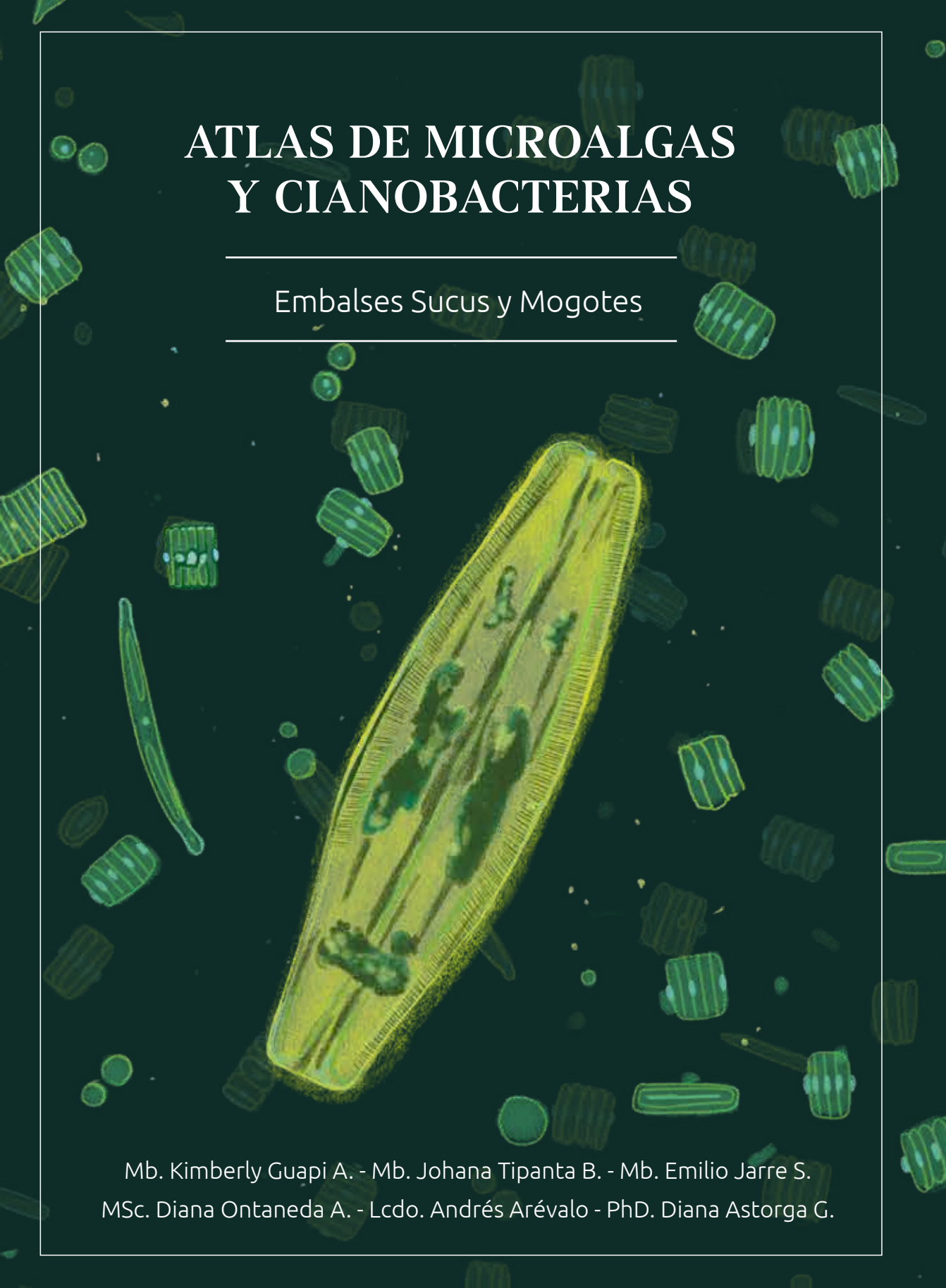
ATLAS DE MICROALGAS Y CIANOBACTERIAS

Embalses Sucus y Mogotes



Mb. Kimberly Guapi A. - Mb. Johana Tipanta B. - Mb. Emilio Jarre S.
MSc. Diana Ontaneda A. - Lcdo. Andrés Arévalo - PhD. Diana Astorga G.

Autores:
Mb. Kimberly Elizabeth Guapi Albán
Grupo de Investigación en Ecología Microbiana y Microbiología Aplicada. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Mb. Johana Elizabeth Tipanta Betancourt
Grupo de Investigación en Ecología Microbiana y Microbiología Aplicada. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Mb. Emilio Rafael Jarre Saltos
Grupo de Investigación en Ecología Microbiana y Microbiología Aplicada. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

MSc. Diana Ontaneda Andrade,
Gerencia del Ambiente. Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento.

Ldo. Andrés Arévalo,
Gerencia de Operaciones. Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento.

PhD. Diana Astorga García
Grupo de Investigación en Ecología Microbiana y Microbiología Aplicada. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Dirección, edición de contenidos y autor de correspondencia:
PhD. Diana Astorga

Diseño editorial:
Steven Guevara Salvador,
Nicole Sánchez Bury

Fotografía e ilustraciones:
Steven Guevara Salvador,
Nicole Sánchez Bury

Marco Normativo:
1) Conv. No. EPMAPS-GG-2016-DG9. Convenio Marco de Cooperación entre la "PUCE", el Fondo para la Protección del Agua "FONAG" y la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento "EPMAPS".

2) Contrato Marco MAAE-DBI-CM-2019-0125-A. Contrato Marco de Acceso a los Recursos Genéticos del Programa de de Investigación Científica denominado "Diversidad microbiana en diferentes ecosistemas acuáticos y terrestres del territorio ecuatoriano" celebrado entre el Ministerio de Ambiente y Agua, a través de la Subsecretaría de Patrimonio Natural; y, la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

ATLAS DE MICROALGAS Y CIANOBACTERIAS

Embalses Sucus y Mogotes

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

ECAP ESTACIÓN CIENTIFICA AGUA Y PÁRAMO

Una iniciativa de: FONAG FONDO PARA LA PROTECCIÓN DEL AGUA

EPMAPS AGUA DE QUITO

ATLAS DE MICROALGAS Y CIANOBACTERIAS

Embalse Sucus y Mogotes

TABLA DE CONTENIDOS

PRÓLOGO -9

1. GENERALIDADES -17

1.1. PARQUE NACIONAL CAYAMBE-COCA -17

1.2. EMBALSE SUCUS -18

1.3. EMBALSE MOGOTES -21

2. COMUNIDADES LENTICAS DE UN ECOSISTEMA ACUÁTICO -24

3. METODOLOGÍA -26

3.1. COLECTA DE MUESTRAS -26

3.2. FASE DE CAMPO -27

3.2.1. COLECTA DE PERIFITON EN EL EMBALSE SUCUS -27

3.2.2. COLECTA DE PERIFITON EN EL EMBALSE MOGOTES -27

3.2.3. COLECTA DE PERIFITON EN EL EMBALSE MOGOTES Y SUCUS -28

3.3. FASE DE LABORATORIO -31

3.3.1. IDENTIFICACIÓN DE MICROALGAS Y -31
CIANOBACTERIAS DEL PERIFITON Y EL FITOPLANCTO DE LOS EMBALSES
SUCUS, MOGOTES Y SUS TRIBUTARIOS RESPECTIVOS

3.3.2. IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA -31

3.3.3. AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE -32
CIANOBACTERIAS EN MEDIO DEL CULTIVO SEMISÓLIDO SELECTIVO

3.3.4. PREPARACIÓN DE PLACAS SEMIPERMANENTES DE -36
CIANOBACTERIAS AISLADAS

4. DESCRIPCIÓN DE MICROALGAS Y CIANOBACTERIAS DE LOS EMBALSES SUCUS Y MOGOTES -37

4.1. FILO BACILLARIOPHYTA **-45-**
4.1.1. *Cocconeis placentula* -47
4.1.2. *Cymbella* sp. -49
4.1.3. *Gomphonema acuminatum* -51
4.1.4. *Gomphonema truncatum* -53
4.1.5. *Fragilaria* sp. -55
4.1.6. *Hannaea* sp. -57
4.1.7. *Ulnaria* sp. -59
4.1.8. *Diploneis* sp. -61
4.1.9. *Navicula* sp. -62
4.1.10. *Pinnularia* sp. -64
4.1.11. *Stauroneis* sp. -67
4.1.12. *Tabellaria* sp. -68
4.1.13. *Epithemia* sp. -71
4.1.14. *Rhopalodia* sp. -73
4.1.15. *Surirella* sp. -75
4.1.16. *Amphora* sp. -77

4.2. FILO CHAROPHYTA **-79-**
4.2.1. *Elakatothrix gelatinosa* -81
4.2.2. *Closterium* sp. -82
4.2.3. *Closterium acerosum* -85
4.2.4. *Closterium gracile* -87
4.2.5. *Closterium kuetzingii* -89
4.2.6. *Actinotaenium* sp. -91
4.2.7. *Cosmarium* sp. -92
4.2.8. *Hyalotheca* sp. -95
4.2.9. *Hyalotheca dissiliens* -97
4.2.10. *Staurastrum chaetoceras* -99
4.2.11. *Staurastrum tohopekaligense* -101
4.2.12. *Staurodesmus* sp. -103
4.2.13. *Staurodesmus convergens* -105
4.2.14. *Staurodesmus extensus* -107
4.2.15. *Staurodesmus glaber* -109
4.2.16. *Mougeotia* sp. -111
4.2.17. *Spirogyra* sp. -113
4.2.18. *Zygnema* sp. -115

4.3. FILO CHLOROPHYTA **-117-**
4.3.1. *Stigeoclonium* sp. -119
4.3.2. *Chlamydomonas* sp. -121
4.3.3. *Sphaerocystis* sp. -123
4.3.4. *Eudorina* sp. -125
4.3.5. *Pandorina morum* -127
4.3.6. *Microspora* sp. -129
4.3.7. *Tetraëdron* sp. -131
4.3.8. *Desmdesmus* sp. -133
4.3.9. *Scenedesmus* sp. -135
4.3.10. *Planktosphaeria gelatinosa* -137
4.3.11. *Bulbochaete* sp. -139
4.3.12. *Oedogonium* sp. -141
4.3.13. *Nephrocytium agardhianum* -143
4.3.14. *Nephrocytium* sp. -145
4.3.15. *Lagerheimia ciliata* -147
4.3.16. *Oocystis* sp. -148
4.3.17. *Willea rectangularis* -151

4.4. FILO CIANOBACTERIA **-153-**
4.4.1. *Anabaena* sp. -155
4.4.2. *Nostoc commune* -157
4.4.3. *Phormidium* sp. -159
4.4.4. *Snowella lacustris* -161
4.4.5. *Merismopedia* sp. -163

4.5. FILO EUGLENOZOA **-165-**
4.5.1. *Euglena* sp. -167
4.5.2. *Trachelomonas* sp. -169
4.5.3. *Trachelomonas hispida* -171
4.5.4. *Phacus orbicularis* -173

4.6. FILO MIOZOA **-175-**
4.6.1. *Peridinium* sp. -177

4.7. FILO OCHROPHYTA **-179-**
4.7.1. *Dinobryon* sp. -181

5.EPÍLOGO -182
6.LITERATURA CITADA -184

PRÓLOGO

Por Diana Astorga García

Éste es el tercer manual de la saga de productos divulgativos tangibles de una iniciativa de colaboración Academia-Empresa, que se remonta a una inocente reunión de marzo de 2017. Tal impacto causó la interacción que derivó en la obtención de una beca de investigación de pregrado de la Estación Científica Agua y Páramo, que cristalizó la primera participación directa del Grupo de Investigación de Ecología Microbiana y Microbiología Aplicada (GEMA, Registro GI-Quito-027-2018) dentro del Convenio Marco de Cooperación entre la Pontifica Universidad Católica del Ecuador (PUCE), el Fondo para la Protección del Agua (FONAG) y la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) (Conv. No. EPMAPS-GG-2016-DG9).

Un año después, en marzo de 2018, se concretaba el convenio de tesista 2018-006 de la EPMAPS que afianzó el vínculo y, un año más tarde, en mayo de 2019, había nacido el proyecto de investigación *Identificación taxonómica de microalgas y cianobacterias de embalses altoandinos que abastecen de agua para consumo humano al Distrito Metropolitano de Quito* (QINV0222-IINV529010200). Desde entonces, tres generaciones de estudiantes de Microbiología de la PUCE han explorado nuevos horizontes teóricos y prácticos dentro del campo de la Ficología.

Hablamos de 80 estudiantes como beneficiarios indirectos de la iniciativa a través de la cátedra, cinco estudiantes que completaron 100 horas de prácticas pre-profesionales cada uno en el área de Ficología, cuatro estudiantes que participaron dentro de proyectos formativos en investigación PUCE, una de ellos por dos periodos académicos consecutivos, y seis ganadores de convenios de ayuda económica de la PUCE para la realización de su trabajo de investigación de grado. De estos últimos, cinco se cuentan ya entre los graduados y una ha culminado su disertación de grado, pero solo podrá defenderla tan pronto egrese en 2023.

Lo mejor de todo es que la investigación generada ha podido plasmarse en material didáctico que cimienta el estudio sistemático de las especies de

microorganismos fotosintéticos, conocidos generalmente como microalgas (aunque incluyen también a cianobacterias), de forma muy visual y con relieve en las características morfológicas más representativas. Se trata de herramientas científicas rigurosas, pero de fácil acceso, como para que cualquier persona que tenga curiosidad de descubrir el mundo microscópico que sustenta la vida de los ecosistemas acuáticos de agua dulce del país y la región pueda identificar morfológicamente a sus componentes. Esto resulta clave para que los gestores, en este caso del agua, obtengan una guía que les proporcione las pautas sobre qué microorganismos monitorear con más atención y aquellos que pueden, por sí mismos, apoyar en la identificación del estado de los ecosistemas y la calidad microbiológica de las fuentes de agua.

Evidentemente, un estudio que emplee técnicas moleculares permitiría una identificación genética hasta nivel de especie de muchos de los taxones que se presentan aquí solo a nivel de género. Ese SOLO ya representa, por sí mismo, un esfuerzo titánico, pues nadie que haya pasado por la experiencia podría decir que la identificación morfológica y la clasificación taxonómica de microalgas son tareas fáciles. Contar con los comentarios, las sugerencias y la colaboración estrecha para la identificación de los organismos de los diferentes embalses por parte de expertos ficólogos internacionales de renombre como el MSc. Santiago Duque, Coordinador del grupo de investigación *Limnología Amazónica* del Instituto Amazónico de Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia; el Dr. Ricardo Echenique de la Universidad de la Plata, Argentina; y Dra. Miriam Steinitz-Kannan, Profesora del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Kentucky del Norte, Estados Unidos, ha sido la suerte y la dicha de este grupo de investigación. Por otra parte, y un hito indiscutible, resulta la concreción del aval del Ministerio de Ambiente y Agua de Ecuador (MAAE) mediante un contrato marco de acceso a los recursos genéticos dentro del programa de investigación científica denominado *Diversidad microbiana en diferentes ecosistemas acuáticos y terrestres del territorio ecuatoriano* (MAAE-DBI-CM-2019-0125-A).

La versión científica pública del primero de los manuales, el *Atlas de Microalgas y Cianobacterias del Embalse Salve-Faccha* (disponible en https://e-libro.net/libros/libro.aspx?idlibro=36686) contó con la revisión par del MSc. Gabriel Renato Castro Núñez, en ese entonces Director de Biotecnología de la

empresa Microalgas Óleas de México S.A., México, experto en producción, biotecnología y bioprospección de microalgas y cianobacterias perteneciente al Observatorio para la Innovación Agraria, Agroalimentaria y Forestal (OPIA) y a la Red Latinoamericana y del Caribe de Ficología; y a la Dra. Isabel Janeth Galarza Tipán, Profesora de la Universidad Estatal de la Península de Santa Elena, Ecuador, y Coordinadora de la Red Temática Ecuatoriana de Ficología. La versión restringida del *Atlas de Microalgas y Cianobacterias del Fitoplancton y el Perifiton del Embalse La Mica* fue distribuida en diciembre 2020 y esperamos que su versión científica se haga pública en 2022. En cuanto al presente, el *Atlas de Microalgas y Cianobacterias de Fitoplanton y el Perifiton de los Embalses Sucus y Mogotes*, circulará de forma restringida a partir de finales de mayo de 2022 y, con suerte y tesón, su versión pública saldrá a la luz en 2023.

En cualquier caso, hemos cristalizado nuestro mejor esfuerzo por llevar la ciencia a los ciudadanos y a aquellos gestores que tienen en sus manos la toma de decisiones para que ésta y otras iniciativas similares continúen creando espacios de colaboración, crecimiento, conocimiento y preservación de la biodiversidad microbiana, los servicios ecosistémicos que proporciona y, a la vez, respondan a las necesidades reales de nuestra sociedad y ambiente, más aún en el contexto de calentamiento global.

