlorophyta (41 species), Cryptophyta (one species), Cyanophyta (eight species), Euglenophyta (17 species), and Ochrophyta (two species). Most of the species identified correspond to oligotrophic freshwater environments. This work represents a contribution to increase the knowledge of the algal diversity of the department of Ñeembucú.

Key words: Freshwater, algae, phytoplankton, microorganisms.

Introducción

Los humedales son sistemas con una gran variedad de rasgos climáticos, geomorfológicos e hidrológicos, donde el agua cumple el rol principal en el dinamismo y la generación de una comunidad biológica intermedia, dificultando las descripciones y las definiciones de sus límites (Ginzburg et al., 2005; Vogt, 2005). Es-

tos sistemas son importantes protectores de una gran biodiversidad y de múltiples procesos biológicos, además, son fuentes de servicios ecosistémicos indispensables para los pobladores cercanos a ellos y los demás seres vivos, por lo que son considerados uno de los más productivos en el mundo (Barbier, 1997; Mereles, 1993). Según Mereles (2006) el Paraguay

Recibido: 30/12/2021 Aceptado: 1/02/2022



posee al menos el 25% de su territorio vinculado, de forma directa o indirecta, a ecosistemas húmedos relacionados a los ríos Paraguay y Paraná; siendo, la región Oriental la más húmeda, pues cuenta con numerosos cursos de agua y sistemas de lagunas como el complejo del lago Ypoá, el estero Milagros en el departamento de San Pedro y los humedales del departamento de Ñeembucú (Mereles et al., 2015). Los humedales del departamento de Ñeembucú tienen su origen en llanuras aluviales que se forman por depósitos durante inundaciones periódicas de depresiones y zonas anegadas (Mereles et al., 2015).

La ficoflora hace referencia a la diversidad de especies de fitoplancton, que agrupa a microorganismos base de las cadenas tróficas en ambientes acuáticos, así como los principales receptores de energía y propulsores del ciclo biogeoquímico (Kruk et al., 2010; Muñoz-López et al., 2017; Zabala-Agudelo et al., 2019). Proveen servicios ecosistémicos de soporte y regulación, relacionados a la producción primaria, al ciclaje de nutrientes, a la producción de oxígeno atmosférico y a la purificación del agua (Stevenson, 2014).

El conocimiento sobre la diversidad biológica constituye una herramienta para llevar a cabo estrategias efectivas de conservación de la naturaleza (López, 2013). La mayoría de los inventarios de vida silvestre se centran en plantas y animales vertebrados, quedando relegados los microorganismos; por esto, es importante tener un registro ficoflorístico de los humedales del Ñeembucú para que los planes de manejo de dichos humedales sean más efectivos. El objetivo de este trabajo fue aportar información respecto a la riqueza y composición de especies de la ficoflora del Departamento de Ñeembucú.

Metodología

Las muestras de agua para el estudio fueron tomadas en los distritos Tacuaras y Villa Franca, del Departamento de Ñeembucú, Paraguay (Fig. 1). El clima del área de estudio es subtropical, de húmedo a subhúmedo con una precipitación media anual de 1500 mm, y temperatura media de 22°C. Se realizaron ocho viajes, durante los meses de octubre 2020 a julio 2021. Se colectaron 32 muestras crudas

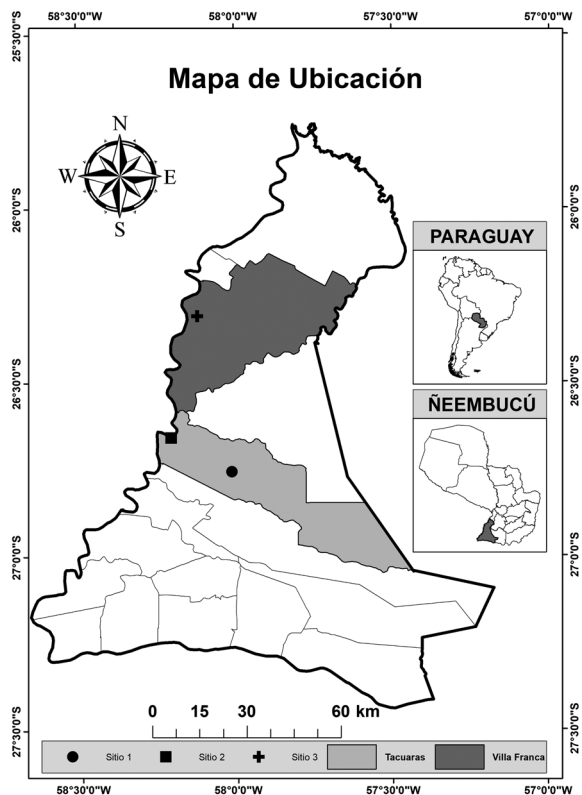


Figura 1. Localización de los sitios de muestreo en los distritos de Tacuaras y Villa Franca en el departamento de Ñeembucú.

