



Fundación
Miguel Lillo
Tucumán
Argentina

doi

Diversidad de los géneros *Monactinus*, *Pediastrum*, *Pseudopediastrum* y *Stauridium* (Chlorophyta: Hydrodictyaceae), de dos lagunas eutróficas andino-ecuatorianas

Diversity of the genera *Monactinus*, *Pediastrum*, *Pseudopediastrum* and *Stauridium* (Chlorophyta: Hydrodictyaceae), from two Andean-Ecuadorian eutrophic lakes

Arévalo, Andrés¹; Mabel, F. Cadena^{2*}

¹ Universidad Tecnológica Indoamérica, Sabanilla y Machala, 170103, Quito, Pichincha, Ecuador.

² Universidad Metropolitana del Ecuador, Coruña N26-95, 170517, Quito, Pichincha, Ecuador.

* Autor correspondiente: <mabelcadenazum@gmail.com>

Resumen

Se investigó la diversidad de los géneros *Monactinus*, *Pediastrum*, *Pseudopediastrum* y *Stauridium* en dos lagos eutróficos de alta montaña en los Andes ecuatorianos: San Pablo y Yahuarcocha, a fin de aportar al conocimiento de la ficoflora local. Estas algas verdes, pertenecientes a la familia Hydrodictyaceae, presentan variedad en cuanto a forma y tamaño; además pueden ser utilizadas como bioindicadores de la calidad del agua y revelar variaciones de temperatura. Las muestras se recolectaron entre noviembre de 2023 y enero de 2024, mediante arrastres con red de plancton de 24 μ m de abertura de poro en la zona limnética y raspado de raíces de plantas acuáticas en zonas litorales. Las muestras fueron preservadas con solución de Transeau. Se identificaron once especies, de los cuales cinco fueron exclusivas de la Laguna de Yahuarcocha, cuatro del Lago San Pablo y dos se encontraron en ambos cuerpos de agua. Este estudio amplía el conocimiento de la

► Ref. bibliográfica: Arévalo, A.; Cadena, M. F. 2025. Diversidad de los géneros *Monactinus*, *Pediastrum*, *Pseudopediastrum* y *Stauridium* (Chlorophyta: Hydrodictyaceae), de dos lagunas eutróficas andino-ecuatorianas. *Lilloa* 62 (2): 783-800. doi: <https://doi.org/10.30550/j.lil/2239>

► Recibido: 5 de julio 2025 – Aceptado: 23 de septiembre 2025 – Publicado: 13 de noviembre 2025.

► URL de la revista: <http://lilloa.lillo.org.ar>

► Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.



OPEN ACCESS

ficoflora andina ecuatoriana, superando registros previos en el país. Se reportan siete nuevos registros: *Monactinus simplex* var. *duodenarium*, *M. simplex* var. *echinulatum*, *M. simplex* var. *sturmii*, *Pseudopediastrium boryanum* var. *longicorne*, *Ps. brevicorne*, *Stauridium tetras* var. *apiculatum* y *S. tetras* var. *excisum*. Esta contribución resalta la importancia de continuar y ampliar los estudios taxonómicos de la ficoflora del Ecuador.

Palabras clave: Ecuador; eutrofización; fitoplancton; léntico; microalga; taxonomía.

Abstract

The diversity of the genera *Monactinus*, *Pediastrum*, *Pseudopediastrium*, and *Stauridium* was investigated in two high-altitude eutrophic lakes in the Ecuadorian Andes: San Pablo and Yahuarcocha. The objective was to contribute to the knowledge of the local phycoflora. These green algae, belonging to the family Hydrodictyaceae, exhibit variety in terms of shape and size and serve as bioindicators of water quality and to reveal temperature variations. Samples were collected from November 2023 to January 2024 using a 24 μm pore size plankton net in the limnetic zone and by scraping aquatic plant roots in littoral zones. Samples were preserved with Transeau's solution. Eleven species were identified, five were exclusive to Yahuarcocha Lake, four to San Pablo Lake, and two were found in both water bodies. This study expands the knowledge of the Ecuadorian Andean phycoflora, surpassing previous records in the country. Seven new records are reported: *Monactinus simplex* var. *duodenarium*, *M. simplex* var. *echinulatum*, *M. simplex* var. *sturmii*, *Pseudopediastrium boryanum* var. *longicorne*, *Ps. brevicorne*, *Stauridium tetras* var. *apiculatum*, and *S. tetras* var. *excisum*. This contribution highlights the importance of continuing and expanding taxonomic studies of Ecuador's phycoflora.

Keywords: Ecuador; eutrophication; lentic; microalgae; phytoplankton; taxonomy.

INTRODUCCIÓN

La comunidad fitoplanctónica está conformada por organismos fotosintetizadores de gran diversidad de formas y tamaños, que pueden habitar tanto aguas dulces como marinas. Estos organismos son el primer eslabón de la cadena trófica acuática y su estudio es fundamental para la caracterización ecológica de los ecosistemas acuáticos, además de ser útiles como indicadores de impactos antrópicos (Affe *et al.*, 2019).

Dentro de este grupo se destacan las algas verdes de los géneros *Pediastrum*, *Monactinus*, *Pseudopediastrium* y *Stauridium* (anteriormente pertenecientes al género *Pediastrum*) de la familia Hydrodictyaceae.

Dichos géneros prefieren aguas con condiciones eutróficas, aunque también se asocian con macrófitas acuáticas en zonas litorales de lagos oligotróficos (Komárek y Jankovská, 2001; John *et al.*, 2002). Su distribución puede ser cosmopolita o estar restringida a zonas geográficas específicas (Kowalska y Wolowski, 2010).

Estas algas forman cenobios, generalmente planos o circulares, compuestos por múltiples células dispuestas de manera regular que flotan libremente en las aguas de ecosistemas lénticos (Parra, 1979). Las células periféricas presentan lóbulos o procesos prominentes, mientras que las internas están interconectadas por elementos convexos. La pared celular puede ser lisa o decorada con gránulos, verrugas o crestas, y cada célula posee un cloroplasto único de disposición parietal, con un pirenoide en cada plástido (Lenarczyk, 2014; Bicudo y Menezes, 2017).

Una característica peculiar de estos géneros es que su pared celular está compuesta por esporopolenina y óxido de silicio, lo que les confiere una alta resistencia a la descomposición, especialmente cuando se depositan en los sedimentos lacustres, convirtiéndolos en excelentes paleobioindicadores (Weckström *et al.*, 2010). En regiones tropicales y subtropicales, las concentraciones y el tamaño de *Pediastrum*, *Pseudopediastrum* y *Monactinus* pueden reflejar cambios en la temperatura y el nivel de los lagos (Gosling *et al.*, 2008; Rull *et al.*, 2008; Huang *et al.*, 2023).

