

Check List de Charophytas, Chlorophytas y Euglenophytas del arroyo Piribebuy, Departamento de Cordillera – Paraguay

Arce, J.¹ ; Dos Santos, M.¹ 

¹Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, San Lorenzo, Paraguay

*autor por correspondencia: arcejorge019@gmail.com

Check List de Charophytas, Chlorophytas y Euglenophytas del arroyo Piribebuy, Departamento de Cordillera – Paraguay. Los trabajos recientes sobre algas en Paraguay se enfocan en registros de indicadores biológicos para monitorear la calidad del agua en diversos ecosistemas continentales. Aunque se compilaron listas a través de algunos trabajos taxonómicos, hay limitaciones de acceso y vacíos de información en la caracterización de sistemas acuáticos. La falta de estudios detallados en el arroyo Piribebuy, vital para el sur del Departamento de Cordillera, destaca la necesidad de investigaciones exhaustivas dada la ausencia de caracterizaciones y el impacto antrópico. La necesidad de ampliar y enriquecer los registros de especies en Paraguay, subraya la importancia de llevar a cabo estudios taxonómicos y ecológicos. Este enfoque no sólo propicia la exploración de nuevas áreas de investigación, sino que también ha desempeñado un papel crucial en el impulso de este estudio. En un monitoreo llevado a cabo en el arroyo Piribebuy, se realizaron tres campañas de relevamiento fitoplanctónico (agosto, septiembre y octubre del 2022), utilizando muestras cualitativas, filtradas de 50 L, obtenidas mediante redes de plancton de 50 µm de diámetro de malla y conservadas con FAA. Los estudios cualitativos incluyen fotomicrografías de las especies más representativas. De las tres campañas evaluadas, se priorizaron los registros de Charophyta, Chlorophyta y Euglenophyta, debido a que fueron los más diversos. Se lograron registrar 83 especies de algas en los tres grupos. Se observó una mayor proporción de taxones en el grupo de las Charophytas, destacando especies de los géneros *Closterium* y *Cosmarium*. Adicionalmente, se contribuyen 51 nuevos registros para Paraguay.

Palabras clave: bioindicadores, microalgas, diversidad

Check List of Charophytas, Chlorophytas and Euglenophytas of the Piribebuy stream, Cordillera Department - Paraguay. Recent work on algae in Paraguay has focused on records of biological indicators to monitor water quality in diverse continental ecosystems. Although lists have been compiled through some taxonomic work, there are limitations of access and information gaps in characterizing aquatic systems. The lack of detailed studies in the Piribebuy stream, vital for the southern Cordillera Department, highlights the need for comprehensive research given the absence of characterizations and anthropogenic impact. The need to expand and enrich species records in Paraguay underscores the importance of carrying out taxonomic and ecological studies. This approach not only fosters the exploration of new research areas, but has also played a crucial role in driving this study forward. In a

monitoring study carried out in the Piribebuy creek, three phytoplankton survey campaigns were conducted (August, September, and October 2022) using qualitative samples obtained by filtering 50 L of creek water through 50 µm mesh plankton nets, and preserved with FAA. The qualitative studies include photomicrographs of the most representative species. Of the three campaigns evaluated, records from the Charophyta, Chlorophyta and Euglenophyta divisions were prioritized because they were the most diverse. We were able to record 83 species of algae in the three groups. A higher proportion of taxa was observed in the Charophyta group, mainly highlighting species of the genera Closterium and Cosmarium. Additionally, 51 new records were identified for Paraguay.

Keywords: bioindicators, microalgae, diversity

INTRODUCCIÓN

Los trabajos sobre algas en Paraguay aún son escasos en dos aspectos principales. Primero, en cuanto a los sitios estudiados, no se han realizado caracterizaciones o análisis de la composición algal de cada uno de los sistemas de agua lóticos o lénicos, ni de agua dulce o salobre. Segundo, estudios específicos por grupo algal en las diferentes áreas como, taxonomía, ambiente o biotecnología, por ejemplo. Existen vacíos de información algal resaltables en sistemas hídricos fundamentales que forman parte de la cuenca del río Paraguay, Paraná, Pilcomayo, Apa, arroyos importantes y ambientes lénicos como Estero Milagro de la región Oriental, así como otros grandes humedales, aguadas, tajamares y lagunas saladas de la región Occidental, por mencionar algunos.

La mayoría de los trabajos con algas en Paraguay, en las últimas décadas, constituyen registros de especies bioindicadoras para monitoreos de calidad de agua, en ambientes lóticos y lénicos. La mayoría de estos trabajos son de acceso limitado, por lo que el registro de algas de Paraguay puede ser subestimado. En un monitoreo para caracterización biológica del arroyo San Lorenzo ubicado en el Departamento Central, se identificaron 38 especies de algas que principalmente corresponden a los grupos de bacillariofitas y clorofitas, además de 4 especies de interés en ecotoxicología acuática, pertenecientes al grupo de cianofitas: *Aphanocapsa delicatissi-*

ma, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Microcystis aeruginosa* y *Microcystis flos-aquae* (Benítez, 2014). Un primer reporte de floración por *Ceratium furcoides* en el Lago Ypacaraí fue reportado por Benítez *et al.* (2017). Un aporte relevante sobre especies de algas productoras de toxinas aparece en Núñez y Dos Santos (2020), donde se publicó un listado de 28 especies de cianobacterias registradas en un estanque artificial, muy importante para su consideración en monitoreos como bioindicadores. Aunque no existen listados de especies características de ambientes de agua salobre, existe un reporte de floración por *Cyano-tetras* sp. en este tipo de sistema de agua eutrofiada (Dos Santos *et al.*, 2021).

En un monitoreo realizado durante un año en el embalse de Yacyretá, a 10 años de su llenado, se registraron unas 200 especies distribuidas en 9 clases (Meichtry de Zaburlín *et al.*, 2013). Un listado fisiológico del río Negro en el Pantanal Paraguayo registró unas 59 especies agrupadas en clorofitas, carofitas y bacillariofitas (Dos Santos, 2015). En “Atlas - Algas del Paraguay”, se publicó un primer compendio de 460 especies algales, abarcando 131 puntos de colecta en diferentes ambientes acuáticos de las regiones occidental y oriental de nuestro país, incorporando los grupos bacillariofitas, cianofitas, euglenofitas, clorofitas, carofitas, rodofitas y dinofitas (Dos Santos, 2016). En una revisión realizada Rosset *et al.* (2020), se recopilaron 893 especies registradas, donde solo se catalogaron algas de agua dulce, ninguna de las especies correspondió a hábitos

terrestres o aguas salobres. Con un enfoque más específico en el área paleolimnología, Dos Santos (2020), registró por primera vez un listado de 88 especies de bacillariofitas en río Salado y Lago Ypacaraí.

Hasta la fecha, se han registrado en Paraguay especies incluidas en los siguientes grupos: Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Cryptophyta, Dinophyta, Euglenophyta, Miozoa, Ochrophyta y Rhodophyta. Gali Goiburú, 2022; Albrecht Encina, 2020; Dos Santos, 2016 y otros autores mencionados anteriormente incluyen sus registros en algunos de estos grupos.