(toma directa de agua) y muestras filtradas con red de plancton provenientes de cuerpos de agua temporales y permanentes, entre ellos arroyos, aguadas, lagunas y riachos. Las muestras de cada punto se conservaron con lugol acético para su posterior observación.

En laboratorio se procedió al recuento e identificación de las algas a través del método de sedimentación de Utermöhl (1958), utilizando un microscopio invertido ZEISS Vert.A1 y cámara fotográfica ZEISS Axiocam ERc5s adaptada al mismo. La identificación de las especies se realizó siguiendo a Aboal et al. (2012) y Guiry & Guiry (2021).

Resultados y discusión

La riqueza de algas corresponde a 185 especies, de 74 géneros, 43 familias, 28 órdenes, 11 clases y siete phylum (Tabla 1). El Phylum Charophyta fue el de mayor número de especies, mientras que, el Phylum con menor número de especies fue Cryptophyta,

Tabla 1. Especies de algas registradas en los humedales del departamento de Ñeembucú.

Bacillariophyta		
<i>Asterionella</i> sp.	<i>Gomphonema</i> <i>agur</i>	<i>Nitzschia</i> sp. 4
<i>Aulacoseira</i> <i>granulata</i>	<i>Gomphonema</i> sp. 1	<i>Pinnularia</i> <i>acrosphaeria</i>
<i>Capartogramma</i> <i>crucicula</i>	<i>Gomphonema</i> sp. 2	<i>Pinnularia</i> <i>borealis</i>
<i>Cocconeis</i> sp.	<i>Gomphonema</i> sp. 3	<i>Pinnularia</i> sp.
<i>Coscinodiscus</i> sp.	<i>Gomphonema</i> sp. 4	<i>Pinnularia</i> sp. 2
<i>Craticula</i> sp.	<i>Gyrosigma</i> <i>acuminatum</i>	<i>Pinnularia</i> sp. 3
<i>Cyclotella</i> <i>meneghiniana</i>	<i>Gyrosigma</i> <i>attenuatum</i>	<i>Pinnularia</i> sp. 4
<i>Cymbella</i> sp.	<i>Gyrosigma</i> sp.	<i>Pinnularia</i> <i>viridis</i>
<i>Desmogonium</i> sp.	<i>Hantzschia</i> <i>amphioxys</i>	<i>Sellaphora</i> sp.
<i>Eunotia</i> sp. 1	<i>Hantzschia</i> sp.	<i>Stenopterobia</i> sp.
<i>Eunotia</i> sp. 2	<i>Melosira</i> <i>varians</i>	<i>Surirella</i> <i>elegans</i>
<i>Eunotia</i> sp. 3	<i>Navicula</i> sp1	<i>Surirella</i> sp. 1
<i>Eunotia</i> sp. 4	<i>Nitzschia</i> <i>amphioxus</i>	<i>Surirella</i> sp. 2
<i>Eunotia</i> sp. 5	<i>Nitzschia</i> <i>sigmoidea</i>	<i>Surirella</i> sp. 3
<i>Eunotia</i> <i>tridentula</i>	<i>Nitzschia</i> sp. 1	<i>Synedra</i> <i>goulardii</i>
<i>Eunotia</i> <i>ventricosa</i>	<i>Nitzschia</i> sp. 2	<i>Synedra</i> sp.
<i>Frustulia</i> <i>rhomboides</i>	<i>Nitzschia</i> sp. 3	<i>Terpsinoe</i> <i>musica</i>
<i>Frustulia</i> sp.		<i>Triblionella</i> sp.

con un único representante (Tabla 2). Esta riqueza corresponde al 21% de las especies conocidas para Paraguay (Rosset et al., 2020).

Los géneros con más especies en el Phylum Bacillariophyta corresponden a: *Eunotia* Ehrenberg, 1837, las cuales están caracterizadas por encontrarse en ambientes neutros a ácidos y situaciones oligotróficas (Ortiz-Lerín & Cambra, 2007); *Pinnularia* Ehrenberg, 1843, cuyas especies son de hábito solitario, rara vez en cadenas, encontrándose en aguas dulces, limpias y de bajo pH (Toledo y Comas, 2011); y *Nitzschia* Hassall, 1845, distribuida en aguas dulces y saladas, bastante tolerantes a cambios ambientales (Rivera Ramírez, 1985). Una especie que resalta en este phylum es *Terpsinoe musica* (Ehrenberg 1843), porque tiene una gran variabilidad morfológica, se encuentra en

ambientes con pH neutros a ligeramente alcalinos con una distribución tropical –subtropical (Medina-Tombé et al., 2019).