La filogenia de la familia *Hydrodictyaceae* se basaba inicialmente en la identificación fenotípica a través de microscopía óptica. Sin embargo, estudios basados en datos ribosómicos de 18S rADN y 26S rADN han demostrado que el género *Pediastrum* es parafilético, lo que llevó a su división en nuevos géneros: *Lacunastrum*, *Monactinus*, *Parapediastrum*, *Pseudopediastrum* y *Stauridium* (Buchheim *et al.*, 2005; McManus *et al.*, 2011).

A nivel mundial, se han descrito aproximadamente 33 especies de los géneros *Lacunastrum*, *Monactinus*, *Parapediastrum*, *Pediastrum*, *Pseudopediastrum* y *Stauridium*, muchos de ellos en ecosistemas eutróficos (Komárek y Jankovská, 2001; Rai y Misra, 2012; Bicudo y Menezes, 2017). En cuerpos de agua continentales ecuatorianos, el conocimiento de la ficoflora es limitado. Hasta la fecha sólo se han reportado a *Pseudopediastrum boryanum*, *P. obtusum*, *M. simplex*, *S. tetras* y *S. tetras* var. *tetraodon* en lagos y lagunas eutróficas y oligotróficas, tales como Caricocha, Cuicocha, Cunro, Huarmicocha, Limpiopungo, San Pablo, Yahuarcocha y Yambo (Steinitz-Kannan, 1979; Gunkel, 2000; Casallas y Gunkel, 2001; Gunkel y Casallas, 2002; Gunkel y Beulker, 2009; Guerra *et al.*, 2023; Arévalo *et al.*, 2025). El presente estudio tuvo como objetivo determinar la diversidad de *Monactinus*, *Pediastrum*, *Pseudopediastrum* y *Stauridium* en dos lagunas eutróficas de alta montaña, con el fin de contribuir al conocimiento de la flora ficológica ecuatoriana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Las muestras analizadas provienen de dos ecosistemas lénticos: Lago San Pablo y Laguna de Yahuarcocha ubicados en la cordillera de los Andes, en la provincia de Imbabura, zona norte del Ecuador (Fig. 1).

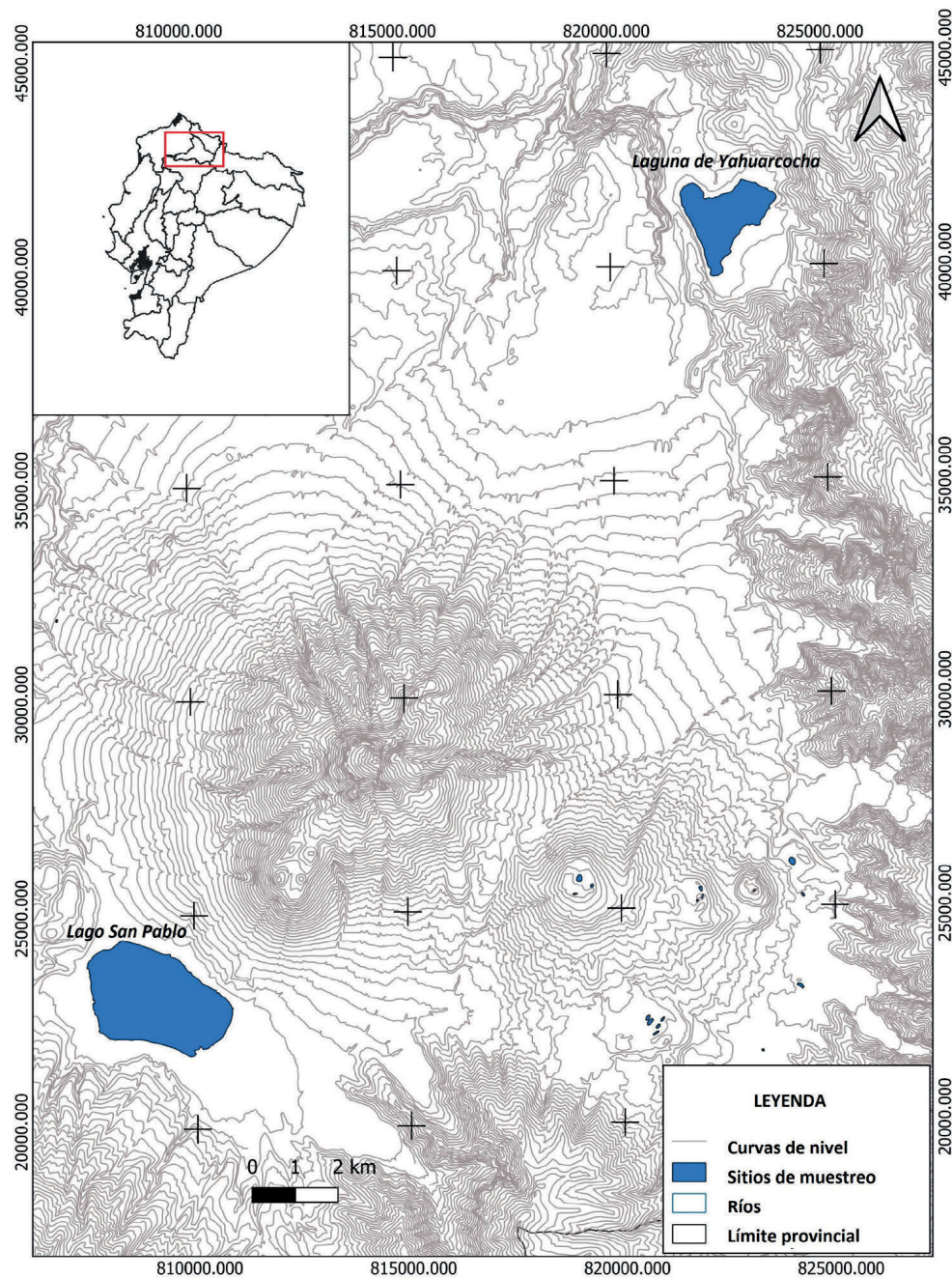


Fig. 1. Ubicación de los sitios de estudio.

Fig. 1. Location of study sites.

El Lago San Pablo se localiza a 2666 m snm, con una profundidad máxima de 35,2 m y una superficie de 583 ha. Su entorno está rodeado por cultivos agrícolas, ganado, construcciones hoteleras y asentamientos rurales (Gunkel, 2000). La vegetación acuática predominante está compuesta por totoras (*Schoenoplectus californicus* y *S. americanus*), espadaña (*Typha* sp.), carrizo (*Arundo donax*; Poaceae) y macrófitas como *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum quitense*, *Potamogeton* sp., *Azolla filiculoides* y *Eichhornia crassipes* (Mena-Valenzuela, 2021).