"Nunca se aprecia el valor del agua hasta que se seca el pozo"
Proverbio inglés

Tabla 2. Una herramienta para la gestión del agua: Microalgas y cianobacterias con potencial bioindicador en los embalses Sucus y Mogotes

EMBALSE	PERIFITON (P) / FITOPLANCTON (F)	NOMBRE	ACCIÓN BIOINDICADORA
Succus y Mogotes	P	*Rhopalodia*	Incluye especies β-mesosaprobiana que crecen en hábitats pobres en nitrógeno (De Meo et al., 2014).
Succus y Mogotes	P / F	*Snowella*	Es común de lagos mesotróficos (Almanza et al., 2016).
Succus y Mogotes	P	*Hyalotheca*	Habita generalmente en lagos, estanques, pantanos y arroyos ácidos oligotróficos (Guiry M., 2021v).
Succus	P / F	*Anabaena*	Se encuentra en aguas dulces estancadas, con un nivel trófico de medio a alto, especialmente si están enriquecidas con fósforo. Además, forma floraciones (Burgos-Romero, 2010).
Succus	P	*Gomphonema acuminatum*	Vive en aguas alcalinas oligotróficas y es resistente a la contaminación por metales orgánicos y pesados (Bere y Tundisi, 2011).
Succus	P	*Gomphonema truncatum*	Se encuentra en aguas oligo a mesotróficas. Se presenta en aguas alcalinas (De Meo et al., 2014).
Succus y Mogotes	P / F	*Closterium*	Considerado como bioindicador de aguas eutróficas. Tiene preferencia por las aguas neutras o alcalinas, altas en nutrientes y bajas en minerales (Burgos-Romero, 2010; Yusuf, 2020).
Succus	P	*Cocconeis placentula*	Prefiere los ambientes acuáticos con pH neutro (7) o alcalino (más de 7) o sitios oligotróficos. Es tolerante a la contaminación moderada (De Meo et al., 2014).
Succus y Mogotes	P / F	*Cosmarium*	Género característico de ambientes lénticos de aguas transparentes donde existen sustancias húmicas y orgánicas disueltas (Montoya-Moreno, Aguirre y Cano, 2013). También, se lo encuentra en ambientes ácidos y en ambientes oligotróficos (Biggs y Kilroy, 2010).
Succus y Mogotes	P / F	*Epithemia*	Está presente en medios alcalinos y aguas carbonatadas. Son muy tolerantes a la alta conductividad (Guamán y González, 2016).

Tabla 2. Una herramienta para la gestión del agua: Microalgas y cianobacterias con potencial bioindicador en los embalses Sucus y Mogotes

EMBALSE	PERIFITON (P) / FITOPLANCTON (F)	NOMBRE	ACCIÓN BIOINDICADORA
Succus y Mogotes	P / F	*Euglena*	Se desarrolla en ambientes eutróficos con un alto contenido de materia orgánica, sobre todo de nitrógeno (Triemer y Zakrys, 2015; Gökçe, 2016; Yusuf, 2020).
Succus	F	*Fragilaria*	Bioindicador de aumento de cantidad de carbonatos, nitratos y fosfatos (Spaulding y Edlund, 2008). Este género tiende a disminuir cuando hay un incremento de nutrientes (Sabater, 2009).
Succus	P	*Hannaea*	Habita en aguas oligotróficas, con baja contaminación orgánica y cerca de la neutralidad o la alcalinidad (De Me et al., 2014).
Succus	P / F	*Mougeotia*	Se encuentra en ambientes acuáticos donde existe tendencia a la mesotrofia (López-Sáez et al., 2005). Además, tiende a proliferar cuando hay un incremento de acidez en el sistema (Wehr y Sheath, 2003).
Succus	P / F	*Navicula*	Tiene afinidad por aguas salobres, orgánicamente contaminadas, ricas en nutrientes y pobres en oxígeno (Hernández-González, 2012). Manifiesta su capacidad como bioindicador al multiplicarse de manera agresiva en condiciones eutróficas (Escobar, 2020).
Succus y Mogotes	P / F	*Oocystis*	Tiende a desarrollarse en aguas mesotróficas y en aguas con salinidad moderada o baja (Burgos-Romero, 2010). También, se caracteriza por ser resistente al cobre, debido a su acumulación y secuestro en sus tilacoides (Bicudo y Menezes, 2006).
Succus y Mogotes	P / F	*Pinnularia*	Habita suelos poco contaminados. Se encuentra en ambientes con concentraciones bajas de materia orgánica y pH (Escobar, Terneus y Yánez, 2013). Crece de manera bentónica en cuerpos de agua estancada o con corriente. Es habitual en aguas someras, tolera la desecación y resulta frecuente en aguas ácidas (pH 0.02-2-9) (Sala, Ramírez, Vouilloud y Plata, 2013).
Succus y Mogotes	P / F	*Spirogyra*	Crece en aguas eutróficas y betamesosapróbicas (Comas, Moreira, León, Uriza y García, 2009). Presenta un enorme potencial bioindicador de los plaguicidas organofosforados Malatión, Curacrón y Acefato (González-García et al., 2019). Es estacional, su crecimiento se ve favorecido en altas temperaturas y crece solo en agua dulce (Wongsawad y Peerapornpisal, 2015).

Continuación...

Tabla 2. Una herramienta para la gestión del agua: Microalgas y cianobacterias con potencial bioindicador en los embalses Sucus y Mogotes

EMBALSE	PERIFITON (P) / FITOPLANCTON (F)	NOMBRE	ACCIÓN BIOINDICADORA
Succus y Mogotes	P / F	*Surirella*	Se encuentran en todo el mundo, pero en ambientes especializados, de agua dulce ácida, mesotrófica y con conductividad relativamente alta (Sala et al., 2013).
Succus y Mogotes	P / F	*Tabellaria*	Suele vivir en aguas ligeramente ácidas (pH menor de 7), aunque pueden tener una amplia tolerancia a diferentes rangos de pH (Medina-Tombé et al., 2017). Además, puede crecer en condiciones oligotróficas y es sensible a la contaminación (AELS, 2017).
Succus y Mogotes	P / F	*Trachelomonas*	Se encuentra principalmente en aguas eutróficas, ricas en materia orgánica y con conductividad alta (Escobar, Terneus y Yánez, 2013), también en ambientes ricos en hierro y manganeso (Guamán y González, 2016).
Succus y Mogotes	P / F	*Elakatothrix*	Se encuentra en agua dulce ácida (pH 5-6) (Hall, McCourt y Delwiche, 2008).
Succus	F	*Actinotaenium*	Habita aguas dulces oligotróficas, con pH ácido (Hall et al., 2008).
Succus y Mogotes	P / F	*Nephrocytium*	Presenta amplia tolerancia a la contaminación, por lo que se ha registrado este género en ecosistemas con ultraoligotrofía hasta la hipereutrofía (Liu et al., 2017).
Mogotes	P / F	*Dinobryon*	Este género se encuentra en abundancia en lagos de agua dulce de pH ácido (0.02 – 0.12) de regiones templadas y requiere de altas concentraciones de fósforo para su crecimiento (Patil y Sathe. 2019). Este género es fagotrófico (depreda bacterias), por lo que desempeña un papel importante en la cadena alimenticia limnética. Así, cubre sus necesidades de fósforo, sobrevive y compite en aguas pobres en fósforo (NWT LTER, 2021).
Mogotes	F	*Cymbella*	Alga perifítica conocida como indicador de agua limpia y bien oxigenada. Crece en bajas concentraciones de sílice y se encuentra comúnmente en aguas de flujo lento (Stanford, Hauer, Gregory y Snyder, 2005).
Succus y Mogotes	P / F	*Pandorina*	Indicador de aguas orgánicamente contaminadas (Dembowska, 2013).

Continuación...

Tabla 2. Una herramienta para la gestión del agua: Microalgas y cianobacterias con potencial bioindicador en los embalses Sucus y Mogotes

EMBALSE	PERIFITON (P) / FITOPLANCTON (F)	NOMBRE	ACCIÓN BIOINDICADORA
Mogotes	P / F	*Peridinium*	Dinoflagelado que, ocasionalmente, puede formar floraciones algales en caso de un aumento repentino de su población (Rogers, 2013).
Succus y Mogotes	P / F	*Chlamydomonas*	Crece en hábitats ricos en sal de amonio. De existir mucho amonio, puede reproducirse descontroladamente hasta tornar el agua color verde (Enciclopaedia Britannica, 2017).
Mogotes	P	*Zygnema*	Capas gruesas de *Zygnema* pueden indicar que el cuerpo de agua tiene muchos nitratos y fosfatos, provenientes de tierras de cultivo, lo que afecta la calidad del agua. Incluso, llega a a causar afectaciones en poblaciones de otras especies de microalgas y cianobacterias (Nikon Instruments Inc., 2021).
Mogotes	P	*Microspora*	Una gran cantidad de estos microorganismos pueden indicar que el agua es pobre en nutrientes (Guiry M., 2021ak).
Mogotes	P	*Stigeoclonium*	Puede crecer de manera acelerada en aguas contaminadas por metales pesados o con abundante materia orgánica. Si el cuerpo de agua es rico en nutrientes, se puede dar su crecimiento, pero de manera controlada (John, Whitton y Brook, 2002).

Continuación...

1. GENERALIDADES

1.1. PARQUE NACIONAL CAYAMBE-COCA

El Parque Nacional Cayambe-Coca es una de las áreas protegidas más diversas de Ecuador y es una de las zonas con mayor reserva de agua dulce no contaminada del mundo. Tiene una superficie de 403 103 hectáreas, asentadas sobre el Cinturón de Fuego del Pacífico. Presenta características propias de páramo, bosque nublado y paisaje fluvial. En cuanto al clima, es una zona de alta pluviosidad, con un rango mínimo anual de 800 a 1 487 mm, es decir, que se ajusta a un bosque muy húmedo subalpino a pluvial subalpino (Camacho, 2014). Sin embargo, en la zona alta, el clima se ve modificado por la cordillera, volviéndolo más seco en ciertas temporadas, debido a la alta radiación solar. La temperatura fluctúa entre -7.8 a 29.5 °C y su humedad depende de la intensidad de las precipitaciones. En términos de cobertura, el parque preserva el ecosistema de bosque nativo sobre el de páramo (Ministerio del Ambiente y Agua [MAAE], 2021).

Por otra parte, este parque nacional es la reserva más grande de Ecuador en cuanto a biodiversidad. Su importancia radica en la presencia de una variedad de ecosistemas que se extienden por aproximadamente 3 700 kilómetros cuadrados y en donde habitan alrededor de 900 especies de aves (tucán andino, perdiz de páramo, guacamayo militar, cóndor andino, entre otras.), 200 especies mamíferos (lobo de páramo, raposa común, puerco espín, entre otras.), 116 tipos de anfibios (salamandras, sapos, cecílidos, entre otras.), 140 tipos de reptiles (lagartijas, culebras, entre otras.) y 100 tipos de plantas endémicas (chuquiragua, licopodio, quinua, taruga, romerillo, entre otras.) (MAAE, 2021).

La importancia hídrica del parque se deriva de los embalses Sucus, Salve Faccha y Mogotes, que abastecen de agua potable al 38% de la población de Quito. El agua cruda pasa a reservorios de agua donde se capta, se analiza su pureza y, luego de su verificación, se redistribuye al norte y parroquias orientales del Distrito Metropolitano de Quito, Tumbaco y Cumbayá (Fondo para la Protección del

1.2. EMBALSE SUCUS

El embalse Sucus (Figuras 1 a 3) forma parte del Sistema Papallacta y pertenece al complejo del sistema de humedales de páramos hídricos del Parque Nacional Cayambe-Coca en la Cordillera Real del Ecuador (MAAE, 2005). Está conformado por la laguna central y los tributarios 1 y 2 (Figura 3). Fue construido en el antiguo lecho de la laguna de Sucus, donde la cubierta vegetal predominante es el pajonal, el bosque de *Polylepis* y el páramo arbustivo. Sucus está ubicado a 3 900 metros sobre el nivel del mar (Figura 4), tiene una superficie de 0.35 km^2, una profundidad máxima de 42-80 m y una temperatura que oscila entre 9.5 y 10.1 ºC (FONAG, 2019).



Figura 1. Embalse Sucus *(K. Guapi).*



Figura 2.
Embalse Sucus
(J. Tipanta).



Figura 3. Tributario 1 del embalse Sucus, Napo, Ecuador *(J. Tipanta).*

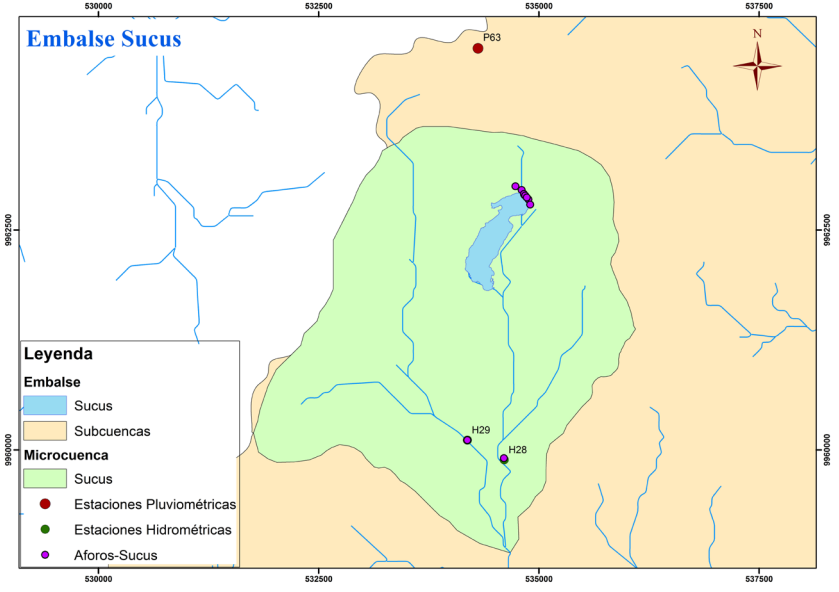


Figura 4. Localización geográfica del Embalse Sucus, Napo, Ecuador. H28, tributario 1; H29, tributario 2 *(EPMAPS, 2021).*

1.3. EMBALSE MOGOTES

El embalse Mogotes (Figuras 5 a 8) es una laguna altoandina, un cuerpo de agua natural ubicado en el Parque Nacional Cayambe-Coca, en el páramo ecuatoriano. Esta laguna fue represada mediante la construcción de un dique (Figura 7), para ser convertida en un embalse altoandino, con el objetivo de canalizar sus aguas para para consumo humano (FONAG, 2019). Su localización geográfica se aprecia en la Figura 9.



Figura 5. Embalse Mogotes, Napo, Ecuador *(J. Tipanta)*



Figura 6. Vista panorámica del embalse Mogotes (*E. Jarre).*



Figura 7. Vista del dique del embalse Mogotes *(E. Jarre).*



Figura 8. Tributario 1 del embalse Mogotes, Napo, Ecuador *(J. Tipanta).*

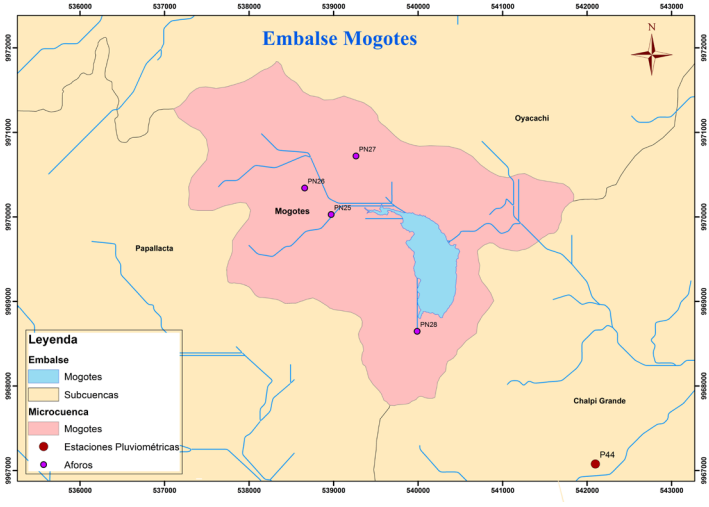


Figura 9. Localización geográfica del embalse Mogotes, Napo, Ecuador. PN25, tributario 1; PN28, tributario 2 *(EPMAPS, 2021).*

2. COMUNIDADES LÉNTICAS DE UN ECOSISTEMA ACUÁTICO

Los ecosistemas acuáticos se clasifican, de manera general, en sistemas lóticos y lénticos. Los primeros hacen referencia al movimiento del agua como, por ejemplo, un río o manantial; y los segundos se identifican por la poca velocidad de arrastre del agua, y lagos, lagunas, pantanos, charcos y pozos le son característicos (García et al., 2016). Estos ecosistemas son estudiados sistemáticamente por la Limnología (Cervantes, 2007).