En la ciudad de Piribebuy, a la altura de la Cordillera de los Altos nace el arroyo Piribebuy. El sistema de agua irriga el sur del Departamento de Cordillera. Este importante afluente del río Piribebuy, tributario directo del río Paraguay, recibe un impacto del 4,3 % de la población, unos 319.176 habitantes, que se dedica a la producción de caña de azúcar ya que aquí se encuentran las principales destilerías de alcohol del país y la explotación turística como principales fuentes de su economía. (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2022). Esto preocupa, ya que para el sistema hídrico no existen estudios de caracterización de ningún tipo, lo que, sumado al impacto antrópico, puede generar un desequilibrio en este ecosistema. El único estudio más próximo al cauce del arroyo, fue realizado en el río Piribebuy, que consiste en un diagnóstico básico de calidad visual y potabilidad de agua (Esteche *et al.*, 2013).

En base a lo mencionado anteriormente y al impacto actual de las problemáticas de calidad de agua en Paraguay, podemos destacar que los estudios algales de carácter taxonómico y ecológico han cobrado principal interés por su aplicación en monitoreo acuático, que consecuentemente enriquezcan los registros de especies a nivel nacional y contribuyan a la exploración de nuevas áreas de estudio.

En este trabajo se realizó un *check list* composición de la comunidad de algas de los grupos: Charophytas, Chlorophytas y Euglenophytas pre-

sentes en un tramo del arroyo Piribebuy.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron tres campañas de monitoreo en temporada seca: agosto, septiembre y octubre del año 2022. Se establecieron tres puntos de colecta P1, P2 y P3 en un tramo del arroyo Piribebuy, ubicado en el Departamento de Cordillera (Figura 1). Donde P1: -25,391608 S -56,964703 W, corresponde a la zona más cercana a la ruta internacional número PY-02 - Mariscal José Félix Estigarribia; P2: -25,401920S -56,963450W ambiente no urbanizado de ambiente ribereño muy denso y P3: -25,416723S -56,964676W, ambiente poco urbanizado con presencia de granjas alejadas del tramo del arroyo Piribebuy.

Se colectaron muestras cualitativas, que consistieron en filtrados de 50 L, obtenidos mediante redes de plancton de 50 µm de diámetro de malla. Las muestras obtenidas se envasaron en frascos de plástico blanco y fueron conservadas con 2 mL FAA (formol 5%, alcohol 90% y ácido acético 5%) por cada 250 mL de muestra. Los estudios cualitativos incluyen fotomicrografías de las especies más representativas. Cada muestra fue homogeneizada mediante agitación durante un minuto para garantizar la representatividad de cada submuestra analizada. Se realizaron repetidas observaciones con la técnica de barrido en zig-zag, con ayuda del microscopio óptico de campo claro ZEISS. Se realizaron registros fotomicrográficos con una cámara integrada al microscopio AnsCope 5.1MP. Para las ediciones de las fotomicrografías se utilizó el programa Adobe Photoshop Lightroom. Las herramientas de programa que se utilizaron fueron: nitidez, contraste e iluminación, corrección de posición del ejemplar, corte y fusión de capas fotográficas.

Para la identificación de las especies se han utilizado claves de identificación general: Dos Santos (2016); Bicudo y Menezes (2006); Wehr y Sheath (2003); Bourrelly (1990); Streble y Krauter (1987); Prescott (1970); y claves espe-

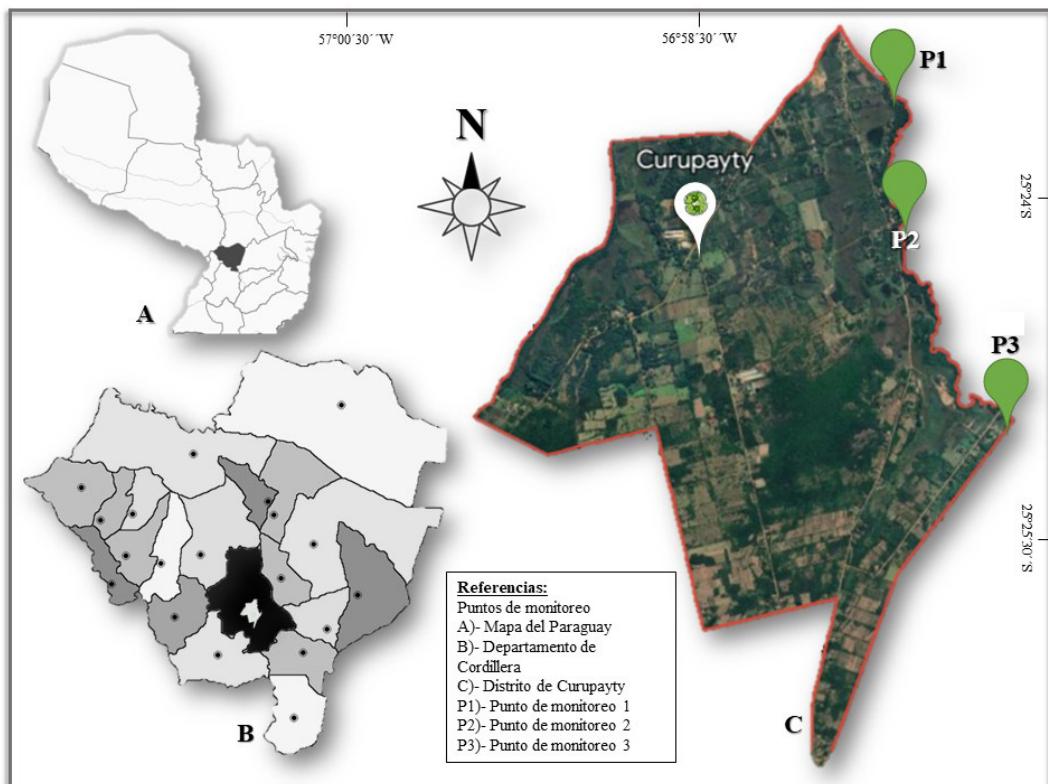


Figura 1. Vista satelital de los puntos de monitoreo P1, P2 y P3 sobre las márgenes del arroyo Piribebuy. Google Landsat

cíficas como: Metzeltin y Lange-Bertalot (2007); Metzeltin, Lange-Bertalot y García-Rodríguez (2005); Prygiel y Coste (2000); Tell y Conforti (1986); Komárek y Fott (1983); Förster (1982); Ruzicka (1977); Yacubson (1974); (West (1971); Hirano (1959). También se utilizó la base de datos mundial AlgaeBase (Guiry y Guiry, 2023).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fueron identificados 83 taxones correspondientes a los grupos de Charophytas (Figuras 3 y 4), Chlorophytas (Figuras 5 y 6) y Euglenophytas (Figura 7), distribuidos de la siguiente manera: 65 taxones para Charophytas, 15 taxones para Chlorophytas y 3 taxones para Euglenophytas (Tabla 1).