Los géneros del phylum Charophyta con mayor cantidad de especies son: *Cosmarium* Corda ex Ralfs, 1848, género cosmopolita que se encuentra principalmente en ambientes oligotróficos y ácidos, y algunas especies de aguas eutróficas básicas; *Closterium* Nitzsch ex Ralfs, 1848, género cosmopolita que se encuentra como perifito de lagos ácidos y oligotróficos, ocasionalmente se los puede encontrar en ambientes alcalinos; y *Euastrum* Ehrenberg ex Ralfs, 1848, de ambientes acuáticos o pantanos ácidos oligotróficos como el género anterior (Guiry & Guiry, 2021).

Los géneros del phylum Chlorophyta con mayor número de especies son: *Scenedesmus* Meyen,

Tabla 1 (Continuación). Especies de algas registradas en los humedales del departamento de Ñeembucú.

Charophyta		
<i>Arthrodesmus sp.</i>	<i>Cosmarium sp. 2</i>	<i>Micrasterias radiosa</i>
<i>Bambusina borneri</i>	<i>Cosmarium sp. 3</i>	<i>Micrasterias sp.</i>
<i>Closterium acutum</i>	<i>Cosmarium sp. 4</i>	<i>Mougeotia cyanea</i>
<i>Closterium kuetzingii</i>	<i>Cosmarium sp. 5</i>	<i>Netrium sp.</i>
<i>Closterium lunula</i>	<i>Cosmarium sp. 6</i>	<i>Onychonema leave</i>
<i>Closterium maciletum</i>	<i>Desmidium swartzii</i>	<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i>
<i>Closterium moniliferum</i>	<i>Desmidium cylindricum</i>	<i>Pleurotaenium sp.</i>
<i>Closterium parvulum</i>	<i>Desmidium sp.</i>	<i>Spirogyra sp.</i>
<i>Closterium sp.</i>	<i>Desmidium swartzii</i>	<i>Spondylosium panduriforme</i>
<i>Closterium venus</i>	<i>Euastrum abruptum</i>	<i>Spondylosium pulchrum</i>
<i>Cosmarium contractum</i>	<i>Euastrum ansatum</i>	<i>Staurastrum asteroideum</i>
<i>Cosmarium denticulatum</i>	<i>Euastrum bidentatum</i>	<i>Staurastrum aureolatum</i>
<i>Cosmarium granatum</i>	<i>Euastrum binale</i>	<i>Staurastrum gladiusum</i>
<i>Cosmarium kuetzingii</i>	<i>Euastrum denticulatum</i>	<i>Staurastrum sp. 1</i>
<i>Cosmarium obsoletum</i>	<i>Euastrum elegans</i>	<i>Staurastrum sp. 2</i>
<i>Cosmarium ornatum</i>	<i>Euastrum fissium</i>	<i>Staurastrum sp. 3</i>
<i>Cosmarium pseudopyramidatum</i>	<i>Euastrum sp.</i>	<i>Staurodesmus validus</i>
<i>Cosmarium punctulatum</i>	<i>Gonatozygon aculeatum</i>	<i>Staurodesmus dejectus</i>
<i>Cosmarium pygmaeum</i>	<i>Hyalotheca dissiliens</i>	<i>Xanthidium antilopaeum</i>
<i>Cosmarium quadrum</i>	<i>Hyalotheca sp.</i>	<i>Xanthidium fasciculatum</i>
<i>Cosmarium sp. 1</i>	<i>Micrasterias radiata</i>	<i>Xanthidium sp.</i>

1829, cosmopolita, cuyas especies se pueden encontrar tanto en ambientes oligotróficos como en ambientes contaminados, presentan polimorfismo, de dos a 32 células, por lo general van de cuatro a ocho; *Coelastrum* Nägeli, 1849, es un género cosmopolita de agua dulce y va de ambientes árticos a tropicales, en su mayoría oligotróficos; y *Tetraëdron* Kützing, 1845, especie planctónica de agua dulce y ambientes oligotróficos, cuyas células son solitarias, con formas aplanadas, triangulares, cuadrangulares o globosas (Guiry & Guiry, 2021).