De acuerdo a Gama y sus colaboradores (2010), los sistemas lénticos cuentan con tres zonas bien definidas: la zona litoral, la zona limnética y la zona profunda (Figura 10). La zona litoral está formada por agua de la orilla, recibe gran cantidad de luz y permite el crecimiento de plantas. Es la más rica en diversidad biológica porque las raíces de las plantas ayudan a la formación de microhábitats para los organismos acuáticos y terrestres. Alberga muchas especies nectónicas (peces) y fauna bentónica (caracoles, crustáceos, erizos, entre otras.). La zona limnética es la región intermedia del ecosistema. En ella proliferan fitoplancton (clorofíceas, diatomeas y cianobacterias) y zooplancton (crustáceos y rotíferos). La zona profunda corresponde al fondo, donde no llega la luz solar. Allí se encuentran, principalmente, fango, restos orgánicos y minerales. Predominan los

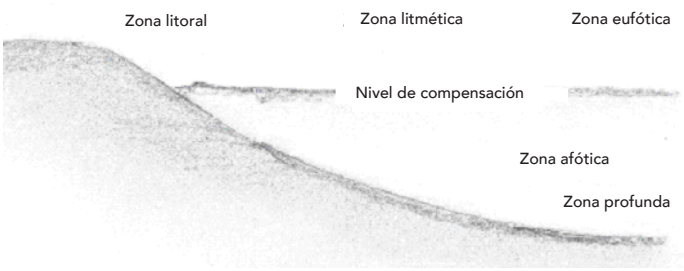


Figura 10. Zonas de un ecosistema léntico.

peces, el zooplancton y los organismos bentónicos (del fondo).

Las comunidades del ambiente acuático léntico están conformadas por un sinnúmero de especies que se distribuyen según el hábitat y diversos factores biológicos, químicos y físicos. Existen cuatro grandes comunidades. La primera es la comunidad planctónica, que agrupa al conjunto de plantas, animales y microorganismos que flotan y dependen del agua para poder desplazarse. Se clasifica al plancton de acuerdo a la profundidad a la que se encuentra en: pleuston (superficie de cuerpos acuáticos), neuston (microorganismos del pleuston), epipelágico (entre la superficie y los 200 metros de profundidad), mesopelágico (200 - 1000 metros de profundidad), batipelágico (1000 - 4000 metros de profundidad), abisopelágico (hábitat para especies de nado libre que viven o se alimentan a profundidades superiores a los 4000 metros y nunca suben a la superficie) y epibentónico (sobre el fondo abisal, en ambiente frío, alta presión atmosférica, escasez de nutrientes y ausencia total de luz).

También, se puede clasificar a la comunidad planctónica, de acuerdo a su composición, en fitoplancton y zooplancton. El fitoplancton, como conjunto, es un gran representante de esta comunidad porque agrupa, junto a las plantas, a los principales productores primarios del ecosistema. El zooplancton, por su parte, comprende a los organismos heterótrofos que necesitan las moléculas orgánicas sintetizadas por el fitoplancton y los nutrientes del medio para poder sobrevivir (Gama et al., 2010).

La segunda comunidad es la nectónica, que agrupa a los organismos nadadores activos. La tercera es la comunidad del bentos, que vive encima o en el fondo de los cuerpos de agua. En esta comunidad, se encuentran las cianobacterias, las plantas con flor y el perifiton. El perifiton es un conjunto de algas, bacterias, hongos e invertebrados que están adheridos a estructuras sumergidas y que son sensibles al cambio ambiental (Rimarachin-Ching, 2014). La cuarta comunidad corresponde al neuston y está compuesta por especies de algas y bacterias que sirven de alimento a otros organismos (Gama et al., 2010).

3. METODOLOGÍA

3.1. COLECTA DE MUESTRAS

Las muestras se recolectaron en los meses de febrero y abril del año 2021, en una temporada seca que se caracterizó por precipitaciones dispersas (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Ecuador [INHAMI], 2021). Se realizaron dos muestreos por embalse, uno en cada laguna en cada uno de los meses señalados. Todo el procedimiento detallado se realizó bajo los protocolos establecidos por el Departamento de Gestión de Recursos Hídricos de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS-Q, 2021).

Previo a la toma de muestras, con una sonda multiparamétrica (Figura 11a), se registraron los parámetros fisicoquímicos del agua como color, turbidez, clorofila, temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto y alcalinidad, en función de la profundidad de la columna de agua de donde se obtendría cada muestra. Además, se estimó la transparencia

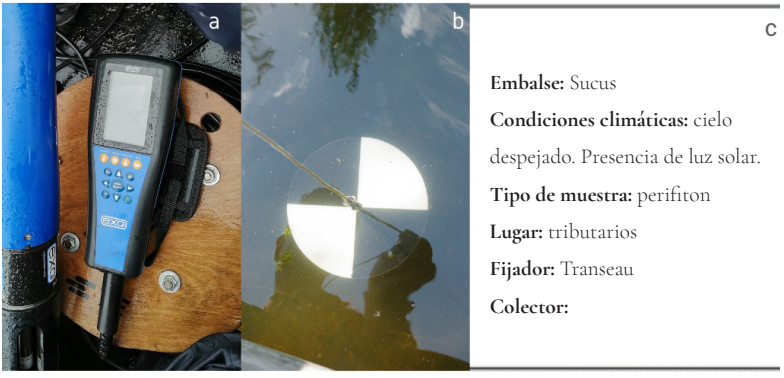


Figura 11. Equipos para la verificación de las condiciones físico-químicas e identificación de muestras del embalse al momento de una colecta en campo. *a, Sonda multiparamétrica; b. Disco Secchi; C, Etiqueta de frascos de muestras recolectadas (Fuente: EPMAPS).*

del agua con un disco Secchi (Figura 11b) y se organizó el material previamente etiquetado (frascos de vidrio ámbar y bolsas herméticas) con el nombre del embalse, las condiciones climáticas, la profundidad, el tipo de muestra, el fijador, el nombre del colector, la fecha y la hora (Figura 11c).

3.2. FASE DE CAMPO

3.2.1. Colecta de perifiton en el embalse Sucus

El primer muestreo se enfocó en los tributarios 1 y 2 y el segundo muestreo, en los alrededores de la orilla de estos tributarios, considerados como principales aportantes de agua al embalse. En cada aportante, se obtuvieron muestras distintas: raspados de superficies de rocas con un cepillo de dientes, muestras de vegetación circundante y asociada al cuerpo de agua y sedimento (Figura 12). Las muestras se almacenaron en fundas herméticas pequeñas (Figura 12c). Una vez fijadas o mantenidas en fresco, las muestras se transportaron en *coolers* al laboratorio y estuvieron en refrigeración por un máximo 24 horas hasta su respectivo procesamiento.

3.2.2. Colecta de perifiton en el embalse Mogotes

En cada uno de dos muestreos del tributario 1 de la laguna Mogotes, se recolectaron seis muestras por duplicado (tres de raspados de rocas y tres de sedimentos [Figura 13]) y tres plantas de la orilla en las que resultó evidente la formación de biopelícula perifítica. Se las almacenó en bolsas herméticas que se mantuvieron a una temperatura entre 4 y 8 °C hasta su procesamiento en el laboratorio (EPMAPS-Q, 2020; Lozano-Peña et al., 2019).

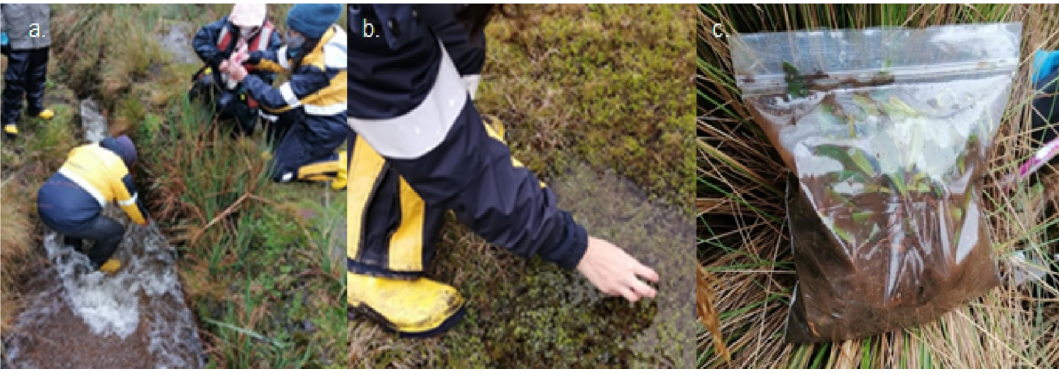


Figura 12. Toma de muestras perifíticas en el embalse Sucus. *a, Muestras de agua (J. Tipanta); b, Muestras de plantas (K. Guapi); c. Muestras de sedimento (J. Tipanta).*



Figura 13: ***Toma de muestras de sedimentos a lo largo de la orilla del tributario 1*** *(EPMAPS-Q, 2021).*

Tras la colecta, una muestra de cada dupla se fijó a concentración 1:1 con una solución preservante conocida como *Transeau*, una mezcla entre alcohol, formol al 40% y agua destilada.

3.2.3. Colecta de fitoplancton en en los embalses Sucus y Mogotes

Para el monitoreo de fitoplancton, se tomaron como referencia dos zonas específicas. La primera constituyó el centro del embalse respectivo, donde se realizó el arrastre superficial con una red de fitoplancton de tamaño de poro de 27 µm por el lapso de dos minutos (Figura 14). Posteriormente, se trasvasó el agua a un frasco ámbar (Figura 15). La otra zona de muestreo dirigido permitió estratificar (dividir por capas de profundidad) la columna de agua (0, 5, 10, 15, 20, 25 metros y fondo menos un metro). En ella, se utilizó una botella Van Dorn de capacidad de 2.2 L (Figura 16) para la obtención de las muestras a las diferentes profundidades. Al tener un diseño horizontal, facilitó la recolección de agua a profundidades con corriente específicas. Finalmente, se trasvasó la muestra a la botella ámbar (Figura 17).

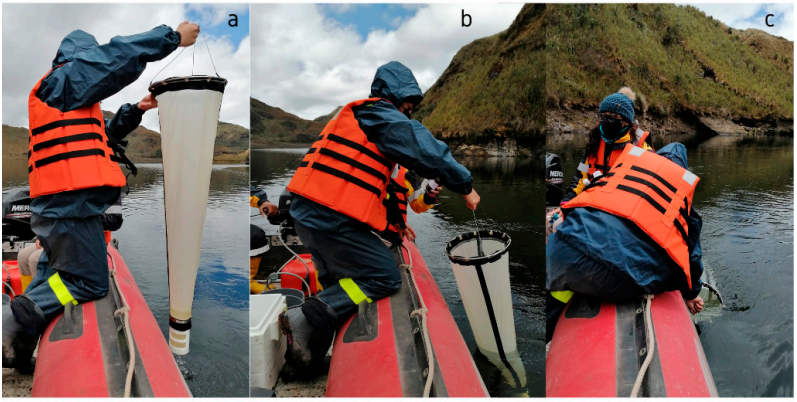


Figura 14. Proceso de obtención de muestras por arrastre superficial con red de fitoplancton. *a, Extensión; b, Colocación; c, Arrastre (J. Tipanta).*



Figura 15. Trasvase de muestras desde el copo de la red de arrastre hacia los frascos ámbar *(J. Tipanta).*



Figura 16. Botella Van Dorn de 2,2 L *(J. Tipanta).*



Figura 17. Trasvase de muestras obtenidas por la botella Van Dorn a frascos ámbar *(J. Tipanta).*

3.3. FASE DE LABORATORIO

3.3.1. Identificación de microalgas y cianobacterias del perifiton y el fitoplancton de los embalses Sucus y Mogotes y sus tributarios respectivos

Para la identificación de los microorganismos fotosintéticos del fitoplancton y del perifiton, se utilizó un microscopio invertido marca CARL ZEISS AXIOVERT 4.0 (Figura 18). La muestra se homogenizó y se depositaron tres alícuotas en cada una de tres cámaras de sedimentación de 25 y 50 ml con una pipeta Pasteur y se los dejó sedimentar (Figura 19). Si la muestra estaba muy turbia, se realizó una dilución 10^{-1} con agua destilada. Posteriormente, se observaron características propias de cada morfotipo distintivo como: forma, tamaño, cloroplastos, pirenoides, mucílago, etc. y se elaboró un registro fotográfico de cada microalga y cianobacteria encontrada, junto a sus respectivas referencias de tamaño para definir su escala correspondiente (UNESCO, 2010; Ontaneda, 2020; EPMAPS, 2021).

3.3.2. Identificación taxonómica

La identificación taxonómica de microalgas y cianobacterias perifíticas y fitoplanctónicas se realizó mediante



Figura 18. Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0.



Figura 19. Frascos con muestras y cámaras de sedimentación *(J. Tipanta)*

el uso de claves taxonómicas y bases de datos como AlgaeBase (Guiry y Guiry, 2021), Diatoms of North America (2021) e Integrated Taxonomic Information System (2021).

Expertos nacionales, como la MSc. Diana Ontaneda y el Lcdo. Andrés Arévalo de la EPMAPS-Q, e internacionales, como el MSc. Santiago Duque, Coordinador del grupo de investigación "Limnología Amazónica" del Instituto Amazónico de Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia; y la Dra. Miriam Steinitz-Kannan, profesora del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Kentucky del Norte, Estados Unidos, corroboraron la identificación obtenida.

3.3.3. Aislamiento y caracterización de cianobacterias en medio de cultivo semisólido selectivo

Para el aislamiento de cianobacterias del perifiton y el fitoplancton, se utilizaron las muestras vivas recogidas en cada muestreo. Se realizó una filtración con una bomba al vacío, donde la biomasa se acumuló en una membrana de fibra de vidrio de 0,45 µm de poro (Figura 20). Posteriormente, la membrana de fibra de vidrio se colocó boca abajo en medio de cultivo semisólido BG11 sin nitrógeno (Cadena et al., 2013; Figura 21). Para la incubación de los cultivos, se establecieron condiciones similares a su entorno natural, es decir, iluminación de inten-



Figura 20. Bomba de filtración.

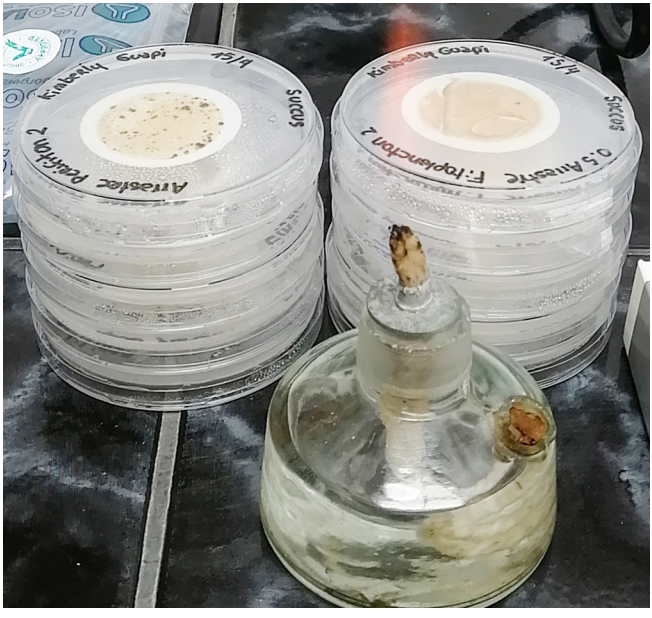


Figura 21. Medios de cultivo BG11 sin nitrógeno con filtros de biomasa microalgal (K. Guapi).

sidad baja de 10-75 µmol fotones m^{-2} s^{-1} recreada con lámparas fluorescentes, un fotoperiodo de 12:12 horas y una temperatura de 20-25ºC por alrededor de cuatro semanas (Waterbury 2006).

Cuando se observó crecimiento filamentoso o verde-azul en el medio de cultivo (Figura 22), se procedió a aislar cada cianobacteria. El aislamiento (Figura 23) se realizó de dos maneras. La primera consistió en cortar un pedazo pequeño de papel filtro con la colonia de interés y la segunda fue tomar con un asa bacteriológica un pequeño inóculo de la colonia ya existente en el medio, de conformación o color distinguible. Se colocó el inóculo o el corte de papel filtro en una nueva caja de medio semisólido BG11 sin nitrógeno y se la incubó bajo las mismas condiciones mencionadas anteriormente (Waterbury 2006). Se aislaron cianobacterias (Figura 24) y la caracterización morfológica de las cepas desarrolladas se hizo por visualización directa al microscopio óptico (Figura 25).

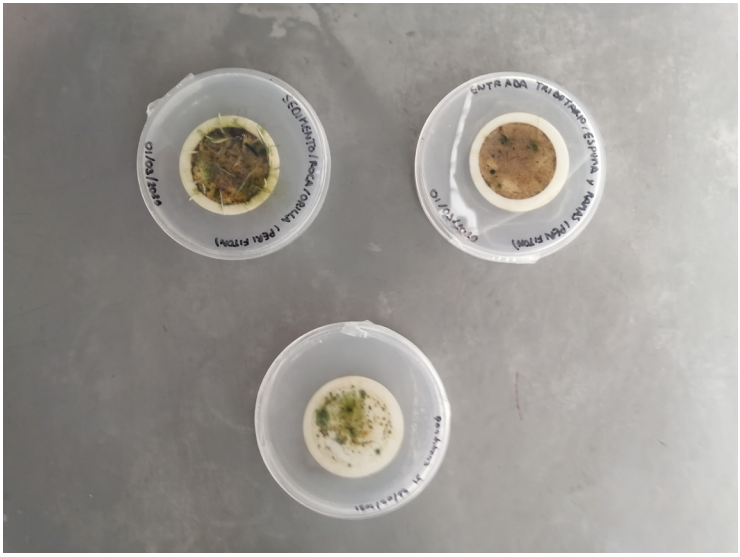


Figura 22. Crecimiento de cianobacterias en medio semisólido *(K. Guapi).*



Figura 23. Aislamiento de cianobacterias.