Por su parte, la Laguna de Yahuarcocha se sitúa a 2190 m snm, con una profundidad máxima de 7,93 m y una superficie de 257 ha. Es un sitio con alta carga turística, recibiendo cerca de 20000 turistas los fines de semana (Van Colen *et al.*, 2017). En sus márgenes predominan plantas acuáticas como el lechuguín de agua (*E. crassipes*) y totora (*S. californicus*) (Maridueña *et al.*, 2011; Terneus-Jácome, 2017).

Con la finalidad de caracterizar la Laguna de Yahuarcocha y el Lago San Pablo durante los meses de muestreo, se midieron *in situ* cuatro parámetros: potencial de hidrógeno (pH), temperatura del agua (T), conductividad eléctrica (CE) y oxígeno disuelto (OD) mediante una sonda multiparamétrica YSI modelo EXO 1, previamente calibrado y verificado mediante estándares de calidad (Tabla 1).

Tabla 1. Valores de pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto en los ecosistemas acuáticos estudiados.

Table 1. Values of pH, temperature, electrical conductivity and dissolved oxygen in the aquatic ecosystems studied.

Sitios de muestreo	Mes de muestreo	pH	T (°C)	Conductividad (μS/cm)	OD (mg/l)
Laguna Yahuarcocha	Noviembre	8,60±0,13	22,95±0,13	510±10,12	8,92±0,09
	Diciembre	8,69±0,05	22,93±0,10	521±2,08	8,93±0,03
	Enero	8,89±0,02	22,90±0,08	510±3,32	9,15±0,02
Lago San Pablo	Noviembre	8,63±0,10	18,50±0,15	293±2,65	7,84±0,03
	Diciembre	8,30±0,14	18,63±0,43	235±2,99	7,43±0,02
	Enero	8,25±0,10	18,33±0,13	251±1,63	7,78±0,02

Recolección y análisis de muestras

Se recolectaron muestras fitoplanctónicas y perifíticas entre noviembre de 2023 y enero de 2024, coincidiendo con la estación lluviosa. En cada sitio de estudio, se efectuaron arrastres en la zona limnética utilizando una red de plancton de 24 μm de abertura de poro, donde se obtuvieron cuatro muestras de fitoplancton. Adicionalmente, se establecieron tres sitios en la zona litoral con presencia de macrófitas, donde se obtuvieron doce muestras de perifiton mediante el raspado de raíces de 20 plantas acuáticas en bolsas plásticas tipo ziploc. El muestreo se realizó una vez al mes durante los tres meses de estudio y se obtuvieron un total de 16 muestras por cada sitio de estudio.

Posteriormente las muestras obtenidas fueron almacenadas en frascos de vidrio color ámbar de 250 mL de capacidad con solución de Transeau compuesta por agua destilada, alcohol etílico al 95 % y formaldehído al 40 % en proporción 6:3:1 (Bicudo y Menezes, 2017).

El análisis taxonómico se llevó a cabo utilizando un microscopio invertido marca Carl Zeiss modelo AxioVert A1 con cámara acoplada, con objetivos de 40, 63 y 100 x según los requerimientos de observación. Para la identificación taxonómica se consultó bibliografía especializada de: Comas (1996), Cambra-Sánchez *et al.* (1998), Komárek y Jankovská (2001), Kim y Kim (2012), Rosini *et al.* (2012), Loaiza-Restano (2013), Lenarczyk (2014), Garduño-Solórzano *et al.* (2016). Además, se consultó la base de datos en línea AlgaeBase (Guiry y Guiry, 2025) para la constatación de los nombres taxonómicos y sinonimias.

Finalmente, las muestras fueron depositadas en el Laboratorio de investigación de la Escuela de Biología y Química de la Universidad Central del Ecuador.

RESULTADOS

Durante los meses de muestreo se observaron diferencias físico-químicas notables entre ambos cuerpos de agua. En la Laguna de Yahuarcocha, los valores de pH fueron ligeramente más altos (8,60–8,89), con temperaturas del agua relativamente constantes alrededor de 22,9 °C. La conductividad eléctrica se mantuvo elevada (510–521 $\mu\text{S}/\text{cm}$), lo cual sugiere una mayor concentración de solutos disueltos. Asimismo, los niveles de oxígeno disuelto oscilaron entre 8,92 y 9,15 mg/L. Por otro lado, el Lago San Pablo presentó un pH ligeramente más bajo (8,25–8,63), valores de temperatura menores (18,3–18,6 °C) y una conductividad más baja (235–293 $\mu\text{S}/\text{cm}$), lo que indica aguas menos mineralizadas. Los valores de oxígeno disuelto en este lago fueron también menores, entre 7,43 y 7,84 mg/L. Estas diferencias reflejan características limnológicas distintas que podrían influir en la composición y distribución de los géneros de Hydrodictyaceae observados.

El análisis de las muestras permitió identificar 11 taxones (Tabla 2) pertenecientes a los géneros *Monactinus*, *Pediastrum*, *Pseudopediastrum* y *Stauridium*. En cuanto a la distribución espacial, cinco especies fueron exclusivas de la Laguna de Yahuarcocha, cuatro del Lago San Pablo y dos estuvieron presentes en ambos cuerpos de agua.

Las especies se describen a continuación.

Tabla 2. Presencia-Ausencia de las especies identificadas en la Laguna de Yahuarcocha (LY) y en el Lago San Pablo (LSP). * = Planctónico. ■ = Epifítico.

Table 2. Presence-Absence of the species identified in the Yahuarcocha Lake (LY) and in the San Pablo Lake (LSP). * = Planktonic. ■ = Epiphytic.

Especies	LY	LSP
* <i>Monactinus simplex</i> (Meyen) Corda	x	x
■ <i>Monactinus simplex</i> var. <i>duodenarium</i> (Bailey) Rabenhorst	x	
* <i>Monactinus simplex</i> var. <i>echinulatum</i> (Wittrock) Pérez, Maidana & Comas		x
* <i>Monactinus simplex</i> var. <i>sturmii</i> (Reinsch) Pérez, Maidana & Comas		x
* <i>Pediastrum duplex</i> var. <i>duplex</i> Meyen		x
■ <i>Pseudopediastrum boryanum</i> var. <i>boryanum</i> (Turpin) E. Hegewald	x	
■ <i>Pseudopediastrum boryanum</i> var. <i>longicorne</i> (Reinsch) P. M. Tsarenko	x	
* <i>Pseudopediastrum brevicorne</i> (A. Braun) M. Jena & C. Bock	x	
* <i>Stauridium tetras</i> var. <i>apiculatum</i> Keshri & P. Mallick	x	x
* <i>Stauridium tetras</i> var. <i>excisum</i> (Rabenh) Hansging	x	
* <i>Stauridium tetras</i> var. <i>tetraodon</i> (Corda) J. D. Hall & Karol		x

***Monactinus simplex* (Meyen) Corda, 1839**
(Fig. 2A)

Cenobios circulares a ovalados, planos de 5-8-16-32 células dispuestas concéntricamente, con espacios intercelulares; células marginales poligonales con proceso cónico, lados cóncavos; células internas poligonales; pared celular delicada granular; cloroplasto único parietal, un pirenoide central.