La proporción de géneros registrados en las distintas campañas para las diferentes divisiones

denota un elevado nivel de frecuencia de aparición para el grupo de Charophytas (Tabla 2), resaltando los géneros de *Closterium* Kützing, 1833 y *Cosmarium* Ehrenberg, 1831 como los más representativos con 16 y 14 especies representando el 19,28% y 16,87% respectivamente, del total de los registros realizados en el arroyo Piribebuy. En el año 2016, Dos Santos registra un total de 460 especies de algas, 168 especies de Charophytas, 87 Chlorophytas y 17 Euglenophytas. En esta investigación, el inventario incluye a 24 especies de *Closterium* y 33 de *Cosmarium* dentro del grupo Charophytas. Comparando con los registros de Dos Santos (2016), solo 5 especies de cada género mencionado coinciden con esta lista. No se han encontrado coincidencias para la división de Euglenophytas.

Tabla 1. Registro de especies Charophytas, Chlorophytas y Euglenophytas del arroyo Piribebuy durante la temporada seca

Nº	División	Especie	Agosto			Septiembre			Octubre			N. R.
			P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
1	Charophyta	<i>Actinotaenium subglobosum</i> (Nordst.) Teiling							x	x		
		<i>Actinotaenium vollei</i> (West & G.S.West)							x			x
2		Teiling ex Ruzicka & Pouzar 1978										
3		<i>Closterium acerosum</i> Ehrenberg ex Ralfs 1848	x									x
4		<i>Closterium braunii</i> Reinsch		x	x			x				x
		<i>Closterium cf. bailyanum</i> (Brébisson ex Ralfs) Brébisson 1856							x			x
6		<i>Closterium cf. moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralf	x							x		
7		<i>Closterium cf. tumidulum</i> F.Gay			x		x					x
8		<i>Closterium dianae</i> Ehrenberg ex Ralfs 1848	x	x	x							x
		<i>Closterium ehrenbergii</i> Meneghini ex Ralfs 1848	x							x	x	
10		<i>Closterium leibleinii</i> Kützing ex Ralfs 1848			x				x			
11		<i>Closterium libellula</i> Focke ex Nordstedt 1873				x						x
12		<i>Closterium lunula</i> Ehrenberg & Hemprich ex Ralfs 1848		x	x							x
13		<i>Closterium moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralf	x			x	x	x				x
		<i>Closterium navicula</i> (Brébisson) Lütkemüller 1905				x	x					x
15		<i>Closterium parvulum</i> Nägeli 1849	x	x								
16		<i>Closterium pritchardianum</i> Ehrenberg ex Ralfs 1848			x							x
17		<i>Closterium setaceum</i> Ehrenberg ex Ralfs 1848	x									
18		<i>Closterium</i> sp. Nitzsch ex Ralfs			x		x					
19		<i>Coleochaete</i> sp. Brébisson, 1844	x									x
20		<i>Cosmarium connatum</i> Brébisson ex Ralfs 1848			x							x
21		<i>Cosmarium cf. connatum</i> Brébisson ex Ralfs 1848							x	x	x	
22		<i>Cosmarium margaritatum</i> (P.Lundell) J.Roy & Bisset 1886	x									
23		<i>Cosmarium obtusatum</i> Greville ex Nordstedt 1873		x						x		
24		<i>Cosmarium pseudoconnatum</i> Nordstedt	x			x						x
25		<i>Cosmarium punctulatum</i> Brébisson 1856			x							
26		<i>Cosmarium reniforme</i> (Ralfs) W.Archer 1874	x	x				x				x
27		<i>Cosmarium sexnotatum</i> Gutwinski 1893			x							x
28		<i>Cosmarium subspeciosum</i> Nordstedt 1875	x	x	x			x				
29		<i>Cosmarium subtumidum</i> Nordstedt 1878			x							x
30		<i>Cosmarium</i> sp. ex Ralfs, 1848				x			x	x	x	
31		<i>Cosmarium subtile</i> (West & G.S.West) Lütkemüller 1910				x						x
32		<i>Cosmarium undulatum</i> Corda ex Ralf			x							

33	<i>Cosmarium varsoviense</i> Raciborski 1889		x	x
34	<i>Cylindrocystis gracilis</i> I.Hirn 1953	x		
35	<i>Cylindrocystis</i> cf. <i>crassa</i> De Bary 1858		x	x
36	<i>Desmidium baileyi</i> (Ralfs) Nordstedt 1880	x		
37	<i>Desmidium</i> cf. <i>cylindricum</i> Greville ex Nordstedt 1873		x	x
38	<i>Desmidium grevillei</i> (Kützing ex Ralfs) De Bary 1858	x		
39	Charophyta <i>Desmidium</i> sp. C.Agardh ex Ralfs, 1848		x	x
40	<i>Desmidium swartzii</i> C.Agardh ex Ralfs 1848	x		x
41	<i>Euastrum ansatum</i> Ehrenberg ex Ralf		x	
42	<i>Euastrum binale</i> Ehrenberg ex Ralfs 1848		x	x
43	<i>Euastrum denticulatum</i> F.Gay 1884	x		x
44	<i>Euastrum gemmatum</i> Ralfs 1848		x	x
45	<i>Euastrum</i> sp. Ehrenberg ex Ralfs, 1848	x		x
46	<i>Gonatozygon</i> sp. (?) De Bary, 1856		x	
47	<i>Gonatozygon kinahanii</i> De Bary, 1856	x		
48	<i>Hyalotheca mucosa</i> Ralfs 1848		x	
49	<i>Hyalotheca</i> sp. Ehrenberg ex Ralfs, 1848	x	x	x
50	<i>Micrasterias laticeps</i> Nordst		x	
51	<i>Micrasterias papillifera</i> Bréb. ex Ralfs	x		x
52	<i>Micrasterias rotata</i> Ralfs 1848		x	x
53	<i>Micrasterias thomasiana</i> W.Archer 1862		x	x
54	<i>Mougeotia</i> sp. C.Agardh	x		
55	<i>Netrium naegelii</i> (Brébisson ex W.Archer)		x	x
56	<i>Penium polymorphum</i> (Perty) Perty 1852	x		
57	<i>Planotaenium interruptum</i> (Brébisson ex Ralfs) Petlovany & Palamar-Mordvintseva 2009	x		x
58	<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i> (Ralfs) De Bary 1858		x	x
59	<i>Spirogyra</i> cf. <i>hymerae</i> Britton & B.H.Smith 1942	x		x
60	Charophyta <i>Spirogyra turfosa</i> F.Gay 1884	x		
61	<i>Spirotaenia</i> cf. <i>condensata</i> Bréb. ex Ralfs		x	x
62	<i>Spirotaenia condensata</i> Brébisson 1848		x	x
63	<i>Spirotaenia obscura</i> Ralfs		x	x
64	<i>Staurastrum</i> sp. Meyen ex Ralfs, 1848	x		
65	<i>Staurastrum punctulatum</i> Brébisson 1848	x		x