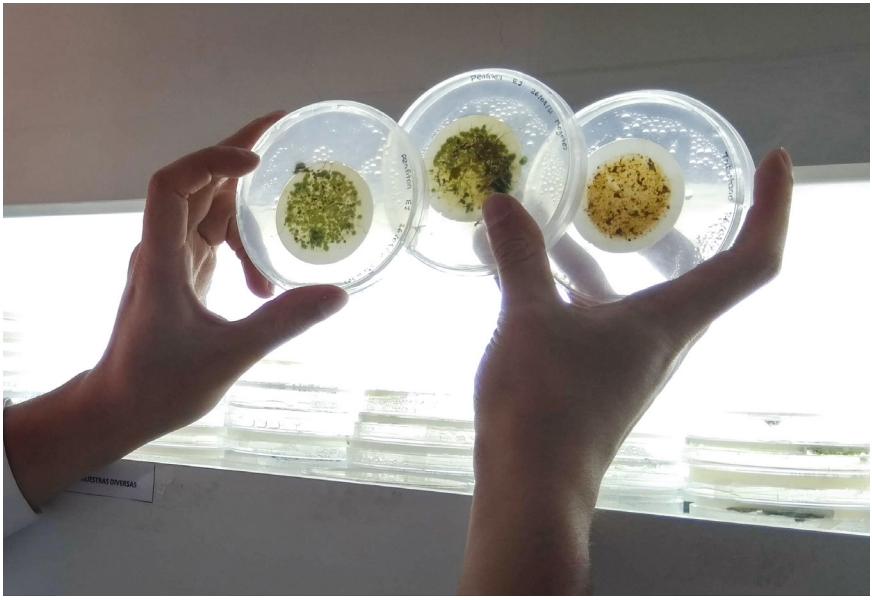


Figura 24. Cianobacterias aisladas.



Figura 25. Observación de cianobacterias por microscopía óptica.

3.3.4. Preparación de placas semipermanentes de cianobacterias aisladas

Finalmente, se confeccionaron placas semipermanentes de las cianobacterias aisladas e identificadas en el microscopio óptico (Figura 26), con gelatina sin sabor y glicerina, según el protocolo de Ontaneda y Arévalo (2016). Luego, se observaron, se fotografiaron en el microscopio invertido y se identificaron taxonómicamente mediante claves taxonómicas.



Figura 26. Preparación de placas semipermanentes.

4. DESCRIPCIÓN DE MICROALGAS Y CIANOBACTERIAS DE LOS EMBALSES SUCUS Y MOGOTES

La descripción de los diferentes taxones que se presentan a continuación fue realizada por los autores de esta publicación, con base en la observación microscópica que condujo a su identificación taxonómica. El resumen de la clasificación obtenida como línea de base para los embalses Sucus y Mogotes se encuentra en la Tabla 1 y, a continuación, se presenta la descripción específica de los taxones registrados. Cada taxón fue comparado con fotografías de bases digitales y claves taxonómicas, además de poner mucha atención en las estructuras propias y representativas. En algunos casos, las caracterizaciones y/o los esquemas presentados pueden diferir de las descripciones del lectotipo, ejemplar o ilustración con que se designó al género en su momento, o del holotipo, ejemplar físico de la especie tipo del género.

Tabla 1. Taxones que conforman las comunidades microalgales del perifiton (P) y el fitoplancton (F) de los embalses altoandinos Sucus y Mogotes

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SUCCUS		MOGOTES	
						P	F	P	F
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cocconeidales	Cocconeidaceae	*Cocconeis*	*placentula*	x			
		Cymbellales	Cymbellaceae	*Cymbella*	sp.	x		x	x
			Gomphonemataceae	*Gomphonema*	*acuminatum*	x			
					truncatum	x			
		Fragilariales	Fragilariaceae	*Fragilaria*	sp.		x		
		Licmophorales	Ulnariaceae	*Hannaea*	sp.	x			
				Ulnaria	sp.	x			
		Naviculales	Diploneidaceae	*Diploneis*	sp.	x			
			Naviculaceae	*Navicula*	sp. 1	x	x		x
					sp. 2				x
					sp. 3				x
			Pinnulariaceae	*Pinnularia*	sp.	x	x	x	x
			Stauroneidaceae	*Stauroneis*	sp.	x	x	x	x
		Rhabdonematales	Tabellariaceae	*Tabellaria*	sp. 1		x		x
					sp. 2	x	x	x	x
					sp. 3			x	
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	*Epithemia*	sp.	x	x	x	

Tabla 1. Taxones que conforman las comunidades microalgales del perifiton (P) y el fitoplancton (F) de los embalses altoandinos Sucus y Mogotes

FILO	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SUCCUS		MOGOTES	
						P	F	P	F
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	*Rhopalodia*	sp.	x	x	x	x
		Surirellales	Surirellaceae	*Surirella*	sp.			x	x
		Thalassiophysales	Catenulaceae	*Amphora*	sp.		x		x
Charophyta	Klebsormidiophyceae	Klebsormidiales	Elakatotrichaceae	*Elakatothrix*	*gelatinosa*	x	x	x	x
	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	*Closterium*	*acerosum*	x		x	
					gracile			x	
					kuetzingii	x	x		
					sp. 1			x	x
					sp. 2	x			
					sp. 3	x			
					sp. 4			x	
					sp. 5	x			
					sp. 6				
			Desmidiaceae	*Actinotaenium*	sp.				x
				Cosmarium	sp. 1		x		
					sp. 2		x		

Tabla 1. Taxones que conforman las comunidades microalgales del perifiton (P) y el fitoplancton (F) de los embalses altoandinos Sucus y Mogotes

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SUCCUS		MOGOTES	
						P	F	P	F
						sp. 3	x		
						sp. 4		x	
						sp. 5	x		
						sp. 6	x	x	
						sp. 7	x		
						sp. 8	x		
					Hyalotheca	*dissiliens*		x	x
						sp.	x	x	
					Staurastrum	*chaetoceras*		x	
						tohopekaligense		x	x
					Staurodesmus	*convergens*	x	x	x
						extensus		x	x
						glaber		x	x
						sp.			x
				Mougeotia	sp.	x	x		
		Zygnematales	Zygnemataceae	*Spirogyra*	sp.	x	x	x	
				Zygnema	sp.			x	
		Chaetophorales	Chaetophoraceae	*Stigeoclonium*	sp.			x	
		Chlamydomonadales	Chlamydomonadaceae	*Chlamydomonas*	sp.	x		x	
			Sphaerocystidaceae	*Sphaerocystis*	sp.	x	x		

Continuación...

Tabla 1. Taxones que conforman las comunidades microalgales del perifiton (P) y el fitoplancton (F) de los embalses altoandinos Sucus y Mogotes

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SUCCUS		MOGOTES	
						P	F	P	F
Chlorophyta	Chlorophyceae		Volvocaceae	*Eudorina*	sp.				x
				Pandorina	*morum*			x	x
		Sphaeropleales	Microsporaceae	*Microspora*	sp.			x	
			Hydrodictyaceae	*Tetraëdron*	sp.	x		x	
			Scenedesmaceae	*Desmodesmus*	sp.			x	
			Scenedesmaceae	*Scenedesmus*	sp.		x		
			Schizochlamydaceae	*Planktosphaeria*	*gelatinosa*		x		x
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	*Bulbochaete*	sp.	x			
				Oedogonium	sp.				x
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Nephrocytiaceae	*Nephrocytium*	*agardhianum*			x	x
					sp.				x
			Oocystaceae	*Lagerheimia*	*ciliata*	x	x	x	x
				Oocystis	sp. 1	x	x	x	x
					sp. 2				x
				Willea	*rectangularis*	x	x	x	x

Continuación...

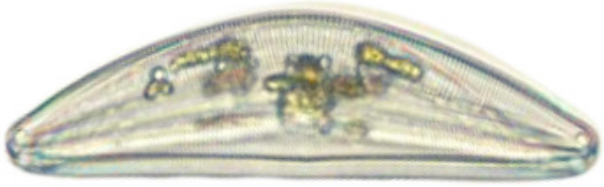
Tabla 1. Taxones que conforman las comunidades microalgales del perifiton (P) y el fitoplancton (F) de los embalses altoandinos Sucus y Mogotes

DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	SUCCUS		MOGOTES	
						P	F	P	F
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	*Anabaena*	sp.	x	x		x
				Nostoc	*commune*	x			
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	*Phormidium*	sp.	x	x	x	
		Synechococcales	Coelosphaeriaceae	*Snowella*	*lacustris*	x	x	x	x
			Merismopediaceae	*Merismopedia*	sp.		x		
Euglenozoa	Euglenophyceae	Euglenida	Euglenidae	*Euglena*	sp.	x	x	x	x
				Trachelomonas	*hispida*			x	
					sp.	x	x	x	x
			Phacidae	*Phacus*	*orbicularis*				x
Miozoa	Dinophyceae	Peridiniales	Peridiniaceae	*Peridinium*	sp.		x	x	x
Ochrophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	*Dinobryon*	sp.			x	x

Continuación...

4.1.

FILO BACILLARIOPHYTA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

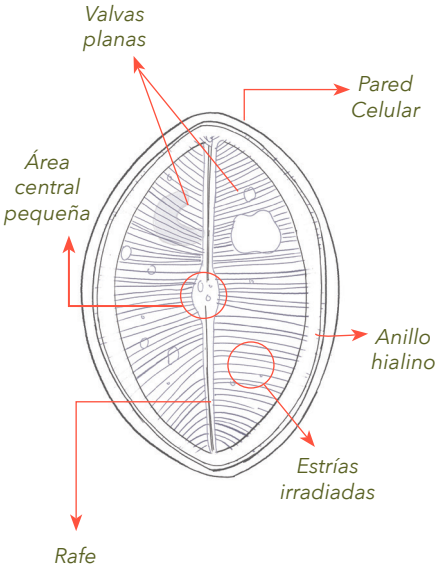
4.1.1. *Cocconeis placentula*

Nombre científico: *Cocconeis placentula* Ehrenberg 1838 (Guiry G., 2021a)

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Cocconeidales
Familia: Cocconeidaceae

MORFOLOGÍA

- **Descripción:** Diatomea con forma de óvalo. Presenta un delgado rafe y estrías radiales.
- **Aspectos ecológicos:** Es una especie ampliamente distribuida. Prefiere los ambientes acuáticos con pH neutro o alcalino o sitios oligotróficos. Es una especie común de hábitats bentónicos y tolera la contaminación moderada (De Meo et al., 2014).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** No fue detectada.





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.1.2. *Cymbella* sp.

Nombre científico: *Cymbella* C.Agardh, 1830, nom. et typ. cons. (Guiry M., 2021a)

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Cymbellales
Familia: Cymbellaceae

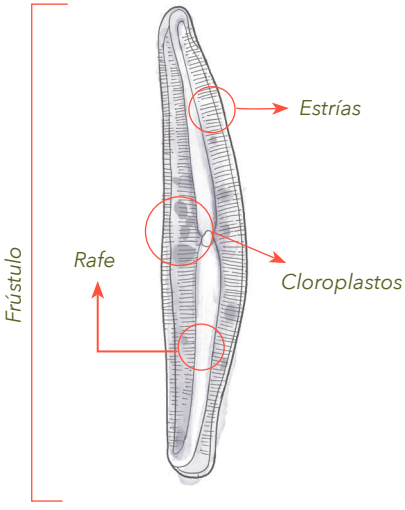
- **Descripción:** Las valvas de la especie hallada son asimétricas al eje apical y simétricas al eje transapical. Los lados terminales del rafe se desvían hacia el lado dorsal. Presenta poros apicales en ambos polos. Las estrías son uniseriadas.

- **Aspectos ecológicos:** Las diatomeas de este género crecen en hábitats bentónicos y perifíticos (Spaulding y Edlund, 2008). Además, se encuentran comúnmente en aguas de flujo lento con una tolerancia amplia a los cambios de temperatura (Stanford, Hauer, Gregory y Snyder, 2005; Kociolek y Spaulding, 2003).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton y fitoplancton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 40x

4.1.3. *Gomphonema acuminatum*

Nombre científico: *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg 1832 (Guiry M., 2021b)

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Cymbellales
Familia: Gomphonemataceae

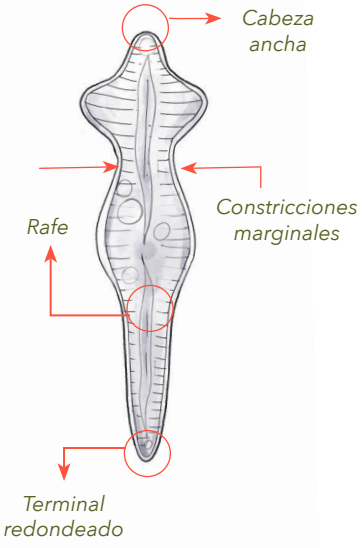
- **Descripción:** Esta especie tiene las valvas clavadas con dos constricciones a lo largo del margen. Cerca del polo de la cabeza, la valva se ensancha y, luego, se vuelve apiculada. Termina en una punta redondeada. El rafe es lateral y ondulado. Las estrías son radiadas.

- **Aspectos ecológicos:** Es una especie cosmopolita que vive en aguas alcalinas oligotróficas y es común en las comunidades haptobentónicas. Es resistente a la contaminación por metales orgánicos y pesados (Bere y Tundisi, 2011).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** No fue detectada.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

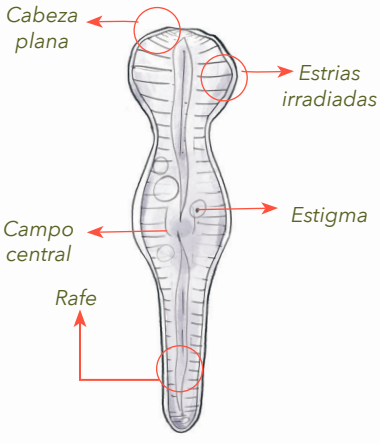
4.1.4. *Gomphonema truncatum*

Nombre científico: *Gomphonema truncatum* Ehrenberg 1832 (Guiry M., 2021c)

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Cymbellales
Familia: Gomphonemataceae

- **Descripción:** Esta especie presenta una constricción en la parte superior. La zona central es irregular y presenta un estigma muy evidente y rayas cortas alternando con una más larga.
- **Aspectos ecológicos:** Es una especie característica de aguas oligo a mesotróficas. Suele encontrarse en aguas alcalinas (De Meo et al., 2014).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** No fue detectada.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 40x

4.1.5. *Fragilaria* sp.

Nombre científico: *Fragilaria* Lyngbye, 1819 (Guiry M., 2021d)

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Cymbellales
Familia: Gomphonemataceae

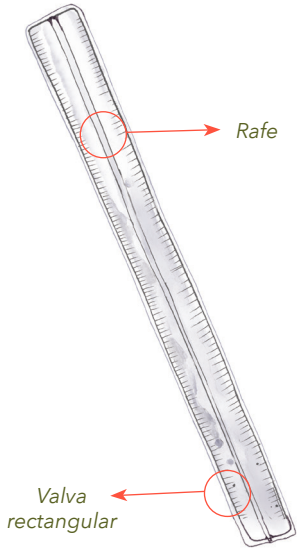
- **Descripción:** El especimen hallado posee paredes celulares finas, con frústulas rectangulares, sin plastos en el centro (no se trató de una célula viva).

- **Aspectos ecológicos:** Los representantes de este género de diatomea se encuentran en la parte litoral de ecosistemas lóticos y lénticos (Carter y Resh, 2005). También, se han registrado en sistemas subaéreos y de manera epífita. Son indicadores de alto contenido de nutrientes, pues al ser muy sensibles, lo evidencian con la reducción de su población (Sabater, 2009).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Fitoplancton.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** No fue detectada.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

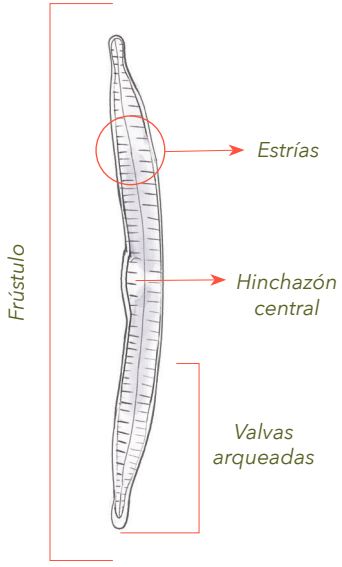
4.1.6. *Hannaea* sp.