Dimensiones.— Cenobio 70-140 μm ; células marginales 15-37 μm largo, 7-23 μm ancho; células internas 6-25 μm largo, 7-22 μm ancho.

Distribución geográfica en Ecuador.— Laguna de Yahuarcocha (Steinitz-Kannan, 1979; Guerra *et al.*, 2023).

Material estudiado: ECUADOR. Prov. Imbabura, Otavalo-Lago San Pablo, 0°12'33"N 78°13'29"W, 2666 m snm, 24-XI-2023, *Arévalo 002* (LBI). ECUADOR. Prov. Imbabura, Ibarra-Laguna de Yahuarcocha, 0°22'32"N 78°05'26"W, 2194 m snm, 25-XI-2023, *Arévalo 004* (LBI).

***Monactinus simplex* var. *duodenarium* (Bailey)**
Rabenhorst, 1868
(Fig. 2B)

Cenobios circulares a ovalados de 8-16-32 células; espacios intercelulares grandes comparados con *M. simplex*; células marginales con procesos delicadamente cónicos, el lado interno de la célula externa es cóncavo; células internas poligonales con procesos; pared celular lisa o punteada. Dimensiones: cenobio 58-140 μm ; células marginales 8-29 μm largo, 9-22 μm ancho; células internas 8-15 μm largo, 8-14 μm ancho.

Distribución geográfica en Ecuador.— Nuevo registro.

Material estudiado.— ECUADOR. Prov. Imbabura, Ibarra-Laguna de Yahuarcocha, 0°22'42"N 78°06'29"W, 2194 m snm, 13-I-2024, *Arévalo 011* (LBI).

Monactinus simplex var. *echinulatum* (Wittrock)

Pérez, Maidana & Comas, 2009

(Fig. 2C)

Cenobios circulares de 4-8-16 células, sin células internas; células marginales poligonales con lados cóncavos, rectos o convexos, con proceso largo y puntiagudo; pared celular reticulada; cloroplasto con uno o dos pirenoides. Dimensiones: cenobio 50-106 μm ; células marginales 20-30 μm largo, 6-16 μm ancho.

Distribución geográfica en Ecuador.— Nuevo registro.

Material estudiado.— ECUADOR. Prov. Imbabura, Otavalo-Lago San Pablo, 0°13'13"N 78°13'49"W, 2666 m snm, 14-I-2024, *Arévalo 014* (LBI).

Monactinus simplex var. *sturmii* (Reinsch)

Pérez, Maidana & Comas, 2009

(Fig. 2D)

Cenobios circulares de 4-8-16-32 células, con espacios intercelulares; células marginales ovaladas a casi redondas, con proceso grueso y corto; células internas ovoides, esféricas o poligonales; pared celular lisa; cloroplasto parietal, un pirenoide. Dimensiones: cenobio 57-240 μm ; células marginales 20-39 μm largo, 20-35 μm ancho; células internas 21-38 μm largo, 20-35 μm ancho.

Distribución geográfica en Ecuador.— Nuevo registro.

Material estudiado.— ECUADOR. Prov. Imbabura, Otavalo-Lago San Pablo, 0°12'33"N 78°13'29"W, 2666 m snm, 24-XI-2023, *Arévalo 004* (LBI).

Pediastrum duplex var. *duplex* Meyen, 1829

(Fig. 2E)

Cenobios circulares a ovalados de 4-8-16-32 hasta 128 células en forma de H, con pequeños espacios intercelulares; células marginales con dos procesos gruesos con extremos truncados cortos; células internas poliédricas con cuatro lados; pared celular punteado fino; cloroplasto parietal con un pirenoide. Dimensiones: cenobio 28-360 μm ; células marginales 9-29 μm largo, 9-24 μm ancho; células internas 9-22 μm largo, 8-26 μm ancho.