66	<i>Chaetophora</i> sp. (Roth) C. Agardh	x			x
67	<i>Coelastrum sphaericum</i> Nägeli 1849		x	x	
68	<i>Cylindrocapsa</i> (?) Reinsch, 1867				x x
69	<i>Dimorphococcus lunatus</i> A.Braun 1855		x	x	
70	<i>Eudorina</i> cf. <i>elegans</i> Ehrenberg 1832				x x
71	<i>Microspora stagnorum</i> (Kützing) Lagerheim 1887		x		x
Chlorophytas	<i>Monoraphyidium</i> sp. Komárková-Legnerová, 1969	x			
	<i>Oedogonium</i> sp. Link ex Hirn, 1900	x x x x x x x x x			
	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen 1829	x	x		x
	<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs		x	x	
	<i>Scenedesmus</i> cf. <i>circumfusus</i> Hortobágyi 1960		x		x
	<i>Scenedesmus incrassatulus</i> Bohlin 1897	x		x	x
	<i>Scenedesmus</i> cf. <i>incrassatulus</i> Bohlin 1897	x x			x
	<i>Tetraedron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg 1889		x		
	<i>Tetradesmus</i> sp. G.M.Smith, 1913	x			x
81	<i>Euglena amphipyrenica</i> (?) Chadeaud 1937				x x
82	<i>Euglena</i> cf. <i>clara</i> Skuja 1948		x		x
83	<i>Phacus</i> sp. Dujardin, 1841		x		
TOTAL		7 23 17	23 27 12	5 5 8	51

N. R: Nuevo registro. P1: Punto de monitoreo 1. P2: Punto de monitoreo 2. P3: Punto de monitoreo 3

Tabla 2. Frecuencia de aparición en porcentaje de los géneros durante los meses de agosto, septiembre y octubre del 2022 Fórmula utilizada para la elaboración de la tabla 2: $F=(n*100)/T$. Donde F: frecuencia porcentual, n: cantidad de especies registradas por género y T: cantidad total de especies registradas en el arroyo Piribebuy

División	Género	Agosto	Setiembre	Octubre	Total
Charophytas	<i>Actinotaenium</i>	0	1.2	1.2	2.41
	<i>Closterium</i>	9.64	13.25	6.02	19.28
	<i>Coleochaete</i>	1.2	0.0	0	1.20
	<i>Cosmarium</i>	6.02	13.25	3.61	16.87
	<i>Cylindrocystis</i>	2.41	0	0	2.41
	<i>Desmidium</i>	3.61	2.41	0	6.02
	<i>Euastrum</i>	2.41	3.61	0	6.02
	<i>Gonatozygon</i>	1.2	1.2	0	2.41
	<i>Hyalotheca</i>	1.2	2.41	0	2.41
	<i>Micrasterias</i>	1.2	3.61	0	4.82
	<i>Mougeotia</i>	1.2	0	0	1.20
	<i>Netrium</i>	0	1.2	0	1.20

	<i>Penium</i>	1.2	0	0	1.20
	<i>Planotaenium</i>	1.2	0	0	1.20
	<i>Pleurotaenium</i>	0	1.2	0	1.20
	<i>Spirogyra</i>	2.41	0	0	2.41
	<i>Spirotaenia</i>	0	3.61	0	3.61
	<i>Staurastrum</i>	2.41	0	0	2.41
Chlorophyta	<i>Chaetophora</i>	1.2	0	0	1.20
	<i>Coelastrum</i>	1.2	1.2	0	1.20
	<i>Cylindrocapsa</i>	0	0	1.2	1.20
	<i>Dimorphococcus</i>	0	1.2	0	1.20
	<i>Eudorina</i>	0	0	1.2	1.20
	<i>Microspora</i>	1.2	0	0	1.20
	<i>Monoraphydium</i>	1.2	0	0	1.20
	<i>Oedogonium</i>	1.2	1.2	1.2	1.20
	<i>Pediastrum</i>	2.41	2.41	0	2.41
	<i>Scenedesmus</i>	2.41	3.61	0	3.61
	<i>Tetraedron</i>	1.2	0	0	1.20
	<i>Tetradesmus</i>	1.2	0	0	1.20
Euglenophyta	<i>Euglena</i>	0	1.2	1.2	2.41
	<i>Phacus</i>	0	1.2	0	1.20

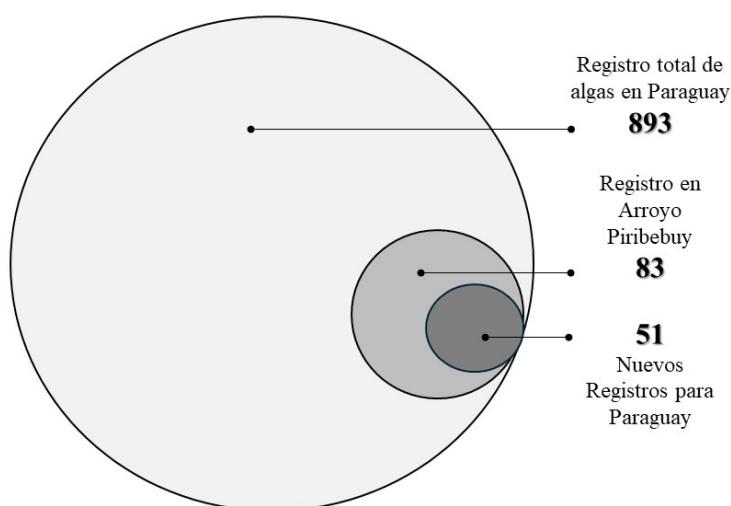


Figura 2. Representación gráfica de los registros de algas en Paraguay, con respecto al *Check List* realizado en el arroyo Piribebuy y los nuevos registros para el país

En el arroyo Piribebuy se alcanza una proporción de 25% de los registros de Charophytas con relación a la revisión realizada por Rossset *et al.* (2020), sobre la diversidad algal del Paraguay, donde se recopilan 259 especies para esta división de un total de 893 taxones (Figura 2). No obstante, no se pudo realizar una comparación específica entre especies ya que ese trabajo no incluye una lista completa.

Según Ramírez (2000), la presencia de *Closterium* en particular determina la disposición de aguas duras, estas aguas contienen un alto nivel de minerales, en particular sales de magnesio y calcio. Por otra parte, en un estudio de calidad ecológica y gestión hídrica, Hernández *et al.* (2020), describe a la especie *Closterium setaceum* como un taxón característico por ser altamente conspicuo y sensible a la eutrofización. Ramírez (2000), describe que la presencia de este género es común en aguas oligotróficas poco mineralizadas y ácidas, además en aguas ricas en compuestos húmicos y con un nivel elevado de hierro. No obstante, Vale y Vasconcelos (2007), mencionan en su publicación sobre “Eutrofización, dinámica del fitoplancton y eliminación de nutrientes en dos lagos urbanos artificiales” que el género *Cosmarium* es un género que puede encontrarse en sistemas acuáticos de diferentes estados tróficos, sin embargo, notaron que las células de mayor tamaño indican que son una peculiaridad típica de sistemas eutróficos. Por la cantidad de especies de Charophytas identificadas en el tramo del arroyo estudiado frente a la cantidad de especies Chlorophytas y Euglenophytas, nos indica que estamos en presencia de un ambiente oligotrófico a β-mesotrófico, como lo mencionan Streble y Krauter (1987).