En el Phylum Cyanophyta no se encontró mucha variabilidad en cuanto a géneros. El género *Spiru-*

lina (sinónimo *Arthrospira*) comprende especies de agua dulce o poco contaminadas. La especie *Spirulina gigantea* Schmidle 1902 es una especie de agua dulce, la cual, según los registros en la base de datos de “Algaebase” es nuevo registro para Paraguay y tiene como sinónimo a *Arthrospira gigantea* (Schmidle) *Anagnostidis*, 1998 (Guiry & Guiry, 2021).

En relación a los phylum con menor número de especies registradas, el Phylum Euglenophyta, que contiene al género *Euglena* Ehrenberg, 1830, incluye especies generalistas, principalmente de agua dulce. El Phylum Ochrophyta, representado

Tabla 1 (Fin). Especies de algas registradas en los humedales del departamento de Ñeembucú.

Chlorophyta		
<i>Actinastrum falcatus</i>	<i>Dimorphococcus lunatus</i>	<i>Scenedesmus dimorphus</i>
<i>Actinastrum hantzschii</i>	<i>Eudorina elegans</i>	<i>Scenedesmus ecornis</i>
<i>Ankistrodesmus aciculare</i>	<i>Eudorina sp.</i>	<i>Scenedesmus javanensis</i>
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	<i>Golenkinia sp.</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>
<i>Chlamydomonas globosa</i>	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	<i>Scenedesmus sp. 1</i>
<i>Chlamydomonas sp.</i>	<i>Oocystis sp.</i>	<i>Scenedesmus sp. 2</i>
<i>Chlorococcum sp. 1</i>	<i>Pandorina morum</i>	<i>Scenedesmus sp. 3</i>
<i>Chlorococcum sp. 2</i>	<i>Pediastrum sp.</i>	<i>Selenastrum bibraianum</i>
<i>Coelastrum microporum</i>	<i>Pediastrum tetras</i>	<i>Selenastrum sp.</i>
<i>Coelastrum sp.</i>	<i>Scenedesmus arcuatus</i>	<i>Tetraëdron caudatum</i>
<i>Coelastrum sphaericum</i>	<i>Scenedesmus armatus</i>	<i>Tetraëdron regulare</i>
<i>Crucigenia quadrata</i>	<i>Scenedesmus bernardii</i>	<i>Tetraëdron sp.</i>
<i>Crucigenia rectangularis</i>	<i>Scenedesmus bijugatus</i>	<i>Volvox sp.</i>
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>		<i>Westella botryoides</i>
Cryptophyta		
<i>Cryptomonas sp.</i>		
Cyanophyta		
<i>Anabaena sp.</i>	<i>Oscillatoria sp.</i>	<i>Pseudanabaena galeata</i>
<i>Chroococcus sp.</i>	<i>Oscillatoria tenuis</i>	<i>Pseudanabaena limnetica</i>
<i>Microcystis auriginosa</i>		<i>Spirulina gigantea</i>
Euglenophyta		
<i>Euglena acus</i>	<i>Euglena spirogyra</i>	<i>Phacus pleuronectes</i>
<i>Euglena elastica</i>	<i>Lepocinclis sp.</i>	<i>Phacus sp. 1</i>
<i>Euglena oxyuris</i>	<i>Phacus chloroplastes</i>	<i>Phacus sp. 2</i>
<i>Euglena sp. 1</i>	<i>Phacus longicauda</i>	<i>Trachelomonas hispida</i>
<i>Euglena sp. 2</i>	<i>Phacus orbicularis</i>	<i>Trachelomonas raciborskii</i>
<i>Euglena sp. 3</i>		<i>Trachelomonas sp. 1</i>
Ochrophyta		
<i>Synura uvella</i>		<i>Trachychloron sp.</i>

Tabla 2. Representación de los taxa de la ficoflora del departamento de Ñeembucú.

Phylum	Clases	Órdenes	Familias	Géneros	Especies
Bacillariophyta	3	13	18	24	53
Charophyta	1	2	4	18	63
Chlorophyta	2	4	10	19	41
Cryptophyta	1	1	1	1	1
Cyanophyta	1	5	6	6	8
Euglenophyta	1	1	2	4	17
Ochrophyta	2	2	2	2	2
Total de taxa	11	28	43	74	185

por el género *Synura* Ehrenberg, 1834, es común en lagos y estanques de agua fría, sus especies tienen ecología variada, algunas tienen amplia distribución y otras se limitan a ambientes específicos; y *Trachychloron* Pascher, 1937, género de especies de agua dulce en su mayoría (Guiry & Guiry, 2021). En el Phylum Cryptophyta se identificó una sola especie, perteneciente al género *Cryptomonas* Ehrenberg, 1831, cosmopolita de agua dulce, encontrándose en cuerpos de agua temporales, ríos y lagos.