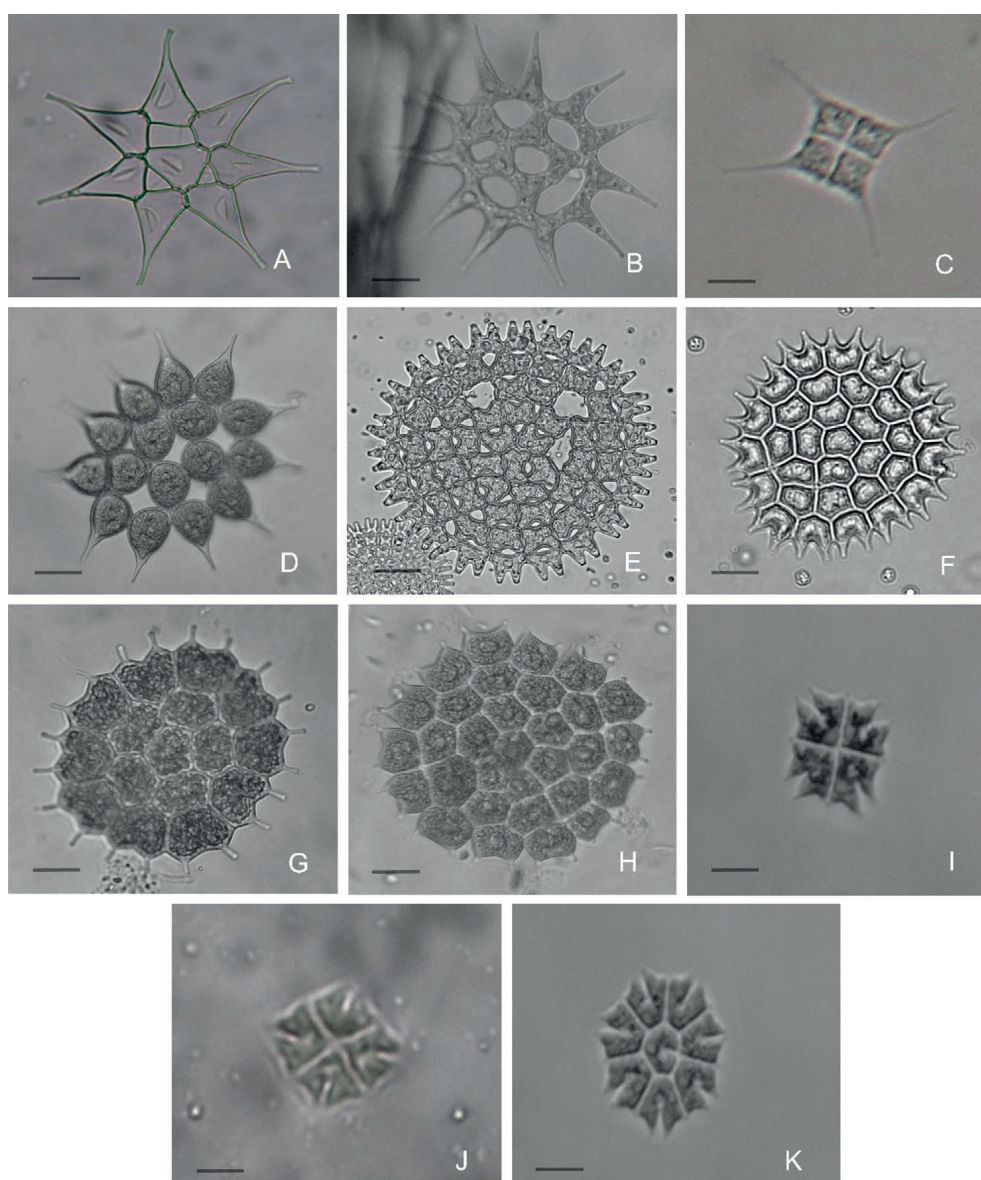


Fig. 2. Especies de Hydrodictyaceae en ecosistemas acuáticos eutróficos. A) *Monactinus simplex*. B) *Monactinus simplex* var. *Duodenarium*. C) *Monactinus simplex* var. *Echinulatum*. D) *Monactinus simplex* var. *Sturmii*. E) *Pediastrum duplex* var. *Duplex*. F) *Pseudopediastrum boryanum* var. *Boryanum*. G) *Pseudopediastrum boryanum* var. *Longicorne*. H) *Pseudopediastrum brevicorne*. I) *Stauridium tetras* var. *Apiculatum*. J) *Stauridium tetras* var. *Excisum*. K) *Stauridium tetras* var. *tetraodon*. Escala A-K: 20 μ m.

Fig. 2. Hydrodictyaceae species in eutrophic aquatic ecosystems. A) *Monactinus simplex*. B) *Monactinus simplex* var. *Duodenarium*. C) *Monactinus simplex* var. *Echinulatum*. D) *Monactinus simplex* var. *Sturmii*. E) *Pediastrum duplex* var. *Duplex*. F) *Pseudopediastrum boryanum* var. *Boryanum*. G) *Pseudopediastrum boryanum* var. *Longicorne*. H) *Pseudopediastrum brevicorne*. I) *Stauridium tetras* var. *Apiculatum*. J) *Stauridium tetras* var. *Excisum*. K) *Stauridium tetras* var. *tetraodon*. Scale A-K: 20 μ m.

Distribución geográfica en Ecuador.— Lago San Pablo (Arévalo *et al.*, 2025).

Material estudiado.— ECUADOR. Prov. Imbabura, Otavalo-Lago San Pablo, 0°12'33"N 78°13'29"W, 2666 m snm, 24-XI-2023, *Arévalo 004* (LBI).

Pseudopediastrum boryanum var. *boryanum* (Turpin)

E. Hegewald, 2005

(Fig. 2F)

Cenobios circulares a ovalados de 8-16-32 células sin espacio intercelular, raramente presenta espacios intercelulares dispersos; células marginales poligonales con dos procesos largos en forma de V; células internas poligonales con lados rectos; pared celular granulosa. Dimensiones: cenobio 39-120 μm ; células marginales 10-34 μm largo, 8-30 μm ancho; células internas 5-25 μm largo, 8-22 μm ancho.

Distribución geográfica en Ecuador.— Lago San Pablo (Rott, 1981; Gunkel y Casallas, 2002; Arévalo *et al.*, 2025); Laguna de Yahuarcocha (Steinitz-Kannan, 1979; Guerra *et al.*, 2023).

Material estudiado.— ECUADOR. Prov. Imbabura, Ibarra-Laguna de Yahuarcocha, 0°22'42"N 78°06'29"W, 2194 m snm, 13-I-2024, *Arévalo 011* (LBI).

Pseudopediastrum boryanum var. *longicorne* (Reinsch)

P. M. Tsarenko, 2011

(Fig. 2G)

Cenobios circulares a ovalados de 8-16-32 células, incluso puede llegar a 256 células; con o sin espacios intercelulares; células marginales con dos procesos largos con terminaciones hinchadas de forma redondeada; células internas poligonales con lados rectos; pared celular gruesa granulada. Dimensiones: cenobio 38-158 μm ; células marginales 6-31 μm largo, 6-22 μm ancho; células internas 4-20 μm largo, 4-21 μm ancho.

Distribución geográfica en Ecuador.— Nuevo registro.

Material estudiado.— ECUADOR. Prov. Imbabura, Ibarra-Laguna de Yahuarcocha, 0°22'42"N 78°06'29"W, 2194 m snm, 13-I-2024, *Arévalo 009* (LBI).

Pseudopediastrum brevicorne (A.Braun)

M. Jena & C. Bock, 2014

(Fig. 2H)

Cenobios circulares a ovalados de 4-8-16-32 células, sin espacio intercelular; células marginales con dos procesos cortos formando una V; células internas tetragonales; pared celular reticulada con gránulos. Dimensiones: cenobio 45-98 μm ; células marginales 10-30 μm largo, 9-28 μm ancho; células internas 9-24 μm largo, 7-22 μm ancho.

Distribución geográfica en Ecuador.— Nuevo registro.

Material estudiado.— ECUADOR. Prov. Imbabura, Ibarra-Laguna de Yahuarcocha, 0°22'42"N 78°06'29"W, 2194 m snm, 13-I-2024, *Arévalo 009* (LBI).

Stauridium tetras var. *apiculatum* Keshri & P. Mallick, 2013

(Fig. 2I)

Cenobios rectangulares de 4 células, sin espacios intercelulares; células marginales con incisión lineal en el lado externo que divide a la célula en dos lóbulos, cada lóbulo truncado con incisiones de forma trapezoidal, pared celular lisa o granulada. Dimensiones: cenobio 20-25 μm ; células marginales 14-15 μm largo, 15-16 μm ancho.

Distribución geográfica en Ecuador.— Nuevo registro.