Del total de los taxones identificados, 51 de ellos corresponden a un nuevo registro para Paraguay. En estas campañas se registra un elevado nivel de especies para la división Charophyta y Chlorophyta, en contraste con un bajo nivel de la división Euglenophyta. Para el mes de agosto, liderando los nuevos registros con 15 taxones

tenemos en la cúspide a las Charophyas, seguidamente con 6 taxones para las Chlorophytas y sin registro nuevo para Euglenophyta. En lo que refiere al mes de septiembre hay una alta riqueza para el grupo de las Charophytas con 26 nuevos registros, mientras que para las divisiones de Chlorophyta y Euglenophyta, 4 y 1 nuevos registros respectivamente. Finalmente, para el mes de octubre se tiene 4, 2 y 1 nuevos registros para Charophyta, Chlorophyta y Euglenophyta respectivamente. Uno de los géneros que surgió repetidamente fue *Oedogonium* Agardh, 1823 aunque no se pudo llegar al nivel de identificación de especie, se observó diferencias en los morfotipos (Figura 6), lo que hace presumir que hay al menos 3 especies, aunque para confirmar se requiere de los especímenes en etapa de reproducción.

En las figuras 3 y 4 se observan algunas de las especies listadas más representativas del grupo Charophytas. Dentro de este grupo se registran 8 familias comprendidas en 65 especies. En la figura 4 se pueden apreciar algunas de las especies listadas más representativas del grupo Chlorophytas. Dentro de este grupo se registran 8 familias distribuidas en 15 especies.

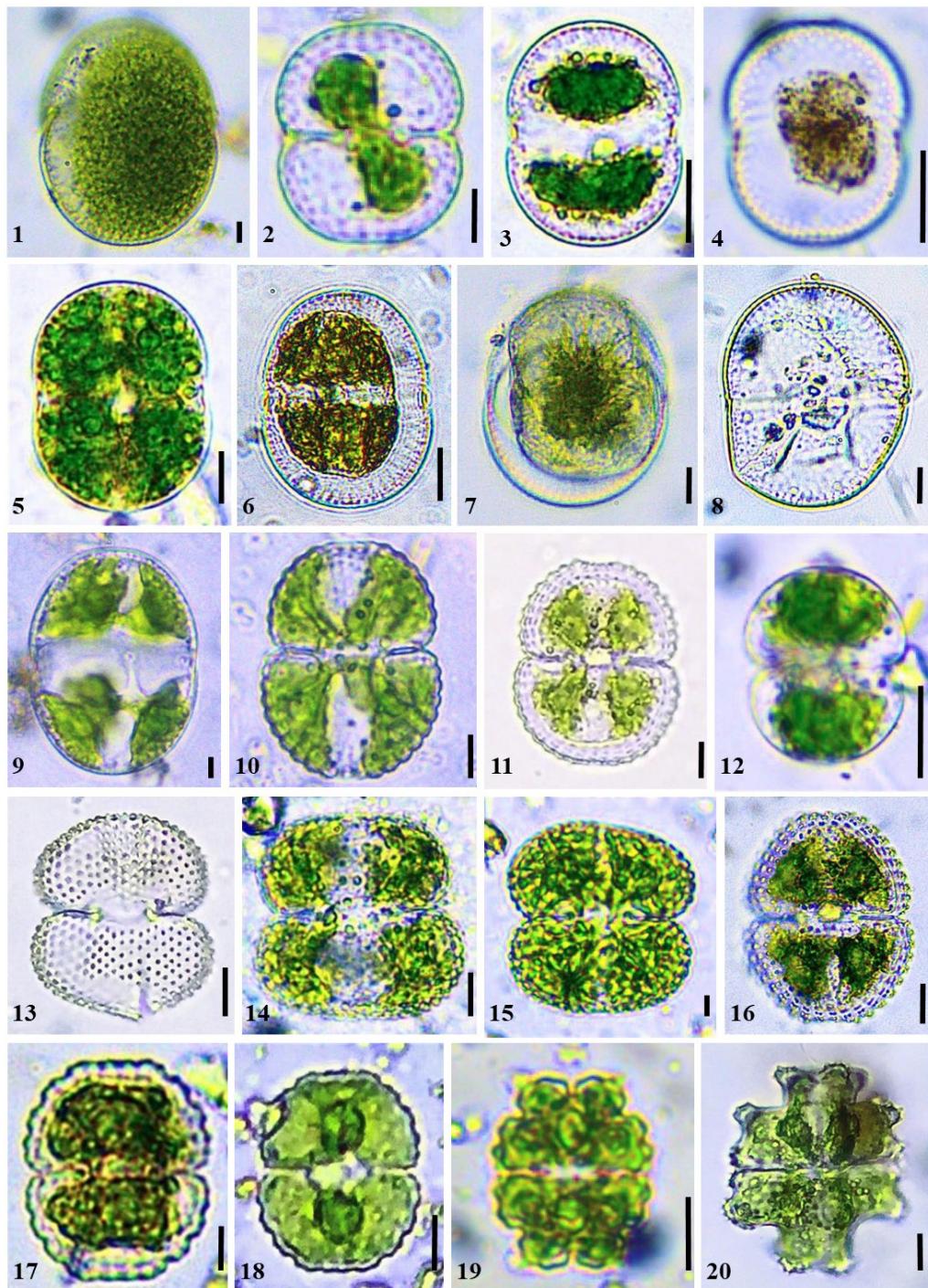


Figura 3. 1. *Cosmarium* cf. *connatum*. 2. *Cosmarium varsoviense*. 3. *Cosmarium pseudoconnatum*. 4. *Cosmarium subtumidum*. 5-6. *Cosmarium pseudoconnatum*. 7-8. *Cosmarium* sp. 9. *Cosmarium connatum*. 10-11. *Cosmarium subspeciosum*. 12. *Cosmarium subtumidum*. 13-14. *Cosmarium reniforme*. 15. *Cosmarium margaritatum*. 16. *Cosmarium subspeciosum*. 17. *Cosmarium punctulatum*. 18. *Cosmarium undulatum*. 19. *Euastrum denticulatum*. 20. *Euastrum gemmatum*. Barra de escala: 10 µm