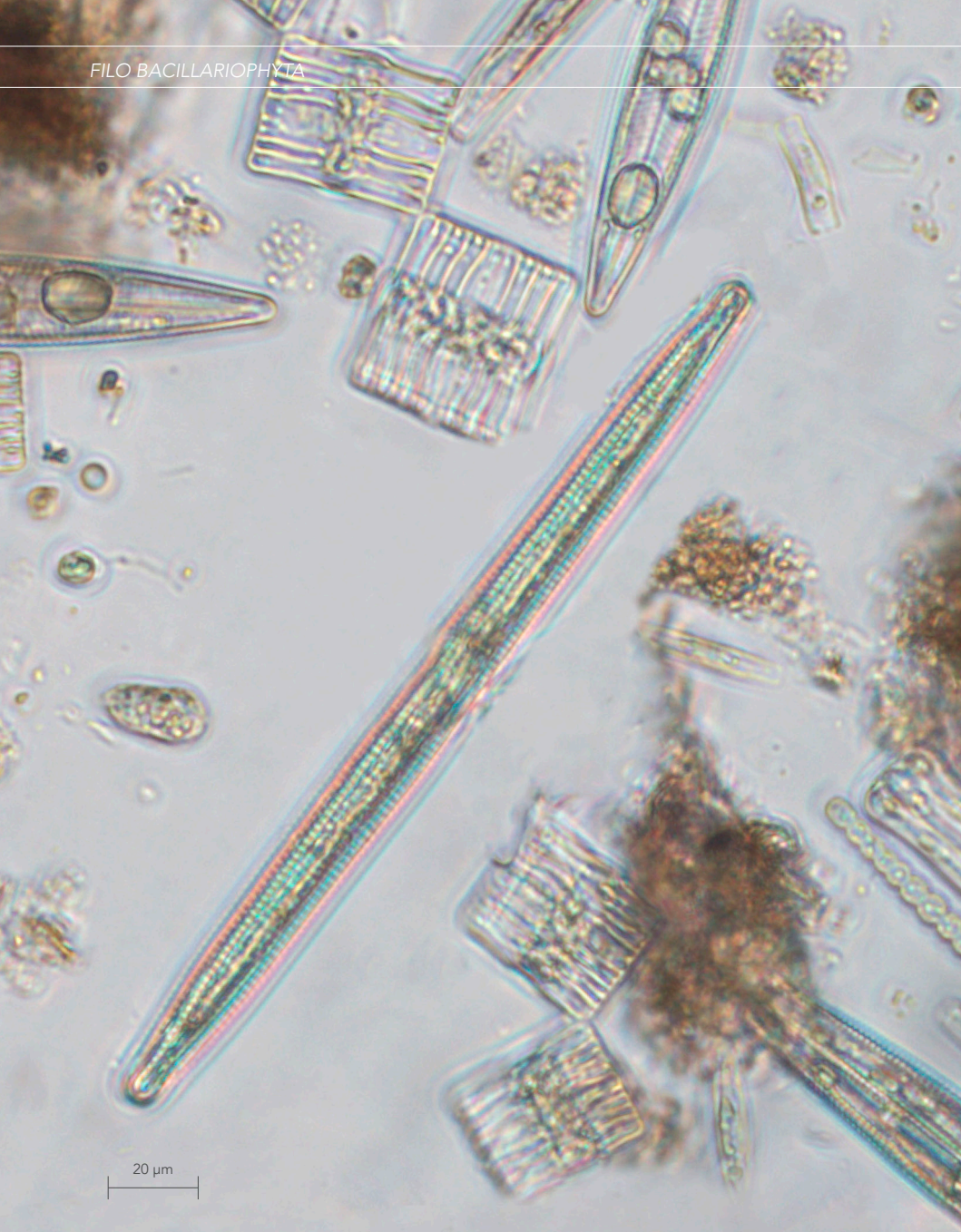
Nombre científico: *Hannaea* R.M.Patrick, 1966 (Guiry M., 2021e)

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Licmophorales
Familia: Ulnariaceae

- **Descripción:** Este género se caracteriza por poseer un margen ventral cóncavo, con una protuberancia en el centro; mientras que el margen dorsal es arqueado y convexo. Las estrías son paralelas.
- **Aspectos ecológicos:** Las microalgas de este género habitan en aguas oligotróficas, con baja contaminación orgánica y cerca de la neutralidad o alcalinas (De Meo et al., 2014).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** No fue detectada.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

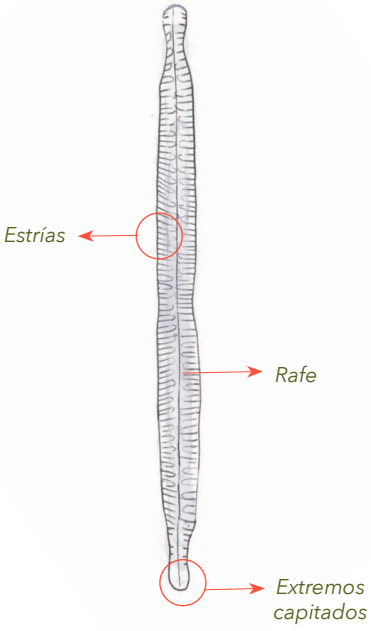
4.1.7. *Ulnaria* sp.

Nombre científico: *Ulnaria* (Kützing) Compère, 2001 (Guiry M., 2021f)

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Licmophorales
Familia: Ulnariaceae

- **Descripción:** Las valvas de esta diatomea son lineares y alargadas. Tiene un esternón delgado con estrías que cubren la valva. Tiene dos rimopórtulas. Las estrías son puntiformes.
- **Aspectos ecológicos:** Es un género cosmopolita. Prefiere aguas dulces o ligeramente saladas (Cantoral-Uriza y Sanjurjo, 2008).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** No se detectó.

MORFOLOGÍA





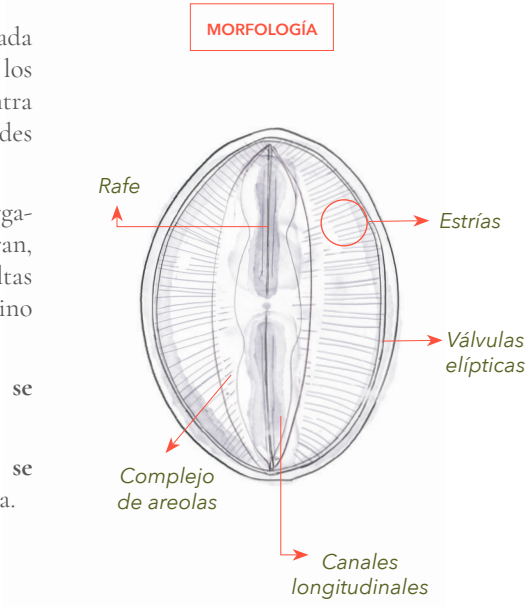
Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.1.8. *Diploneis* sp.

Nombre científico: *Diploneis* Ehrenberg ex Cleve, 1894 (Guiry M., 2021g)

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Naviculales
Familia: Diploneidaceae

- **Descripción:** La especie registrada presenta frústulos en forma elíptica y los ápices redondeados. El rafe se encuentra en el centro de la célula, con dos grandes conductos alargados a cada lado.
- **Aspectos ecológicos:** Los microorganismos de este género se encuentran, principalmente, en ambientes con altas concentraciones de iones y pH alcalino (Sánchez, 2020).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** No fue detectada.



4.1.9. *Navicula* sp.

Nombre científico: : *Navicula* Bory, 1822 (Guiry W., 2021)

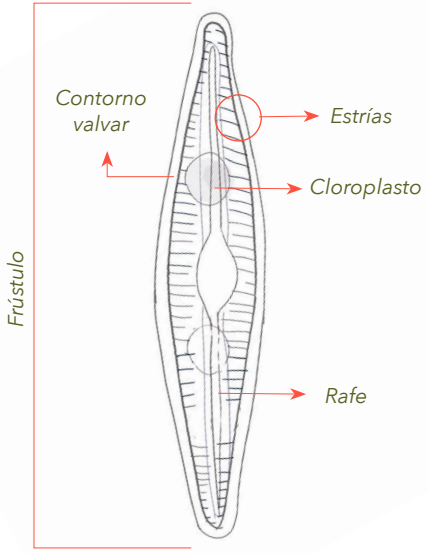
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Naviculales
Familia: Naviculaceae

- **Descripción de *Navicula* sp.1:** Las células de esta especie son solitarias, con valvas lanceoladas y estriadas transversalmente en la zona media. Los extremos de las células son acuminados y cada una posee un núcleo en el centro y dos cloroplastos. El rafe es recto.

- **Descripción de *Navicula* sp. 2:** Se trata de células solitarias con valvas lanceoladas, estriadas transversalmente en la zona media. Los extremos de la célula son redondeados, con un núcleo en el centro y dos cloroplastos. El rafe es recto.

- **Descripción de *Navicula* sp. 3:** Esta especie incluye células solitarias con valvas lanceoladas, estriadas transversalmente en la zona media. Los extremos de la célula son redondeados, con un núcleo en el centro y siete cloroplastos ubicados en toda la célula.

MORFOLOGÍA



- **Aspectos ecológicos:** Las microalgas de este género habitan en aguas limpias, pero también en aguas ligeramente contaminadas (Escobar, Terneus y Yánez, 2013). Tienen afinidad por aguas salobres, orgánicamente contaminadas, ricas en nutrientes y pobres en oxígeno (Hernández-González, 2012).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** *Navicula* sp. 1 se observó en perifiton y fitoplancton, y *Navicula* sp. 2 y sp. 3 no se registraron.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** *Navicula* sp. 1, sp. 2 y sp. 3 estuvieron presentes en el fitoplancton.

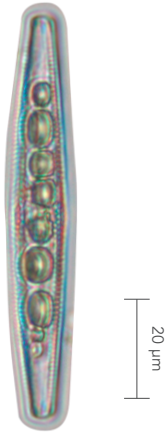
Navicula sp. 1



Navicula sp. 2



Navicula sp. 3



Fotografías tomadas por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x



Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.1.10. *Pinnularia* sp.

Nombre científico: *Pinnularia* Ehrenberg 1843, nom. et typ. Cons. (Guiry M., 2021h)

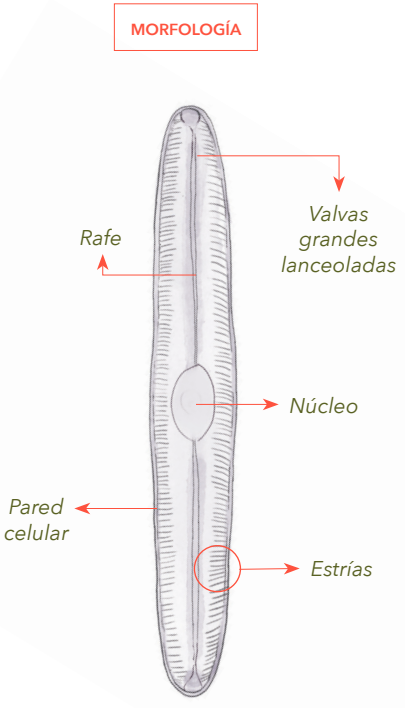
Clase: Bacillariophyceae
Orden: Naviculales
Familia: Pinnulariaceae

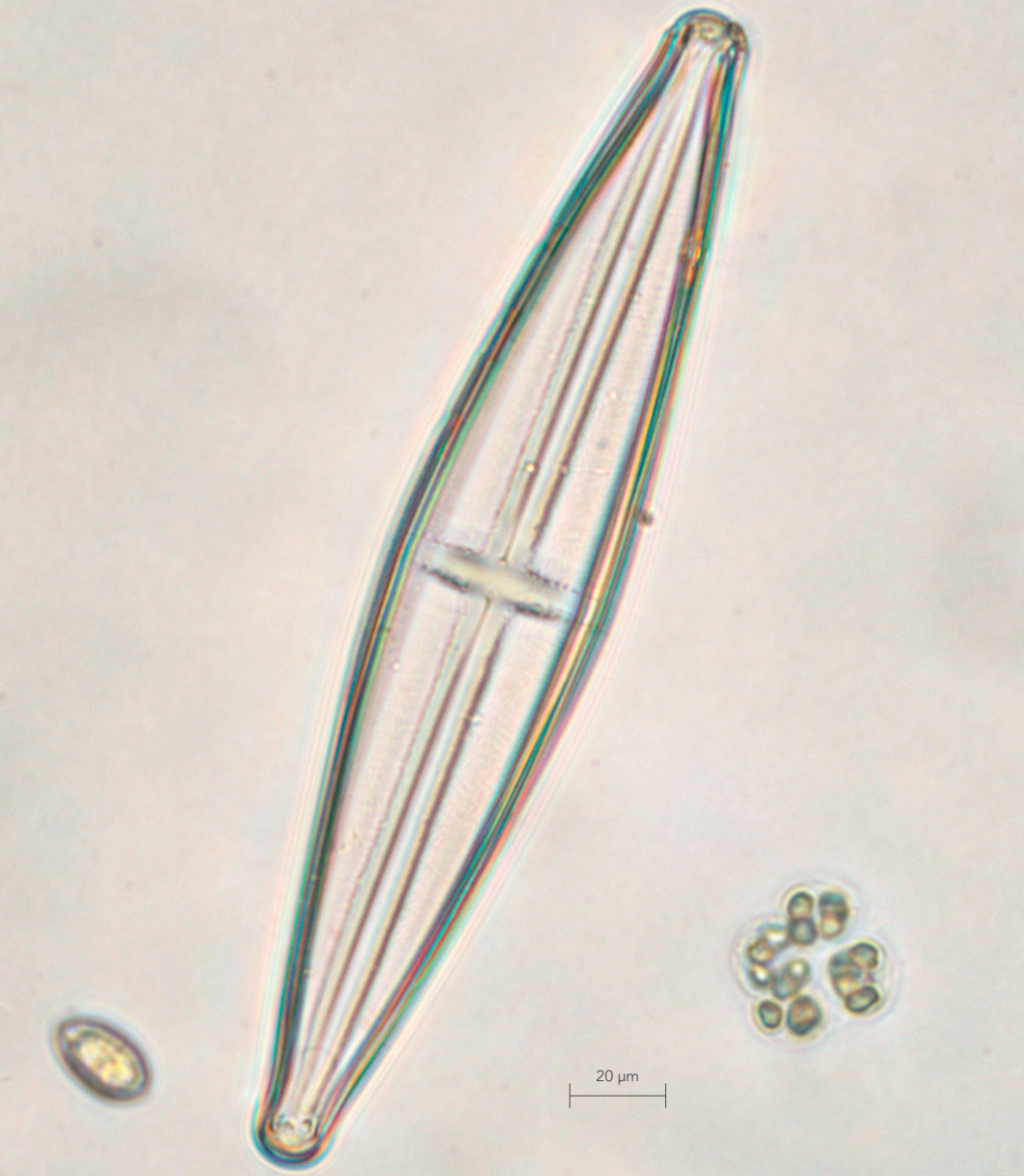
Descripción: Las valvas de estas diatomeas son alargadas, grandes y los extremos son redondeados. Las estrías son alveoladas. El rafe es lineal y presenta un área redondeada con estrías separadas entre sí dispuestas en toda la célula. Su pared celular es de sílice y es bastante dura.

Aspectos ecológicos: Los microorganismos de este género se encuentran, principalmente, en ambientes con altas concentraciones de iones y pH alcalino (Sánchez, 2020).

Comunidad microbiana en que se registra en Sucus: Perifiton.

Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes: No fue detectada.





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

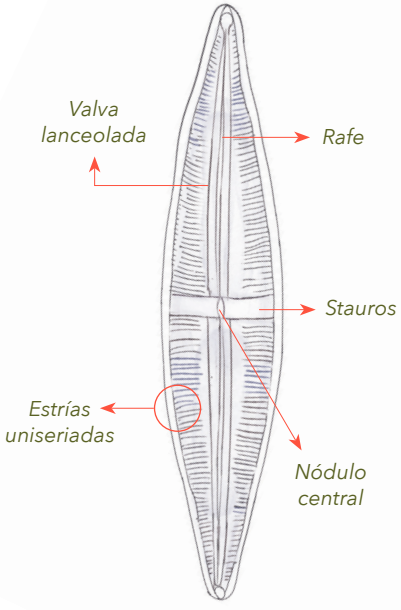
4.1.11. *Stauroneis* sp.

Nombre científico: *Stauroneis* Ehrenberg, 1843 (Guiry M., 2021i)

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Naviculales
Familia: Stauroneidaceae

- **Descripción:** Género de diatomeas que incluye células naviculares. Las valvas son lanceoladas. La fascia transversal se conoce como "stauros" y se extiende hasta los márgenes de la valva. Las estrías son uniseriadas y punteadas.
- **Aspectos ecológicos:** Estas microalgas son cosmopolitas. Se encuentran principalmente en humedales, pequeños lagos, estanques, arroyos, en suelos húmedos y musgos (Bahls, 2012). Son características de aguas oligotróficas (Joh, 2014).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton y fitoplancton..
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton y fitoplancton..

MORFOLOGÍA



4.1.12. *Tabellaria* sp.