Material estudiado.— ECUADOR. Prov. Imbabura, Otavalo-Lago San Pablo, 0°12'33"N 78°13'29"W, 2666 m snm, 24-XI-2023, *Arévalo 002* (LBI). ECUADOR. Prov. Imbabura, Ibarra-Laguna de Yahuarcocha, 0°22'32"N 78°05'26"W, 2194 m snm, 25-XI-2023, *Arévalo 004* (LBI).

Stauridium tetras var. *excisum* (Rabenh) Hansging, 1886

(Fig. 2J)

Cenobios rectangulares de 4 células, sin espacios intercelulares, células marginales con incisión lineal gruesa que divide a la célula en dos lóbulos; pared celular lisa o granulada. Dimensiones: cenobio 18-20 μm ; células marginales 10-11 μm largo, 11-12 μm ancho.

Distribución geográfica en Ecuador.— Nuevo registro.

Material estudiado.— ECUADOR. Prov. Imbabura, Ibarra-Laguna de Yahuarcocha, 0°21'34"N 78°06'09"W, 2194 m snm, 09-XII-2023, *Arévalo 016* (LBI).

Stauridium tetras var. *tetraodon* (Corda)

J. D. Hall & Karol, 2016

(Fig. 2K)

Cenobios circulares a ligeramente rectangulares de 8 células, 7 células marginales y 1 célula interna, sin espacios intercelulares; células marginales crenadas o angulares con incisión profunda que divide a la célula en dos lóbulos con proyecciones pronunciadas; célula interna de lados rectos con pequeña incisión; pared celular lisa o con ornamentación granulada. Dimensiones: cenobio 29-34 μm ; células marginales 7-15 μm largo, 6-14 μm ancho; célula interna 5-11 μm largo, 6-13 μm ancho.

Distribución geográfica en Ecuador.— Lagunas de Yahuarcocha, El Cunro y Limpiopungo (Steinitz-Kannan, 1979).

Material estudiado.— ECUADOR. Prov. Imbabura, Otavalo-Lago San Pablo, 0°11'56"N 78°13'12"W, 2666 m snm, 14-I-2024, *Arévalo 008* (LBI).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La Laguna de Yahuarcocha presentó valores promedios más elevados de temperatura, conductividad y pH en comparación con el Lago San Pablo. Estas diferencias sugieren una elevada carga iónica e influencia antrópica en Yahuarcocha, lo cual coincide con estudios previos que la caracterizan como una laguna con alto grado de eutrofización debido a la urbanización y actividades agrícolas en su cuenca (Pinchao *et al.*, 2019; Guerra *et al.*, 2023; Hernández-Vila *et al.*, 2025).

Los valores de conductividad y pH en Yahuarcocha podrían estar asociados a procesos de descomposición de materia orgánica y la acumulación de nutrientes, condiciones que favorecen el crecimiento de géneros como *Pediastrum* y *Pseudopediastrum*, conocidos por su tolerancia a ambientes enriquecidos en nutrientes y eutróficos (Komárek y Jankovská, 2001; Weckström *et al.*, 2010). Por otro lado, el Lago San Pablo reflejó parámetros físico-químicos más moderados. Los valores de conductividad fueron similares a los obtenidos por Arévalo *et al.* (2025) para el mismo cuerpo de agua, reflejando una baja concentración de iones por procesos de mineralización deficientes. El pH de las aguas fue ligeramente alcalino, lo que explicaría la presencia de ciertas especies de la familia Hydrodictyaceae que prefieren aguas con pH neutro con tendencia a alcalinidad (Pasztaleniec y Poniewozik, 2004).

En este estudio se identificaron 11 taxones, de los cuales cinco fueron exclusivos de la Laguna de Yahuarcocha, cuatro del Lago San Pablo y dos especies fueron compartidas entre ambos cuerpos de agua. Este número de especies supera los estudios previos realizados en el país, ampliando significativamente el conocimiento de la ficoflora de la región andina ecuatoriana.

Las especies registradas coinciden con aquellas documentadas en otros cuerpos de agua de países de la región como: Argentina (Tell, 2004; Miranda y Tracanna, 2017; Daga *et al.*, 2020); Brasil (Rosini *et al.*, 2012; Bicudo y Menezes, 2017); Colombia (Donato-Rondón, 2001; Cardozo *et al.*, 2005; Echenique *et al.*, 2013); Chile (Vila-Pinto y Pardo-Luksic, 2003); México (Garduño-Solórzano *et al.*, 2016); Paraguay (Dos-Santos, 2016) y Perú (Rondoy-Infante *et al.*, 2020).

Para los sitios de estudio, solo se han reportado cinco especies en investigaciones previas: *Pediastrum duplex*, *Pseudopediastrum boryanum*, *Monactinus simplex*, *Stauridium tetras* y *S. tetras* var. *tetraodon*.

Pseudopediastrum boryanum fue registrada en el Lago San Pablo por Rott (1981) como una especie común; mientras que Gunkel y Casallas (2002) la catalogan como una especie discontinua. Asimismo, Arévalo *et al.* (2025) reportan la presencia de *P. duplex* y *Ps. boryanum* en su estudio sobre diversidad de fitoplancton y estado trófico del lago.

En la Laguna de Yahuarcocha, *M. simplex*, *Ps. boryanum*, *S. tetras* y *S. tetras* var. *tetraodon* han sido reportadas por Steinitz-Kannan (1979) y Guerra *et al.* (2023) especialmente durante la época seca.

Estas especies son comunes en ecosistemas lénticos con condiciones eutróficas, aunque algunas también han sido observadas en ambientes oligotróficos, formando parte del fitoplancton como del perifiton (Lenarczyk, 2014; Prasertsin, 2014). Tanto el Lago San Pablo como la Laguna de Yahuarcocha presentan un avanzado estado de eutrofización, consecuencia de actividades antrópicas como el vertido de aguas residuales, prácticas agrícolas y ganaderas en zonas aledañas, uso intensivo de agroquímicos, crecimiento poblacional y deficiente manejo de las cuencas hidrográficas (Casallas y Gunkel, 2001; Vélez, 2002; López-Lanús y Blanco, 2005; Terneus-Jácome, 2017; Guerra *et al.*, 2023; Arévalo *et al.*, 2025).

En este contexto, algunas de las especies identificadas como *P. duplex*, *Ps. boryanum*, *M. simplex* y *S. tetras* son consideradas bioindicadoras de aguas en proceso de eutrofización, mesotrofia o de aguas ricas en sulfatos (SO_4) y cloruro de sodio (NaCl) (Sládeček y Sládečková, 1996; Pinilla, 1998). Estos registros confirman la utilidad de estos taxones como indicadores de calidad de agua en sistemas andino-ecuatorianos.