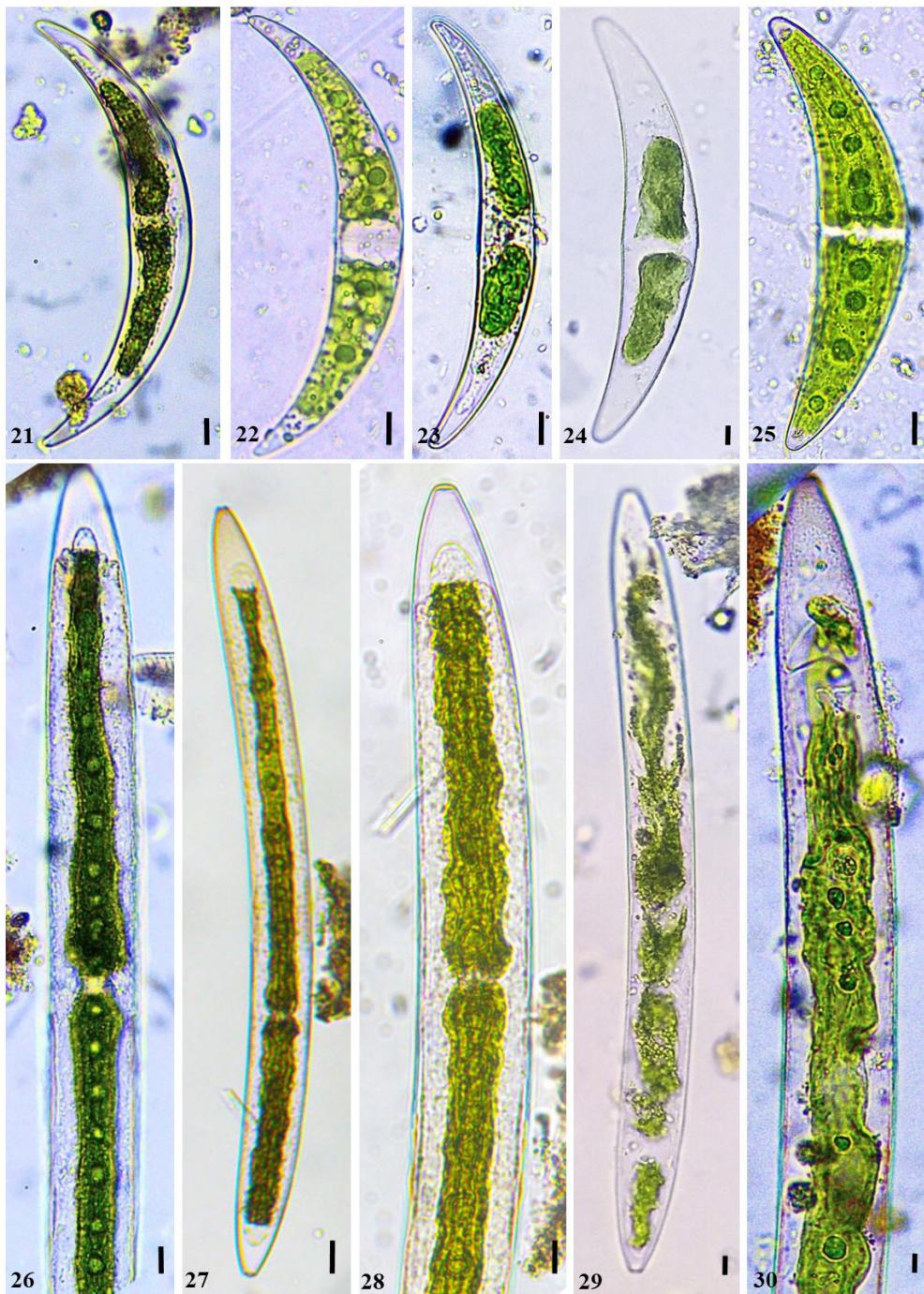


Figura 4. 21. *Closterium dianae*. 22-23. *Closterium parvulum*. 24. *Closterium ehrenbergii*. 25. *Closterium moniliferum*. 26. *Closterium pritchardianum*. 27-28. *Closterium acerosum*. 29-30. *Closterium braunii*. Barra de escala: 10 μm

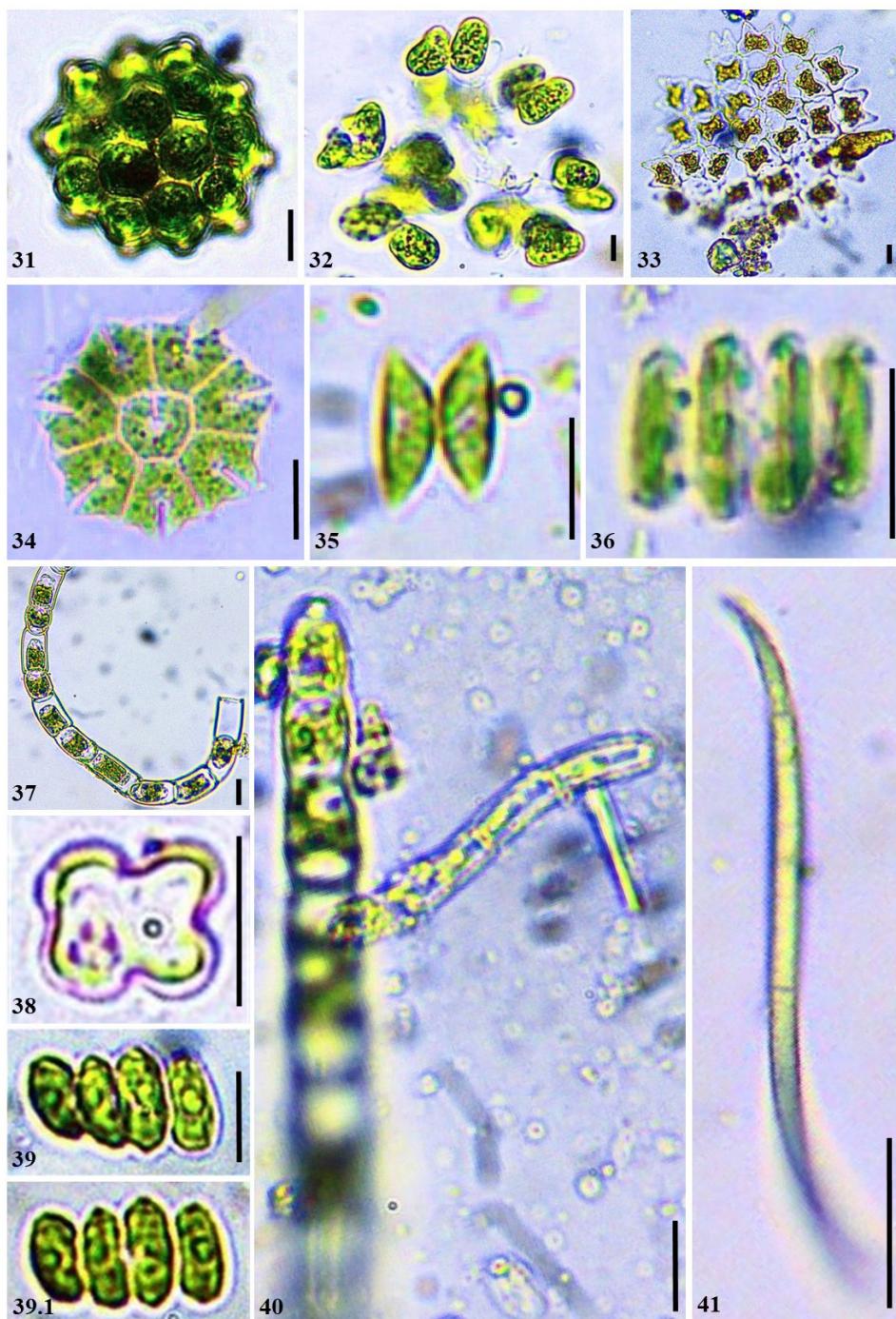


Figura 5. 31. *Coelastrum sphaericum*. 32. *Dimorphococcus lunatus*. 33. *Pediastrum duplex*. 34. *Stauridium tetras*. 35. *Tetradesmus* sp. 36. *Scenedesmus cf. circumfusus*. 37. *Oedogonium* sp. 38. *Tetraedron minimum*. 39-39.1. *Scenedesmus incrassatulus*. 40. *Chaetophora* sp. 41. *Monoraphydiump* sp. Barra de escala: 10 µm