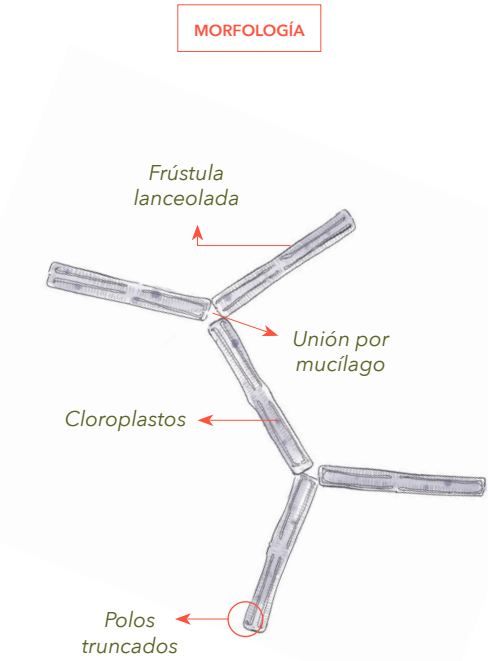
Nombre científico: : *Tabellaria* Ehrenberg ex Kützing, 1844 (Guiry M., 2021j)

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Rhabdonematales
Familia: Tabellariaceae

Descripción de *Tabellaria* sp. 1: Se trata de colonias de diatomeas unidas por protrusiones en el centro de cada valva. Las frústulas están compuestas por una pared celular de sílice. Individualmente, son estrechas, lanceoladas y tienen polos truncados. Las colonias suelen ser largas y rectas y están unidas entre sí por mucílago.

Descripción de *Tabellaria* sp. 2: Esta especie forma colonias en zigzag o estrelladas en las que las células quedan unidas entre sí desde sus ápices por mucílago. Las células poseen valvas lineares, generalmente más anchas en el centro que en los extremos.

Descripción de *Tabellaria* sp. 3: Esta diatomea se agrupa generalmente en colonias largas y rectas, rara vez forma estrellas y sus células son de forma rectangular. Las colonias están unidas entre sí por mucílago. Posee dentro del frústulo cuatro bandas abiertas con septos y una banda central que atraviesa horizontalmente a la célula.

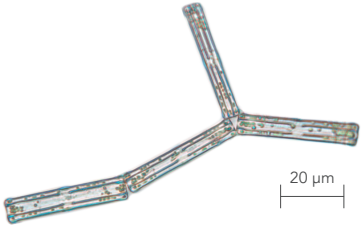


- **Aspectos ecológicos:** Es un género cosmopolita. Sus diatomeas se encuentran generalmente adheridas a rocas y vegetación en lagos y ríos (DeColibus, 2013; Heudre, Wetzel, Moreau, Vijver y Ector, 2019; Medina-Tombé, Sala, Vouilloud y Ramírez-Restrepo, 2017). Son comunes en regiones templadas a árticas y crecen en condiciones oligotróficas, con un pH ligeramente ácido (pH 0.09 – 1.17), aunque tienen amplia tolerancia al pH (Sabater, 2009; Aula de Estudio del Lago de Sanabria [AELS], 2017).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** *Tabellaria* sp. 1 se encontró en fitoplancton; *Tabellaria* sp.2 se halló en perifiton y fitoplancton y *Tabellaria* sp. 3 no fue detectada.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** *Tabellaria* sp. 1 se detectó en fitoplancton; *Tabellaria* sp. 2 apareció en perifiton y fitoplancton y *Tabellaria* sp.3, solo en perifiton.

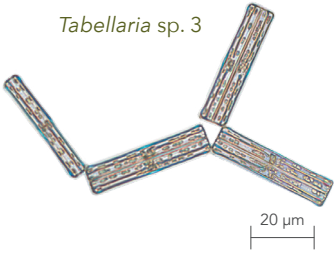
Tabellaria sp. 1



Tabellaria sp. 2



Tabellaria sp. 3



Fotografías tomadas por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x



Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.1.13. *Epithemia* sp.

Nombre científico: *Epithemia* Kützing, 1844 (Guiry M., 2021k)

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Rhopalodiales
Familia: Rhopalodiaceae

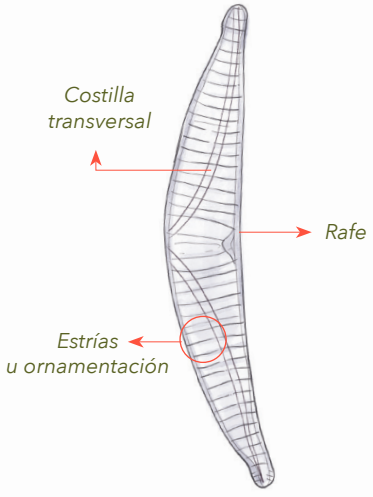
- **Descripción:** Las valvas presentan una ornamentación de costillas transversales muy marcadas y otras longitudinales menos resaltadas que, en conjunto, forman una especie de malla sobre la superficie. El rafe se sitúa a lo largo del margen ventral.

- **Aspectos ecológicos:** Es un género cosmopolita de agua dulce, léntica, alcalina y carbonatada. Incluye microalgas muy tolerantes a la alta conductividad y que, además, soportan bien la limitación de nitrógeno. Poseen cianobacterias endosimbióticas capaces de fijar el nitrógeno atmosférico (Andreote et al., 2014; Guamán y González, 2016).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton y fitoplancton.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.1.14. *Rhopalodia* sp.

Nombre científico: *Rhopalodia* O.Müller, 1895, nom. cons. (Guiry M., 2011l)

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Rhopalodiales
Familia: Rhopalodiaceae

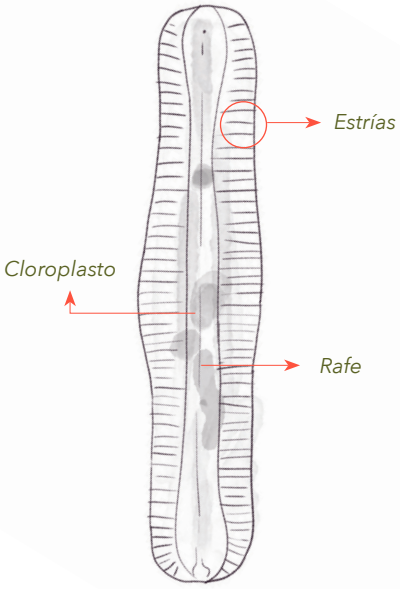
Descripción: Las valvas de las diatomeas de esta especie tienen un ensanchamiento en el centro. Las estrías son paralelas en la parte central de las valvas y se irradian en los polos. Las frústulas tienen simetría dorsiventral y poseen anchos surcos transversales ubicados en la zona central.

Aspectos ecológicos: Este género incluye especies ampliamente difundidas en aguas alcalinas, dulces y salobres. Se trata de especies beta-mesosaprobianas (De Meo et al., 2014). Crecen en hábitats pobres en nitrógeno y establecen relaciones endosimbióticas con cianobacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (Guiry M., 2021l).

Comunidad microbiana en que se registra en Sucus: Perifiton y fitoplancton.

Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes: Perifiton y fitoplancton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.1.15. *Surirella* sp.

Nombre científico: *Surirella* Turpin, 1828 (Guiry M., 2021m)

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Surirellales
Familia: Surirellaceae

Descripción: La célula de este género está conformada por valvas grandes y pesadas. La forma es lanceolada, con estrías y costillas radiales en dirección polar. Las células crecen aisladas y solas. Pueden ser pequeñas hasta muy grandes.

Aspectos ecológicos: Se trata de especies subcosmopolitas. Se encuentran en todo el mundo, pero en ambientes especializados, de agua dulce ácida, características mesotróficas y conductividad relativamente alta. Es un género euplanctónico, parte del ficoperifiton, metafiton, episamón o epitilio (Sala, Ramírez, Vouilloud y Plata, 2013).

Comunidad microbiana en que se registra en Sucus: No se detectó.

Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes: Perifiton y fitoplancton.





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

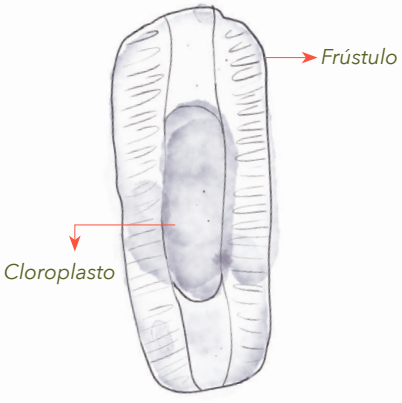
4.1.16. *Amphora* sp.

Nombre científico: *Amphora* Ehrenberg ex Kützing, 1844 (Guiry M., 2021m)

Clase: Bacillariophyceae
Orden: Thalassiophysales
Familia: Catenulaceae

- **Descripción:** El frústulo de la especie registrada está conformado por dos valvas bien delimitadas y poseen válvulas lineales con ápices redondeados. El rafe está acompañado de terminaciones centrales externas.
- **Aspectos ecológicos:** Este género de diatomea se caracteriza por incluir microorganismos fotosintéticos cosmopolitas de sistemas oligotróficos, lénticos, lóticos y de biocostras. También, se los encuentra en ecosistemas con altas concentraciones iónicas, ligeramente alcalinos, con altas concentraciones de oxígeno (Kociolek y Spaulding, 2003).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Fitoplancton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Fitoplancton.

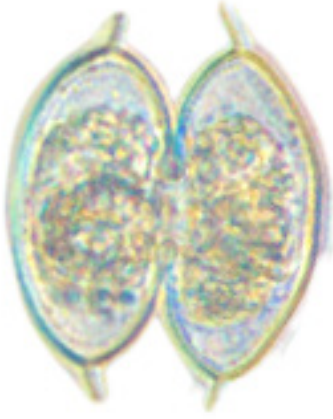
MORFOLOGÍA





4.2.

FILO CHAROPHYTA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 20x

4.2.1. *Elakatothrix gelatinosa*

Nombre científico: *Elakatothrix gelatinosa* Wille 1898 (Guiry M., 20210)

Clase: Klebsormidiophyceae
Orden: Klebsormidiales
Familia: Elakatotrichaceae

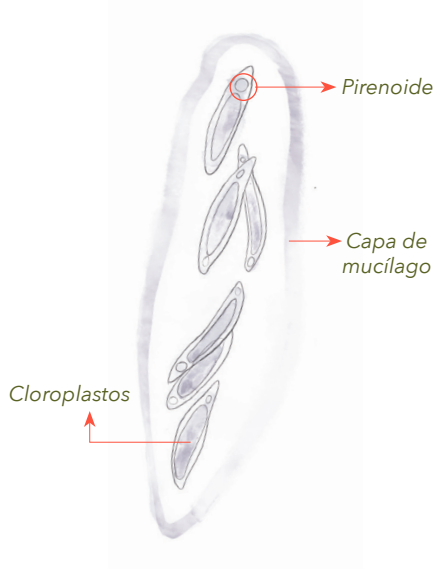
- **Descripción:** Especie colonial conformada por células individuales en forma de huso, con membrana celular delgada, transparente y que posee un cloroplasto y un pirenoide en cada una. Además, las células se ven rodeadas de una vaina mucilaginosa hialina.

- **Aspectos ecológicos:** Es una especie cosmopolita, de ecosistemas oligo a mesotróficos, que se presenta tanto en época seca como en la húmeda (Ahmad, Wanganeo y Raina, 2015). También, se puede encontrar en aguas estancadas (Comas-González, 2009).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton y fitoplancton.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton y fitoplancton.

MORFOLOGÍA



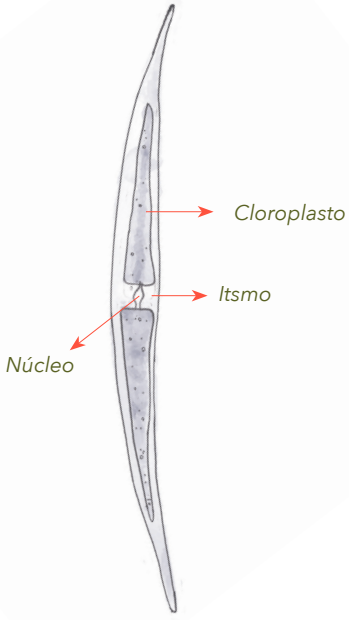
4.2.2. *Closterium* sp.

Nombre científico: : *Closterium* Nitzsch ex Ralfs, 1848 (Guiry M., 2021p)

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Desmidiales
Familia: Closteriaceae

- **Descripción de *Closterium* sp. 1:** Célula en forma de medialuna, con constricción en la parte media, que da lugar a dos cloroplastos y presenta varios pirenoides. Posee pared celular lisa.
- **Descripción de *Closterium* sp. 2:** Célula en forma de medialuna sin constricción en la parte media. Presenta cloroplastos y pirenoides.
- **Descripción de *Closterium* sp. 3:** Célula en forma de medialuna sin constricción en la parte media de la célula. Tiene cloroplastos y pirenoides muy conspicuos.
- **Descripción de *Closterium* sp. 4:** Célula en forma de medialuna, un poco abultada en la parte media. Célula fina, ligeramente recurvada en los extremos, sin espinas. Los extremos son redondeados.
- **Descripción de *Closterium* sp. 5:** Célula en forma de medialuna con constricción en la parte media. Tiene varios gránulos y sus bordes son redondeados.

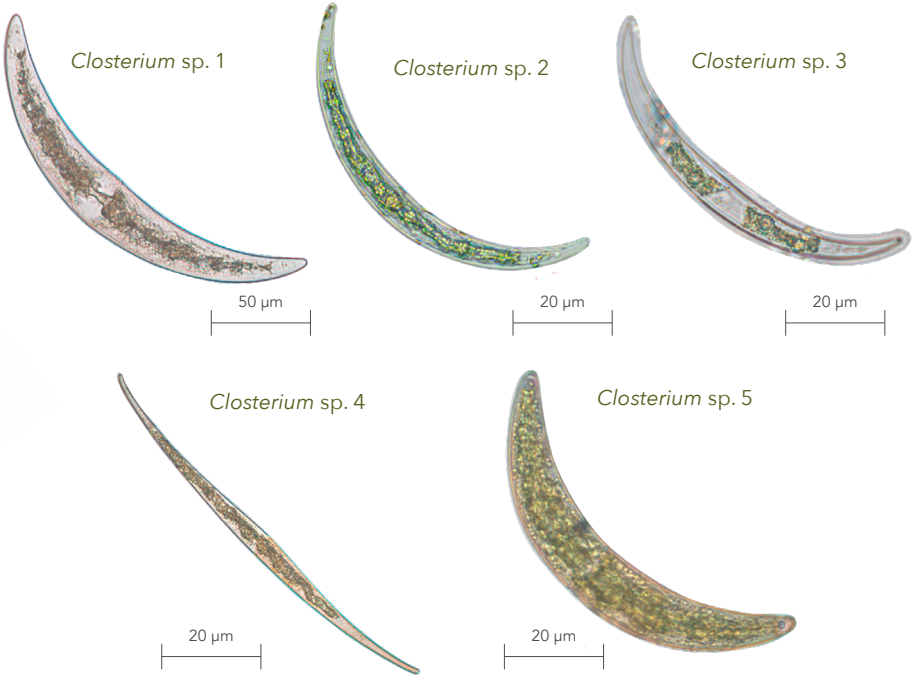
MORFOLOGÍA



- **Aspectos ecológicos:** Es un género cosmopolita de sistemas de agua dulce. Es bioindicador de sistemas oligotróficos y oligo-mesotróficos. Es muy tolerante a la eutrofización. Habita en aguas pobres en nutrientes, ricas en calcio, ligeramente ácidas y de baja alcalinidad (Pulido-López y Pinilla-Agudelo, 2017; Gómez- Luna, 2007).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** *Closterium* sp. 2 y sp. 3 se observaron en perifiton, y no se detectaron *Closterium* sp.1, sp. 4 ni sp. 5.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** *Closterium* sp. 1 estuvo presente en perifiton y fitoplancton, *Closterium* sp. 4 y sp. 5 formaron parte del perifiton, y *Closterium* sp. 2 y sp. 3 no se detectaron.