Cabe destacar que en el país existen pocos especialistas en la taxonomía de los diferentes grupos algales, lo que ha limitado el desarrollo de investigaciones específicas en ecosistemas lóticos y lénticos. La mayoría de los trabajos disponibles ya sea en revistas científicas o en tesis de maestría o pregrado que reposan en bibliotecas digitales de universidades del país, alcanzan únicamente el nivel taxonómico de género, lo que dificulta la evaluación precisa de la riqueza, distribución y ecología de estos microorganismos.

Finalmente, de este estudio se registran por primera vez para Ecuador las siguientes especies: *Monactinus simplex* var. *duodenarium*, *M. simplex* var. *echinulatum*, *M. simplex* var. *sturmii*, *Pseudopediastrium boryanum* var. *longicorne*, *Ps. brevicorne*, *Stauridium tetras* var. *apiculatum* y *S. tetras* var. *excisum*, resaltando la importancia de continuar con estudios taxonómicos especializados en la ficoflora ecuatoriana, siendo este trabajo el punto de partida para futuras investigaciones.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a Nelson Gallo por sus valiosos aportes y comentarios durante la redacción de este manuscrito. Su orientación y sugerencias fueron fundamentales para mejorar la calidad y claridad del estudio.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de intereses con relación a la publicación de este artículo. Todos los autores han leído y aprobado el manuscrito final y consienten en su publicación.

BIBLIOGRAFÍA

- Affe, H. M. D. J., Santos, L. P. N., Santos, M. F. D. y Nunes, J. M. D. C. (2019). Marine microalgae on the southern coast of Bahia, Brazil: composition and new records of phytoplankton species. *Rodriguésia* 70. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201970052>
- Arévalo, A., Cadena, M. y Ontaneda, D. (2025). Diversidad de fitoplancton y estado trófico actual de un lago de alta montaña de la provincia de Imbabura, Ecuador. *ACI Avances En Ciencias E Ingenierías* 17 (1). <https://doi.org/10.18272/aci.v17i1.3397>
- Bicudo, C. E. M. y Menezes, M. (2017). *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições*. São Carlos, RiMa Editora.
- Buchheim, M., Buchheim, J., Carlson, T., Braband, A., Hepperle, D., Krienitz, L., Wolf, M. y Hegewald, E. (2005). Phylogeny of the Hydrodictyaceae (Chlorophyceae): inferences from rDNA data 1. *Journal of Phycology* 41 (5): 1039-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2005.00129.x>
- Cambra-Sánchez, J., Álvarez-Cobelas, M. y Aboal-Sanjurjo, M. (1998). Lista florística y bibliográfica de los clorófitos (Chlorophyta) de la Península Ibérica, Islas Baleares e Islas Canarias. Burgos, Asociación Española de Limnología.

- Cardozo, A., Bermúdez, A., Aranguren-Riaño, N. y Duque, S. R. (2005). Algas planctónicas del lago de Tota: listado taxonómico actualizado. *Ciencia en Desarrollo* 2 (1): 80-88.
- Casallas, J. y Gunkel, G. (2001). Algunos aspectos limnológicos de un lago altoandino: el Lago San Pablo, Ecuador. *Limnetica* 20 (2): 215-232.
- Comas, A. (1996). Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba. Berlin, Stuttgart, J. Cramer.
- Daga, I. C., Belmonte, M. C. F. y Reyna, S. M. (2020). Composición algal y bioindicadores de calidad de agua. Caso de estudio: Embalse San Roque, Córdoba. Argentina. *Cuadernos del CURIHAM* 26: 1-11.
- Donato-Rondón, J. Ch. (2001). Fitoplancton de los lagos andinos del norte de Sudamérica (Colombia). *Academia Colombiana de Ciencias Exactas y Naturales, Colección Jorge Álvarez Lleras*, 19.
- Dos-Santos, R. M. (2016). Atlas Algas del Paraguay. Características generales, importancia, muestreos en Paraguay, clave de identificación e ilustraciones. (1º Ed). Dirección de Investigaciones, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción.
- Echenique, R. O., Núñez-Avellaneda, M. y Duque, S. R. (2013). Chlorococcales de la Amazonia Colombiana: II. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 48 (3-4): 407-420.
- Garduño-Solórzano, G., Guillén-Ruiz, D. L., Martínez-García, M., Quintanar-Zuñiga, R. E., Campos, J. E. y Comas-González, A. A. (2016). *Pediastrum sensu lato* (Chlorophyceae) of central Mexico. *Cryptogamie, Algologie* 37 (4): 273-295. <https://doi.org/10.7872/crya/v37.iss4.2016.273>
- Guerra, M. L., Steinitz-Kannan, M. y Vilarrúbia, T. V. (2023). Floración de *Planktothrix agardhii* en Yahuarcocha, una laguna altoandina hipereutrófica. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas* 44 (1): 1-14. <https://doi.org/10.26807/remcb.v44i1.958>
- Guiry, M. D. y Guiry, G. M. (2025). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, University of Galway. <https://www.algaebase.org>
- Gosling, W. D., Bush, M. B., Hanselman, J. A. y Chepstow-Lusty, A. (2008). Glacial-interglacial changes in moisture balance and the impact on vegetation in the southern hemisphere tropical Andes (Bolivia/Peru). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 259 (1): 35-50. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2007.02.050>
- Gunkel, G. (2000). Limnology of an equatorial high mountain lake in Ecuador, Lago San Pablo. *Limnologica* 30 (2): 113-120. [https://doi.org/10.1016/S0075-9511\(00\)80005-5](https://doi.org/10.1016/S0075-9511(00)80005-5)
- Gunkel, G. y Beulker, C. (2009). Limnology of the Crater Lake Cuicocha, Ecuador, a cold water tropical lake. *International Review of Hydrobiology* 94 (1): 103-125. <https://doi.org/10.1002/iroh.200811071>
- Gunkel, G. y Casallas, J. (2002). Limnology of an equatorial high mountain lake - Lago San Pablo, Ecuador: the significance of deep diurnal mixing for lake productivity. *Limnologica* 32 (1): 33-43. [https://doi.org/10.1016/S0075-9511\(02\)80015-9](https://doi.org/10.1016/S0075-9511(02)80015-9)