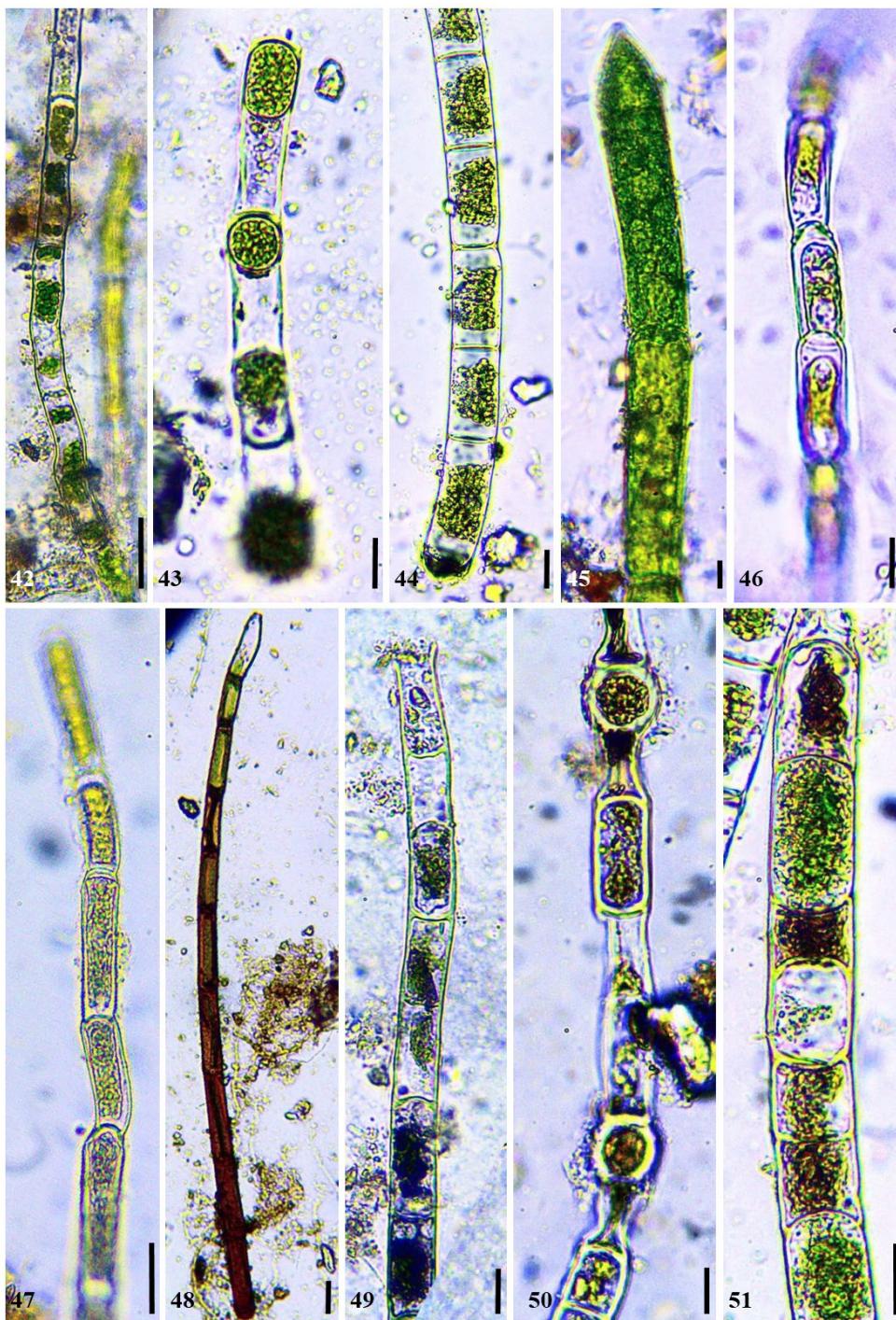


Figura 6. 42 y 43. *Oedogonium* sp. 44-51. Diferencia de morfotipos filamentosos del género *Oedogonium*. Barra de escala: 10 µm

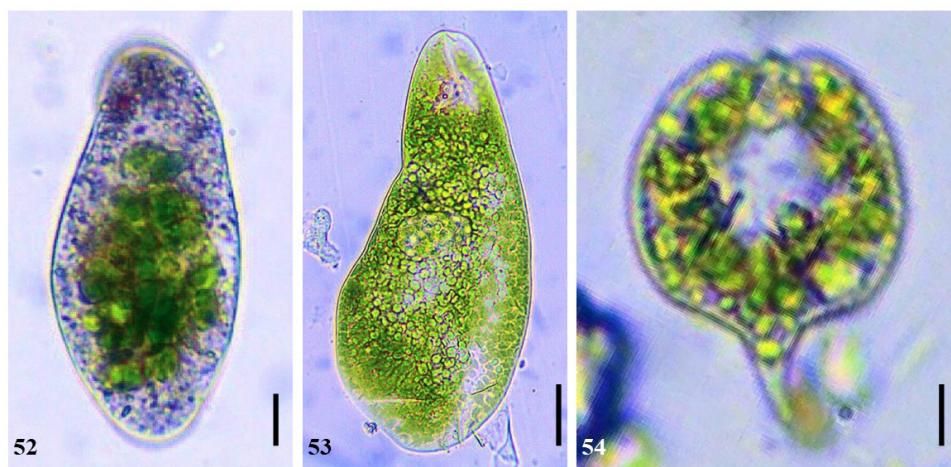


Figura 7. 52. *Euglena* cf. *clara*. 53. *Euglena amphyrrenica*. 54. *Phacus* sp. Barra de escala: 10 µm

CONCLUSIÓN

Con este trabajo se contribuye al conocimiento de la flora algal del arroyo Piribebuy, donde se alcanzó un registro de 83 taxones. Las especies agrupadas en las divisiones de Charophyta, con 65 especies identificadas, Chlorophyta y Euglenophyta, con 15 y 3 especies respectivamente. Los géneros *Closterium* y *Cosmarium* fueron los que alcanzaron mayor número registro con 16 y 14 especies identificadas. Aunque se trata de un trabajo taxonómico, la diversidad de especies que se alcanzó en el grupo de las Charophytas en el tramo del arroyo estudiado nos sugiere que estamos en presencia de un ambiente acuático entre clase I y II, es decir de oligotrófico a β-mesotrófico.

Este *check list* contribuye con 51 nuevos registros ficológicos para Paraguay, unos 40 nuevos registros para el grupo de Charophyta, 9 para Chlorophyta y finalmente 2 especies para el grupo de las Euglenophytes.