Contribución de los autores

Los autores contribuyeron de igual manera en la elaboración de este artículo.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Agradecimientos

Estos datos fueron tomados en el marco del proyecto PINV18-162: “Valoración de los servicios ecosistémicos de la Ecorregión Ñeembucú a través del análisis de la diversidad funcional y taxonómica de las comunidades de fitoplancton, plantas, anfibios y aves”, el cual fue cofinanciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) con apoyo del FEEL. A los propietarios y al personal de los establecimientos visitados, por los permisos concedidos y el apoyo a la investigación científica.

Literatura citada

- Aboal, M., Troncoso, R.A. & Codornú, A.C. (2012). *Catálogo y claves de identificación de organismos fitoplanctónicos utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 561 pp.
- Barbier, E.B., Acreman, M.C. & Knowler, D. (1997). *Valoración económica de los humedales – Guía para decisores y planificadores*. Gland: Oficina de la Convención de Ramsar. xii + 143 pp.
- Ginzburg, R., Adámoli, J., Herrera, P. & Torrella, S. (2005). Los Humedales del Chaco: clasificación, inventario y mapeo a escala regional. *INSUGEO, Miscelánea*, 14: 121–138.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2021). *AlgaeBase. World-wide electronic publication*. [Consulted: 6.x.2021]. <<http://www.algaebase.org>>.
- Kruk, C., Huszar, V.L.M., Peeters, E.T.H.M., Bonilla, S., Costa, L., Lürling, M., Reynolds, C.S. & Scheffer, M. (2010). A morphological classification capturing functional variation in phytoplankton. *Freshwater Biology*, 55(3): 614–627.
- López, J.G. (2013). Convenio sobre la Diversidad Biológica: la última oportunidad de evitar la tragedia, acorralada. *Ecología Política*,

- 46: 25–35.
- Medina-Tombé, M.F., Vouilloud, A.A. & Sala, S.E. (2019). *Terpsinoë musica* Ehrenberg (Bacillariophyceae), primer registro del género para Colombia. *Actualidades Biológicas*, 41(110): 1–20.
- Mereles, F. (1993). Humedales y bosques inundados. *Rojasiana*, 1(1): 21–32.
- Mereles, F. (2006). La diversidad, los usos y la conservación de las especies vegetales en los humedales del Paraguay. *Rojasiana*, 7(2): 171–185.
- Mereles, F., De Egea Elsam, J., Céspedes, G., Peña-Chocarro, M.C. & Degen, R. (2015). Plantas Acuáticas y Palustres del Paraguay. *Rojasiana*, 2(1): 1–236.
- Muñoz-López, C.L., Aranguren-Riaño, N.J. & Duque, S.R. (2017). Morfología funcional del fitoplancton en un lago de alta montaña tropical: Lago de Tota (Boyacá-Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 65(2): 669–683.
- Ortiz-Lerín, R. & Cambra, J. (2007). Distribution and taxonomie notes of *Eunotia* Ehrenberg 1837 (Bacillariophyceae) in rivers and streams of Northern Spain. *Limnetica*, 26(2): 415–434.
- Rivera Ramírez, P. (1985). Las especies del género *Nitzschia* Hassall, sección *Pseudonitzschia* (Bacillariophyceae), en las aguas marinas chilenas. *Gayana Botánica*, 42(3-4): 9–38.
- Rosset, V.K., Bartozek, E.C.R., Lambrecht, R.W., Auricchio, M.R., Dos Santos, M. & Peres, C.K. (2020). Gaps and challenges in the knowledge of algal biodiversity in Paraguay. *Phycologia*, 59(6): 571–577.
- Stevenson, J. (2014). Ecological assessments with algae: a review and synthesis. *Journal of Phycology*, 50(3): 437–461.
- Toledo, L. & Comas, A. (2012). Especies dulciacuicolas del género *Pinnularia* (Bacillariophyceae) de Cuba. *Revista Del Jardín Botánico Nacional*, 32-33: 285–292.
- Utermöhl, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie: Mitteilungen*, 9(1): 1–38.
- Vogt, C. & Mereles, F. (2005). Una contribución al estudio de los humedales de la cuenca del Arroyo Ñeembucú, Departamento Ñeembucú, Paraguay. *Rojasiana*, 7(1): 5–20.
- Zabala Agudelo, A.M., Hernández, E., Agudelo, D.M., Aguirre, N.J. & Vélez, F.D.J. (2019). Variación temporal de la morfología funcional del fitoplancton en una planicie inundable del Caribe Colombiano. *Biota Colombiana*, 20(2): 2–19.