- Hernández-Vila, A., Hernández-Infante, R. C. y Infante-Miranda, M. E. (2025). Contaminación ambiental en la Laguna de Yahuarcocha, Ibarra, Ecuador. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía* 10 (19): 99-109.
- Huang, X., Huang, C., Xu, Y., Zheng, M., Ren, X., Chen, X., Hu, Y., Wang, T., Xiang, L., Zhang, F. y Chen, F. (2023). Body size of fossil *Pediastrum* in lake sediments as an indicator of temperature variation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 625. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2023.111687>
- John, D. M., Whitton, B. A. y Brook, A. J. (2002). *The freshwater algal flora of the British Isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Cambridge University Press.
- Kim, J. K. y Kim, H. S. (2012). Chlorophyta: Chlorophyceae: Chlorococcales I: Micractiniaceae, Botryococcaceae, Characiaceae, Hydrodictyaceae. *Algal flora of Korea* (6), 2 Incheon, National Institute of Biological Resources.
- Komárek, J. y Jankovská, V. (2001). Review of the green algae genus *Pediastrum*; Implication for pollen-analytical research. *Bibliotheca Phycologica*. Cramer J. Berlin-Stuttgart.
- Kowalska, J. y Wolowski, K. (2010). Rare *Pediastrum* species (Chlorophyceae) from Polish coastal lakes. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 79 (3): 225-233.
- Lenarczyk, J. (2014). *The algal Genus "Pediastrum Meyen" (Chlorophyta) in Poland*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences.
- Loaiza-Restano, A. M. (2013). Familia Hydrodictyaceae (Sphaeropleales, Chlorophyceae) no Estado de São Paulo: levantamento florístico. (Dissertação de Mestrado), Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo.
- López-Lanús, B. y Blanco, D. E. (2005). El censo neotropical de aves acuáticas 2004. *Global Series* 17.
- Maridueña, A., Chalén, N., Coello, D., Cajas, J., Elías, E., Solís-Coello, P. y Aguiar, F. (2011). Mortandad de peces en la laguna de Yahuarcocha, cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Febrero 2003. *Boletín especial* 2 (1).
- Mcmanus, A., Lewis, L. A. y Schultz, E. T. (2011). Distinguishing multiple lineages of *Pediastrum duplex* with morphometrics and a proposal for *Lacunastrum* gen. nov. *Journal of Phycology* 47 (1): 123-130. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2010.00941.x>
- Mena-Valenzuela, P. (2021). Registros inusuales de algunas aves costeras y de tierras bajas en el lago San Pablo, Andes norte del Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Ornitología* 7: 61-67.
- Mirande, V. y Tracanna, B. C. (2017). Algas verdes y euglénidos de la Puna Argentina. *Lilloa* 54 (2): 1-10.
- Parra, O. O. (1979). Revision der gattung *Pediastrum* Meyen (Chlorophyta). *Bibliotheca Phycologica* 48: 1-186.

- Pasztaleniec, A. y Poniewozik, M. (2004). *Pediastrum* species [Hydrodictyaceae, Sphaeropleales] in phytoplankton of Sumin Lake [Leczna-Włodawa Lakeland]. *Acta societatis botanicorum Poloniae* 73 (1).
- Pinchao, D. A. R., Yépez, L. y Paredes, I. (2019). Incidencia de las actividades turísticas que alteran la calidad del agua del sistema lacustre Yahuarcocha. *Recinatur International Journal of Applied Sciences, Nature and Tourism* 1 (01): 116-134.
- Pinilla, G. A. P. A. (1998). Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia: compilación bibliográfica. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Prasertsin, T., Pekkoh, J., Pathom-Aree, W. y Peerapornpisal, Y. (2014). Diversity, new and rare taxa of *Pediastrum* spp. in some freshwater resources in Thailand. *Chiang Mai Journal of Science* 41 (5.1): 1065-1076.
- Rai, S. K. y Misra, P. K. (2012). Taxonomy and diversity of genus *Pediastrum* Meyen (Chlorophyceae, Algae) in east Nepal. *Our Nature* 10 (1): 167-175. <https://doi.org/10.3126/on.v10i1.7779>
- Rondoy-Infante, L., Mostacero-León, J. y De La Cruz-Castillo, A. (2020). Características físico-químicas y fitoplancton de los humedales altoandinos y su relación con la presencia de *Lymnaea* spp. en Frías, Piura, Perú. *Manglar* 17 (1): 13-19.
- Rosini, E. F., Sant'Anna, C. L. y Tucci, A. (2012). Chlorococcales (exceto Scenedesmaceae) de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, Brasil: levantamento florístico. *Hoehnea* 39: 11-38. <https://doi.org/10.1590/S2236-89062012000100002>
- Rott, E. (1981). Ein Beitrag zur Algenflora Andiner Hochlandseen Ecuadors (Südamerika) *Berichte des Naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck*. 68: 13-29.
- Rull, V., Lopez-Saez, J. A. y Vegas-Vilarrubia, T. (2008). Contribution of non-pollen palynomorphs to the paleolimnological study of a high-altitude Andean lake (Laguna Verde Alta, Venezuela). *Journal of Paleolimnology* 40: 399-411. <https://doi.org/10.1007/s10933-007-9169-z>
- Sládeček, V. y Sládečková, A. (1996). Atlas of aquatic organisms with reference to water supply, surface water and wastewater treatment plants. Czech Scientific and Technical Water Management Society, Prague.
- Steinitz-Kannan, M. (1979). Comparative Limnology of Ecuadorian Lakes: A study of species number and composition of plankton communities of the Galapagos Islands and Equatorial Andes. (PhD Dissertation), The Ohio State University. USA.
- Tell, G. (2004). Recent and fossil species of the genus *Pediastrum* Meyen (Chlorococcales) from Argentina and their geographical distribution. *Algological Studies/Archiv für Hydrobiologie, Supplement Volumes* 49-71.
- Terneus-Jácome, E. (2017). Vegetación acuática y estado trófico de las lagunas andinas de San Pablo y Yahuarcocha, provincia de Imbabura, Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas* 35 (1-2): 121-131. <https://doi.org/10.26807/remcb.v35i1-2.255>

- Van Colen, W., Portilla, K., Oña, T., Wyseure, G., Goethals, P., Velarde, E. y Muylaert, K. (2017). Limnology of the neotropical high elevation shallow lake Yahuarcocha (Ecuador) and challenges for managing eutrophication using biomanipulation. *Limnologica* 67: 37-44. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2017.07.008>
- Vélez, L. (2002). Patrones de circulación de las masas de agua y determinación del estado trófico de Yahuarcocha, San Pablo y Cuicocha. Gestión integral de cuencas y asentamientos humanos. Basado en las experiencias del primer encuentro intercultural: *Imbakucha*: 2004.
- Vila-Pinto, I. y Pardo-Luksic, R. (2003). Response of the phytoplankton structure to the anthropic perturbations of a temperate lake. *Limnetica* 22 (1-2): 93-102.
- Weckström, K., Weckström, J., Yliniemi, L. M. y Korhola, A. (2010). The ecology of *Pediastrum* (Chlorophyceae) in subarctic lakes and their potential as paleobioindicators. *Journal of Paleolimnology* 43: 61-73. <https://doi.org/10.1007/s10933-009-9314-y>