Fotografías tomadas por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x



Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 20x

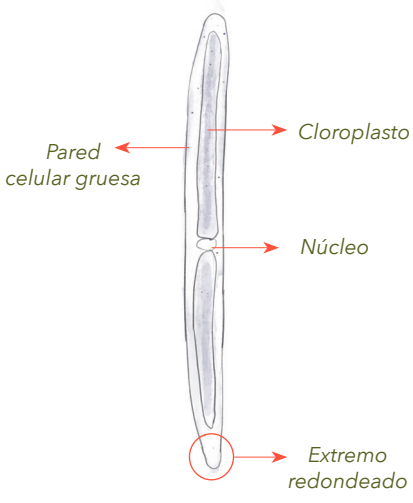
4.2.3. *Closterium acerosum*

Nombre científico: *Closterium acerosum* Ehrenberg ex Ralfs 1848 (Guiry M., 2021q)

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Desmidiales
Familia: Closteriaceae

- **Descripción:** Célula en forma de medialuna abierta, con los extremos redondeados y robustos. Tiene una pared celular lisa y puede ser de color marrón o transparente.
- **Aspectos ecológicos:** Es una especie cosmopolita, considerada como bioindicadora de aguas eutróficas. Tiene preferencia por las aguas neutras o alcalinas, ricas en nutrientes y bajas en minerales (Burgos-Romero, 2010).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

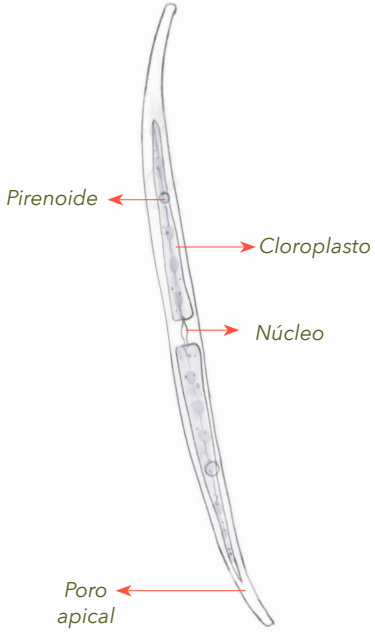
4.2.4. *Closterium gracile*

Nombre científico: *Closterium gracile* Brébisson ex Ralfs 1848 (Guiry M., 2021r)

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Desmidiales
Familia: Closteriaceae

- **Descripción:** Célula recta, un poco curva en los extremos. Es fina y no tiene espinas. Los extremos de la célula son redondeados y sus ápices tienen un poro terminal. Tiene una pared celular lisa.
- **Aspectos ecológicos:** Es una especie cosmopolita. Se la encuentra generalmente en lagos y es considerada como bioindicador de aguas eutróficas (Coesel y Meesters, 2017). Tiene preferencia por aguas neutras o alcalinas, ricas en nutrientes y bajas en minerales (Burgos-Romero, 2010).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

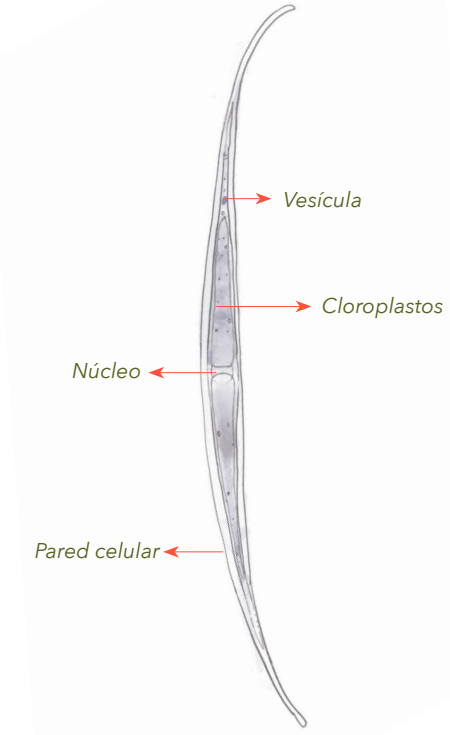
4.2.5. *Closterium kuetzingii*

Nombre científico: *Closterium kuetzingii* Brébisson 1856 (Guiry M., 2021s)

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Desmidiales
Familia: Closteriaceae

- **Descripción:** Célula grande, alargada, fusiforme, con los extremos levemente acuminados. Carece de istmo y tiene dos cloroplastos axiales y varios pirenoides.
- **Aspectos ecológicos:** Esta especie suele vivir en el plancton de forma epífita y libre en lagos y lagunas de montaña (Montoya, 1974).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton y fitoplancton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** No se detectó.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.2.6. *Actinotaenium* sp.

Nombre científico: *Actinotaenium* (Nägeli) Teiling, 1954 (Guiry M., 2021t)

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Desmidiales
Familia: Desmidiaceae

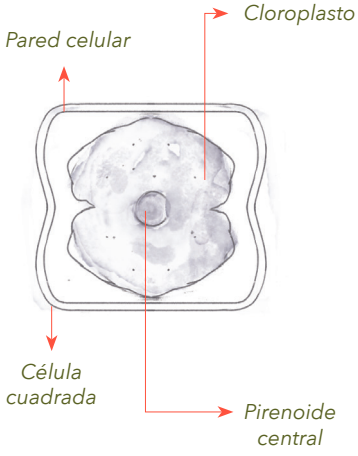
- **Descripción:** Célula cuadrada solitaria, con extremos redondeados y una contrición profunda, donde las paredes se superponen. La pared celular es lisa, tiene un solo cloroplasto con un pirenoide central.

- **Aspectos ecológicos:** Son microalgas cosmopolitas de agua dulce oligotrófica, con pH ácido. También, se las ha registrado asociadas a la vegetación de estanques con sequía (Šťastný y Kouwets, 2012).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Fitoplancton.

MORFOLOGÍA



4.2.7. *Cosmarium* sp.

Nombre científico: : *Cosmarium* Corda ex Ralfs, 1848 (Guiry M., 2021u)

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Desmidiales
Familia: Closteriaceae

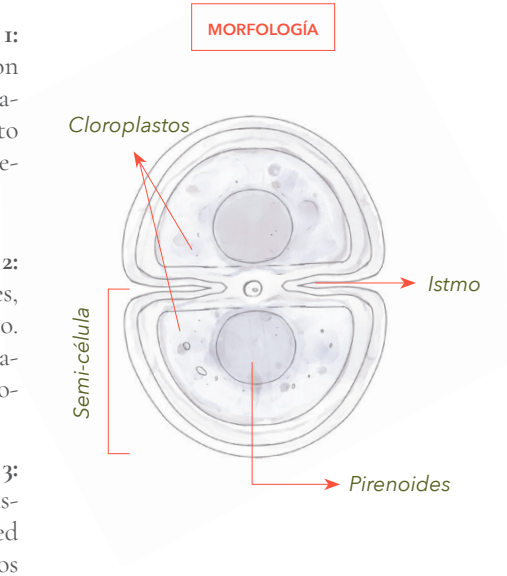
Descripción de *Cosmarium* sp. 1: Presenta dos semicélulas ovaladas con constricción central pronunciada. La pared celular es lisa y tiene un cloroplasto en cada semicélula que contiene, además, algunos pirenoides.

Descripción de *Cosmarium* sp. 2: Presenta dos semi células reniformes, con constricción profunda en el centro. La pared celular posee gránulos, es hialina y cada semicélula contiene un cloroplasto.

Descripción de *Cosmarium* sp. 3: Semicélulas solitarias con una constricción central pronunciada. La pared celular tiene verrugas. Presenta varios gránulos.

Descripción de *Cosmarium* sp. 4: Reúne organismos unicelulares caracterizados por la presencia de dos semicélulas unidas por un istmo. Esta especie está cubierta de espinas y tiene un cloroplasto bien definido.

Descripción de *Cosmarium* sp. 5: Se trata de células solitarias con una constricción central pronunciada. La pared celular tiene pequeñas aristas espinosas. Presenta varios gránulos.



Descripción de *Cosmarium* sp. 6: Microalga unicelular con una constricción pronunciada. Tiene forma ovoide. La pared celular tiene pequeñas verrugas en el borde. Tiene cuatro cavidades y el núcleo en la mitad.

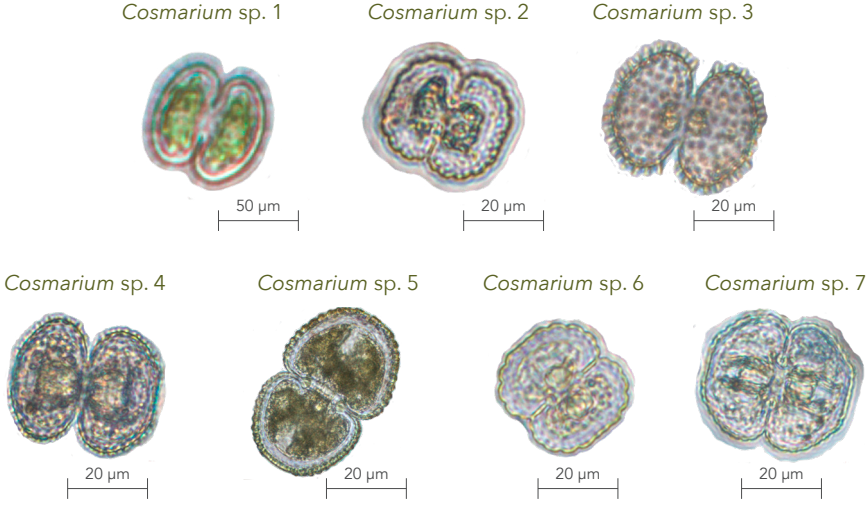
Descripción de *Cosmarium* sp. 7: Microalga unicelular con una constricción pronunciada. Tiene forma ovoide. La pared celular tiene pequeñas verrugas en el borde. Tiene cuatro cavidades y el núcleo en la mitad.

Descripción de *Cosmarium* sp. 8: Células solitarias con una constricción central pronunciada. La pared celular tiene verrugas. Presenta varios gránulos.

Aspectos ecológicos: Se trata de un género cosmopolita que se desarrolla en agua dulce, transparente, léntica, donde existan sustancias húmicas y orgánicas disueltas, generalmente en el perifiton de ríos aportantes (Montoya-Moreno, Aguirre y Cano, 2013; Samiksha, 2021), bajo pH ácido (0.02 – 2.6). Además, se ha registrado este género en sistemas acuáticos oligotróficos y eutróficos (Biggs y Kilroy, 2010) y en hábitats subaéreos (Gerrath, 2003).

Comunidad microbiana en que se registra en Sucus: *Cosmarium* sp. 1 y sp. 2 se registraron en fitoplancton; *Cosmarium* sp. 3, sp. 6, sp. 7 y sp. 8 se detectaron en perifiton; y no se evidenciaron *Cosmarium* sp. 5 y sp. 6.

Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes: *Cosmarium* sp. 4, sp. 5 y sp. 6 se encontraron en el perifiton; y *Cosmarium* sp. 1, sp. 2 y sp. 3 no se detectaron.



Fotografías tomadas por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x (20 µm) y 40x /50 µm)



Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.2.8. *Hyalotheca* sp.

Nombre científico: *Hyalotheca* Ehrenberg ex Ralfs, 1848 (Guiry M., 2021v)

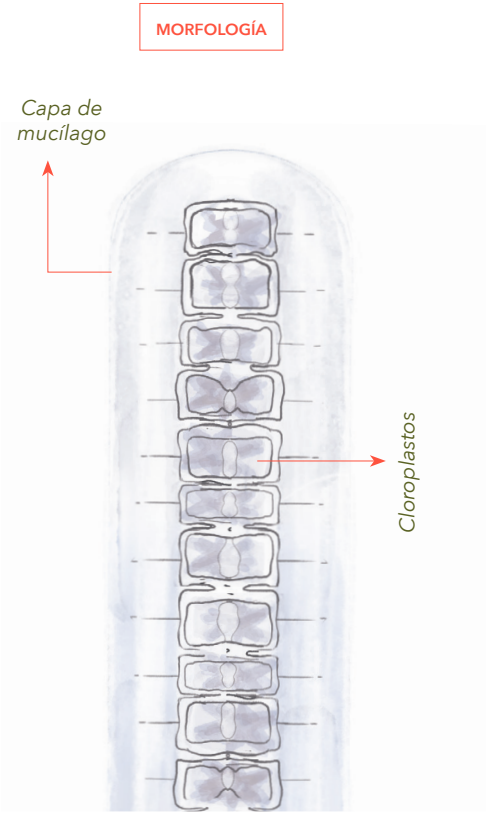
Clase: Zygnematophyceae
Orden: Desmidiales
Familia: Desmidiaceae

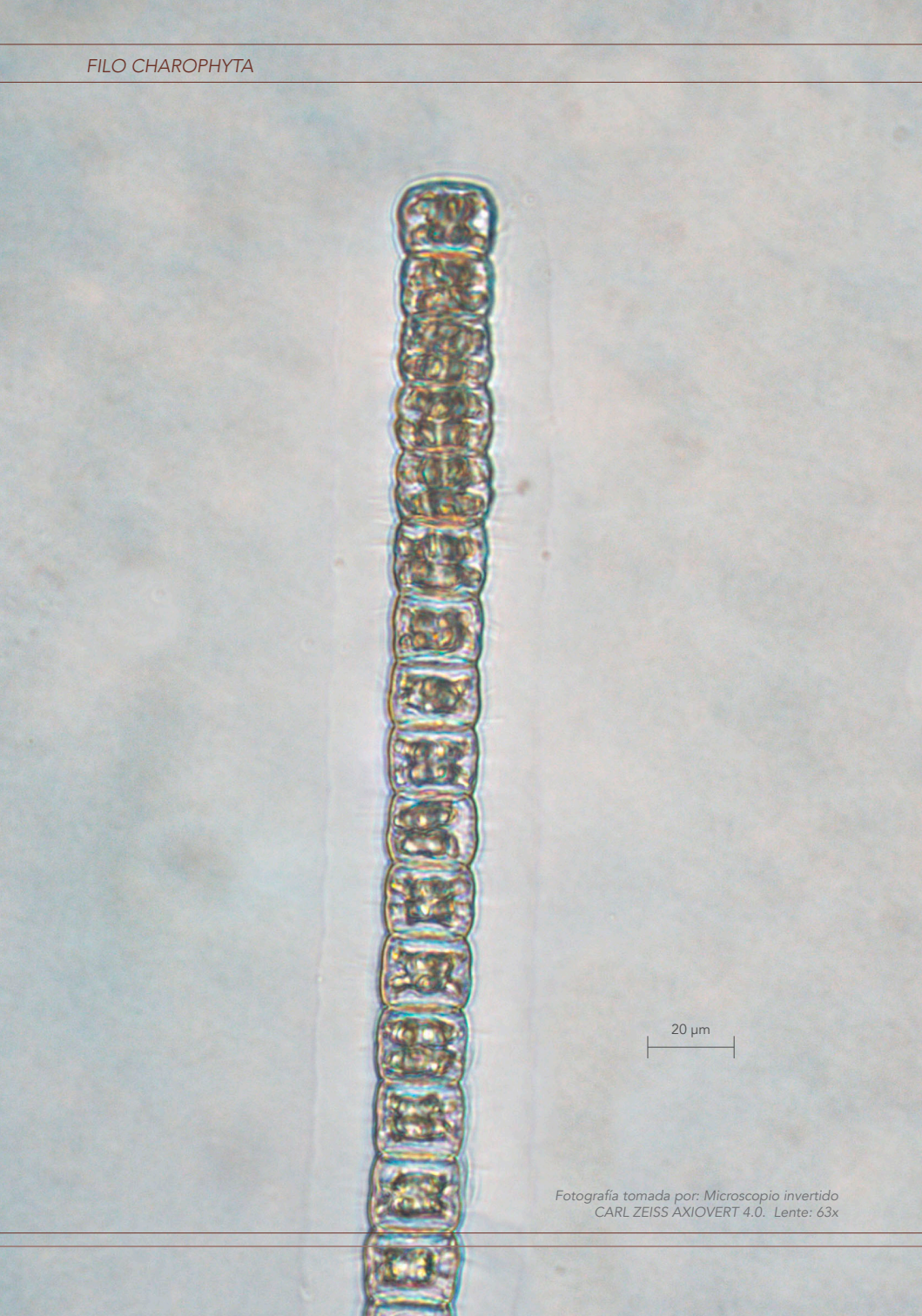
Descripción: Esta microalga se caracteriza por poseer células cilíndricas vistas verticalmente y rectangulares vistas transversalmente. Están unidas en filamentos largos. Cada célula presenta dos cloroplastos con un pirenoide transparente que rodea al núcleo. Todo el filamento se encuentra cubierto por una vaina mucilaginosa hialina que facilita su dispersión.

Aspectos ecológicos: Esta microalga cosmopolita habita generalmente en lagos oligotróficos. También, se ha llegado a registrar en ambientes eutróficos como pantanos y estanques (Hall, McCourt y Delwiche,2008; Guiry M., 2021v).

Comunidad microbiana en que se registra en Sucus: Perifiton y fitoplancton.

Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes: No se detectó.





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.2.9. *Hyalotheca dissiliens*

Nombre científico: *Hyalotheca dissiliens* Brébisson ex Ralfs 1848 (Guiry M., 2021w)

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Desmidiales
Familia: Desmidiaceae

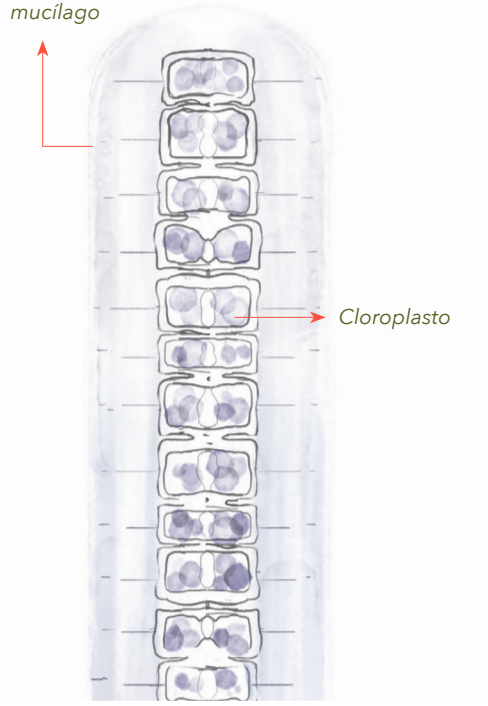
- **Descripción:** Especie caracterizada por semicélulas circulares vistas verticalmente y rectangulares vistas transversalmente, que están unidas en filamentos largos. La colonia se encuentra cubierta por una gruesa capa de mucílago.