APORTES DE LOS AUTORES

Levantamiento del primer registro de algas Charophytas, Chlorophytas y Euglenophytas del arroyo Piribebuy, además de 51 nuevos registros

para la lista de algas del Paraguay.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albrecht Encina, M. L. (2020) *Diversidad fitoplanctónica como indicador de calidad de agua en subembalses de la represa de Yacyretá, Departamento Itapúa, Paraguay*. [Trabajo de Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Itapúa]. https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/Monica_Albrecht_Tesis.pdf
- Benítez, G., Nakayama, H., Moura, J., Franco, G., Acosta, R., y Ramírez, L. (2014). Caracterización biológica del Arroyo San Lorenzo en el tramo del Campus Universitario-UNA. *Steviana*, Vol. 6, 36-49. <https://revistascientificas.una.py/index.php/stevia/article/download/1270/1257/2346>
- Benítez, G., Dos Santos, M., Nuñez, A., Villalba, G., Ávalos, C., Araujo, C., Acosta, R., Escobar, A., Arenas, R., Astigarraga, O., y Peralta, I. (2019). Primer reporte de floración por *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans en el Lago Ypacaraí – Departamento Central,

- Paraguay. *Steviana*, Vol. 9 (2), 26-35. <https://revistascientificas.una.py/index.php/stevia/article/view/1202/1195>
- Bicudo, C.E. y Menezes, M. (2006). *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil. Chave para identificação e descrições*. RiMa Editora
- Bourrelly, P. (1990). *Les algues d'eau douce*. Société Nouvelle des Éditions Boubée
- Dos Santos, M. (2016). Atlas “Algas del Paraguay”- Características generales, importancia, muestreos en Paraguay, clave de identificación e ilustraciones. 1^a Edición. Dirección de Investigaciones, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad Nacional de Asunción. Ciudad Universitaria, San Lorenzo – Paraguay. 234 pp. https://www.agr.una.py/Difusion/imagen/promociones/190517/atlas_algas_paraguay.pdf
- Dos Santos, M. (2020). Especies Diatomológicas - Algas de muestras paleolimnológicas de río Salado y lago Ypacaraí - Paraguay. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad Nacional de Asunción. Ciudad Universitaria, San Lorenzo – Paraguay. 37 pp. https://www.researchgate.net/publication/342877349_Especies_diatomologicas_-Algas_de_muestras_paleolimnologicas_de_Rio_Salado_y_Lago_Ypacarai_-Paraguay
- Dos Santos, M., Morel, R., Ávalos, C., Méndez, M., y Benítez, G. (2021). Floraciones de *Cianotetras* sp. en cuerpos de aguas salobres eutrofizados del Paraguay durante el 2020. *Steviana*, Vol. 13 (1), 13-24. <https://revistascientificas.una.py/index.php/stevia/article/view/3048/2635>
- Esteche, G., Sosa, D., Yaluff, Y., Ibarra, J. E., & Insfrán, A. (2013). Caracterización de nacientes de la cuenca del Río Piribebuy. *Investigación Agraria*, 7(2), 71–75. <https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/128>
- Förster, K. (1982). *Die Binnengewässer. Band XVI. Das Phytoplakton des Süßwassers*. Conjugatophyceae, Zugnematales und Desmidiales. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller)
- Gali Goiburú, S. S. (2022) *Caracterización fitoplanctónica del río Confuso en el tramo de Benjamín Aceval, Departamento de Presidente Hayes, Paraguay* [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Asunción]
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2023. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>
- Hernández, E., Agudelo, D., Flórez, D., Sepúlveda, R., Zavala, A., Vargas, L., Parra, M., Ramírez, G., Aguirre, N. y Vélez, F. (2020). Índice de calidad ecológica y gestión hídrica en tres ecosistemas de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, Vol. 68(4), 1337-1345. <https://doi.org/DOI 10.15517/RBT.V68I4.41522>
- Hirano, M. (1959). *Flora Desmidiarum Japonicarum. Contribution from the Biological Laboratory*. Kyoto University N°7
- Instituto Nacional de Estadística. (2022). Cordillera-Proyecciones de población por sexo y edad. https://www.ine.gov.py/Publicaciones/Proyecciones%20por%20Departamento%202022/03_CORDILLERA_2022.pdf
- Komárek, von J. & Fott, B. (1983). *Die Binnengewässer. Band XVI. Das Phytoplakton des Süßwassers. Chlorophyceae*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller)
- Meichtry de Zaburlín, N., Vogler, R., Llano, V., y Martens, I. (2013). Fitoplancton del embalse Yacyretá (Argentina-Paraguay) a una década de su llenado. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 225-239. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v84n1/v84n1a14.pdf>
- Metzeltin, D., Lange-Bertalot, H. y García-Rodríguez, F. (2005). *Diatoms of Uruguay. Compared with other taxa from South America and elsewhere*. A.R.G. Gantner Verlag K.G.
- Metzeltin, D. & Lange-Bertalot, H. (2007). *Di-*

- tomeas tropicales de Sudamérica II. Iconographia Diatomológica Annotated Diatom Micrographs.* A.R.G. Gantner Verlag K.G.
- Núñez, A., Dos Santos, M. (2020). Cyanophytas del estanque artificial de la Facen. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad Nacional de Asunción. Ciudad Universitaria, San Lorenzo – Paraguay. 72 pp. <https://www.facen.una.py/wp-content/uploads/2020/05/CyanoVERSION-FINAL-2020.pdf>
- Prescott, G.W. (1970). *Algae of the Western Great Lakes Area.* WM. C. Brown Company Publishers
- Prygiel, J. & Coste, M. (2000). *Guide Méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Diatomées.* Agence de l'Eau Artois- Picardie
- Rosset, V., Rodrigues, E., Wilander, L., Ramos, M., Dos Santos, M., y Kaveski, C. (2020). Brechas y desafíos en el conocimiento de la biodiversidad algal en Paraguay. *Phycologia*, 59 (6), 571-577. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00318884.2020.1830597>
- Ruzicka, P. (1977). *Die Desmidiaceen Mitteleuropas.* E. Scheweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
- Streble, H. & Krauter, D. (1987). *Atlas de los microorganismos de agua dulce. La vida en una gota de agua.* Ediciones Omega S.A.
- Tell, G. y Conforti, V. (1986). *Biblioteca Phycológica Band 75. Euglenophytas Pigmentadas de la Argentina.* J. Cramer
- Vale, X., & Vasconcelos, V. (2007). Eutrophication, phytoplankton dynamics and nutrient removal in two man-made urban lakes Palácio de Cristal and Serralves. *Lake Reserv Manage*, 12. <http://doi.org/10.1111/j.1440-1770.2007.00336.x>
- Wehr, J.D. y Sheath, R.G. (2003). *Freshwater algae of North America.* Elsevier Science
- West, W. (1971). *A monograph of the British Desmidiaceae.* Johnson Corporation
- Yacubson, S. (1974). *Catálogo de Iconografía de las Chlorophytas de Venezuela. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas 126.* Universidad de Zulia - Maracaibo - Venezuela