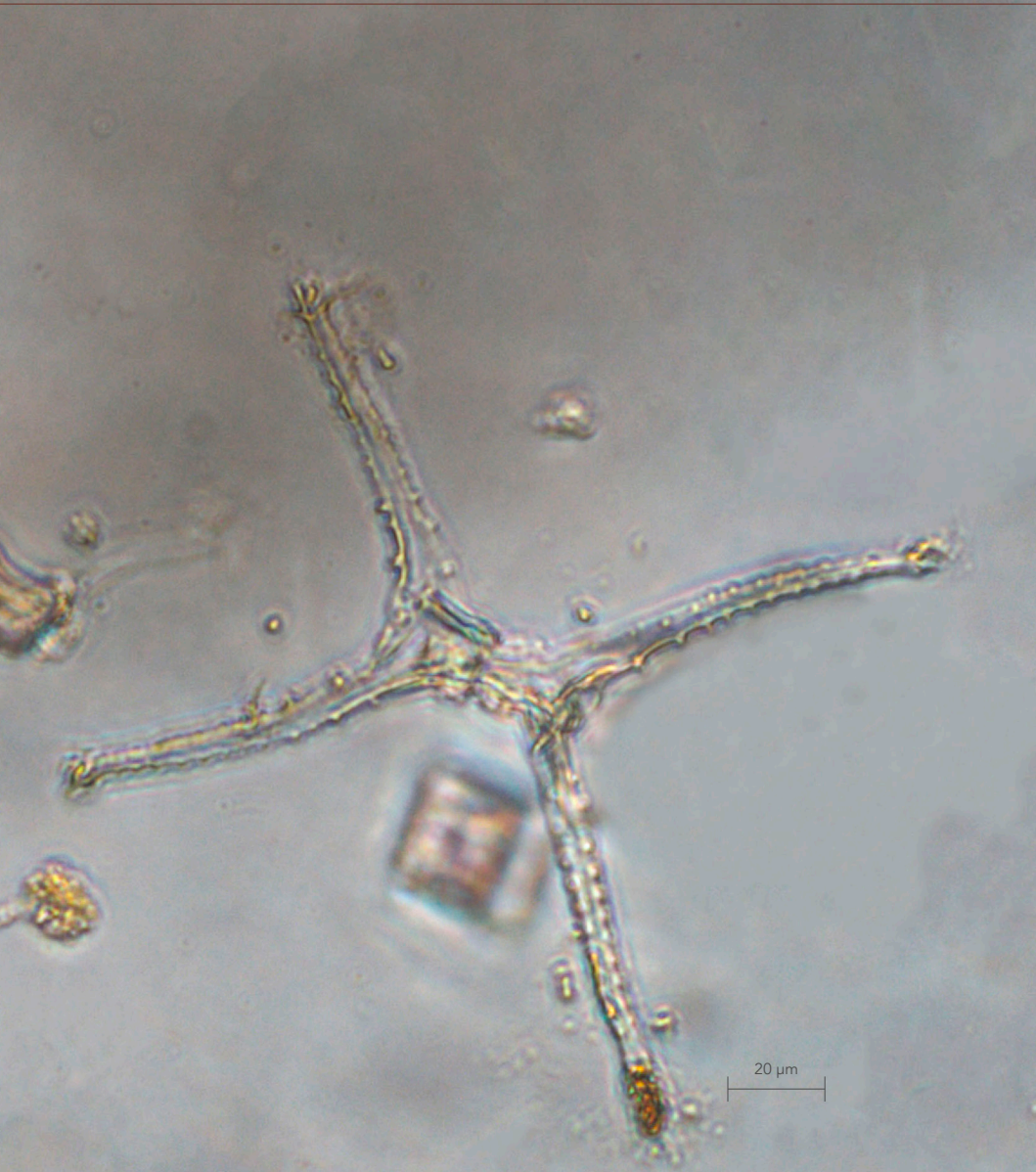
- **Aspectos ecológicos:** Esta especie reúne microalgas cosmopolitas. Habitan generalmente en lagos, estanques, pantanos y arroyos ácidos oligotróficos e, incluso, se ha registrado su presencia en pantanos (Hall, McCourt y Delwiche, 2008; Guiry M., 2021w).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton y fitoplancton.

MORFOLOGÍA



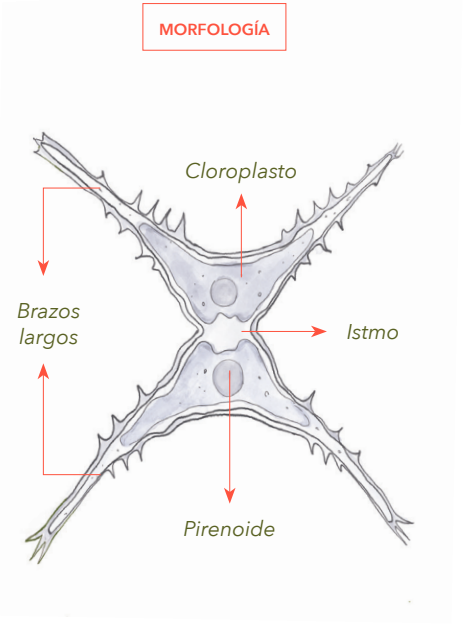


Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

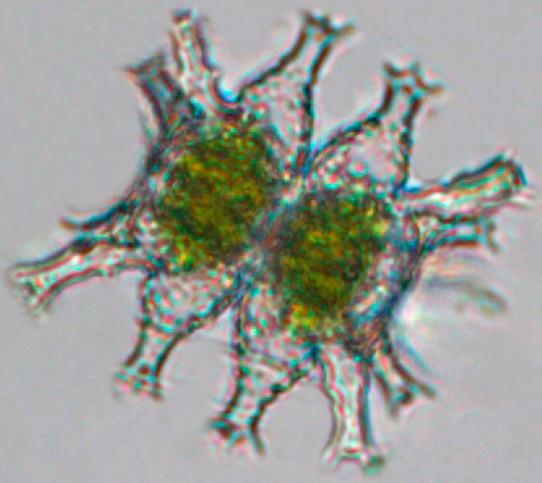
4.2.10. *Staurastrum chaetoceras*

Nombre científico: *Staurastrum chaetoceras* (Schröder) G.M.Smith 1924 (Guiry M., 2021x)

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Desmidiales
Familia: Desmidiaceae



- **Descripción:** El tamaño de los brazos en esta especie puede variar en función de la profundidad a la que se haya tomado la muestra. A mayor profundidad, mayor será el tamaño de los brazos y a menor profundidad serán más cortos.
- **Aspectos ecológicos:** Es una especie común en aguas eutróficas y alcalinas (Coesel y Meesters, 2002).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton.



Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 40x

4.2.11. *Staurastrum tohopekaligense*

Nombre científico: *Staurastrum tohopekaligense* Wolle 1885 (Guiry M., 2021y)

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Desmidiales
Familia: Desmidiaceae

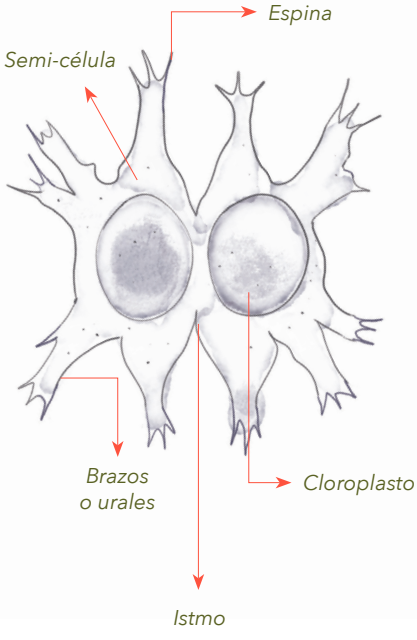
- **Descripción:** Especie conformada por dos semicélulas ovaladas lisas con un cloroplasto en cada una. Con brazos lisos del mismo tamaño, estos se abren en los ápices y, generalmente, en tres pequeñas espinas. Además, posee de 9-12 urales o prolongaciones que salen de las semicélulas.

- **Aspectos ecológicos:** Esta especie habita en el perifiton y en el plancton de sistemas de agua dulce como lagunas y lagos (Bicudo, Godinho y Oliveira, 2007).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton y fitoplancton.

MORFOLOGÍA





20 µm

Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

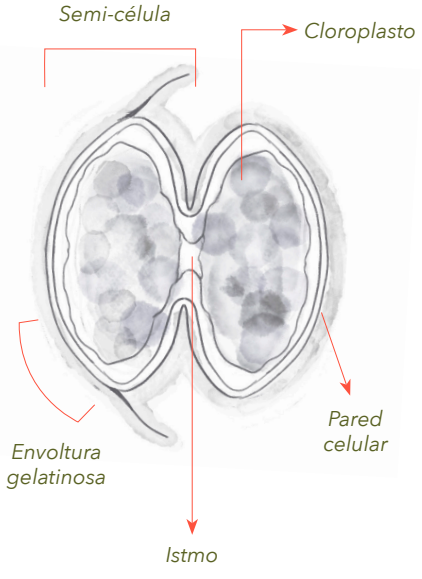
4.2.12. *Staurodesmus* sp.

Nombre científico: *Staurodesmus* Teiling 1948 (Guiry M., 2021z)

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Desmidiales
Familia: Desmidiaceae

- **Descripción:** Es un género conformado por dos semicélulas con forma ovalada, cuyos extremos redondos terminan en espinas alternas. Presenta un istmo central y un cloroplasto que ocupa gran parte de cada semicélula.
- **Aspectos ecológicos:** Se trata de microalgas de agua dulce estancada oligotrófica o mesotrófica con un pH ácido (3.5 – 5.4) (Gontcharov, 2008; Mazalová y Poulíèková, 2008).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Fitoplancton.

MORFOLOGÍA





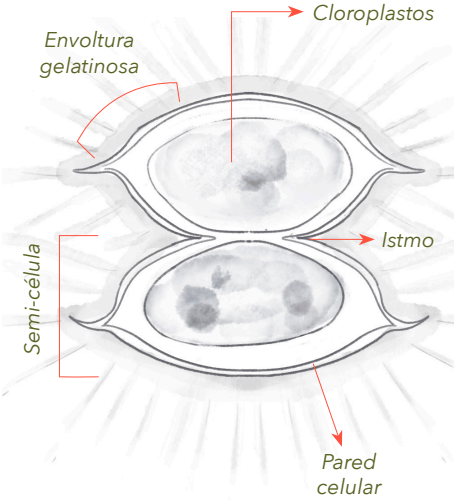
Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.2.13. *Staurodesmus convergens*

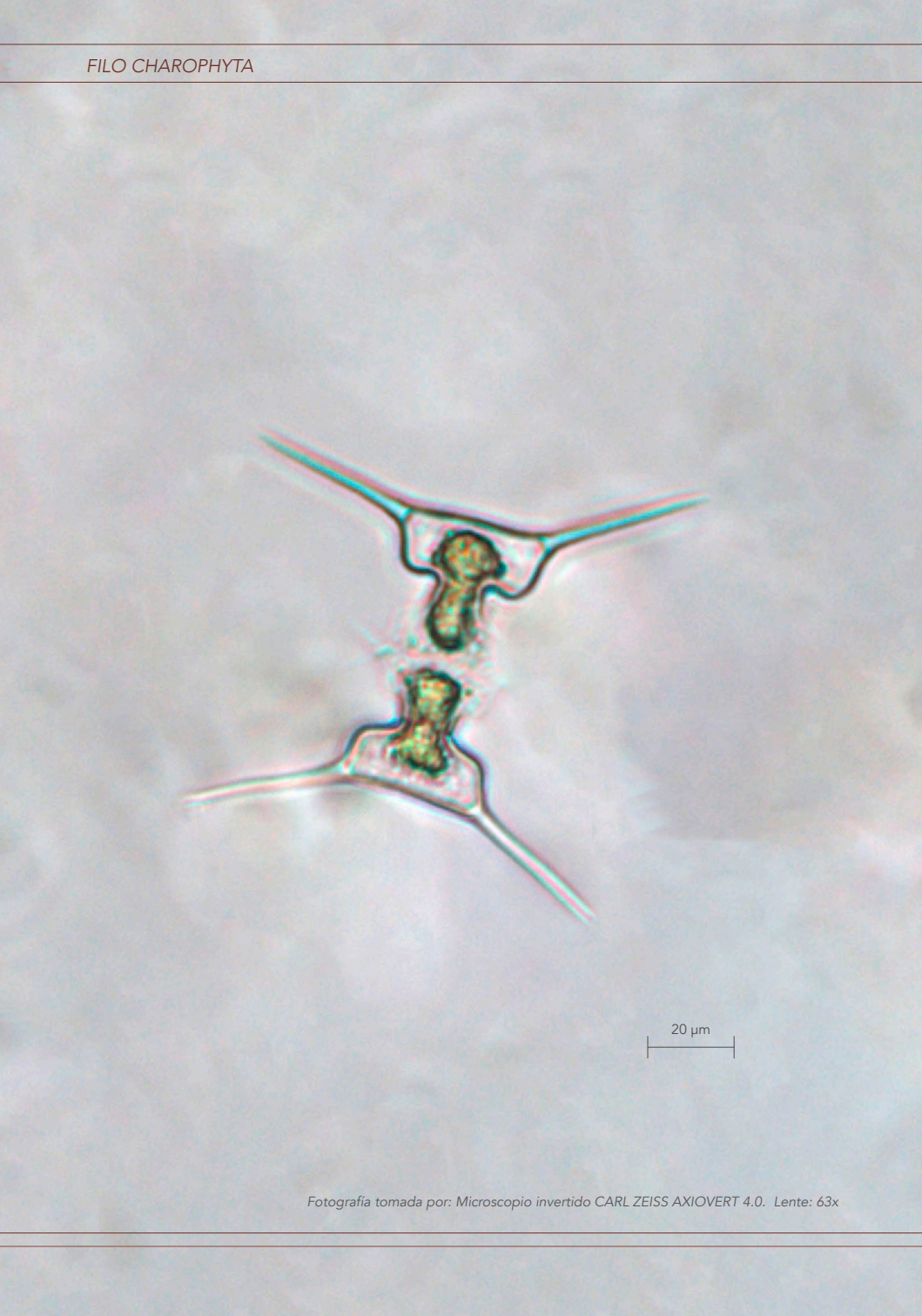
Nombre científico: *Staurodesmus convergens* (Ehrenberg ex Ralfs) S.Lillieroth 1950 *(Guiry M., 2021aa)*

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Desmidiales
Familia: Desmidiaceae

MORFOLOGÍA



- **Descripción:** Esta especie está conformada por dos semicélulas divididas por una constricción profunda y que tienen forma elíptica cubierta con espinas. La pared celular es lisa. Tiene cloroplastos y pirenoides.
- **Aspectos ecológicos:** Las microalgas de esta especie son cosmopolitas. Habitan en lagos de agua dulce planctónica y béntica, principalmente, en lagos y lagunas con agua limpia, pero también se las halla en agua estancada (Guamán y González, 2016).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton y fitoplancton.



Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

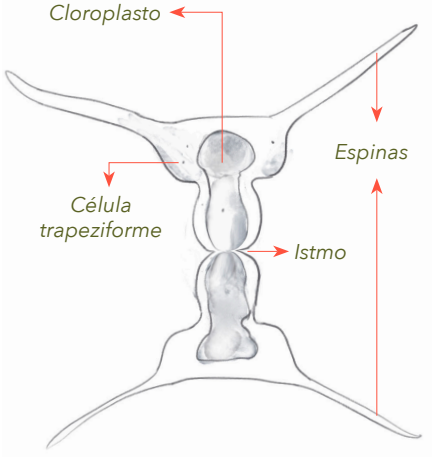
4.2.14. *Staurodesmus extensus*

Nombre científico: *Staurodesmus extensus* (O.F.Andersson) Teiling 1948 (Guiry M., 2021ab)

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Desmidiales
Familia: Desmidiaceae

- **Descripción:** Esta especie presenta dos semicélulas trapeziformes, cuyos extremos terminan en espinas de longitud variable. Presenta un istmo alargado y un cloroplasto en el centro de la semicélula.
- **Aspectos ecológicos:** Se trata de una especie de agua dulce estancada oligotrófica o mesotrófica con un pH ácido (3.5 – 5.4) (Hall, McCourt y Delwiche, 2008; Mazalová y Poulíèková, 2008).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó..
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton y fitoplancton.

MORFOLOGÍA





20 µm

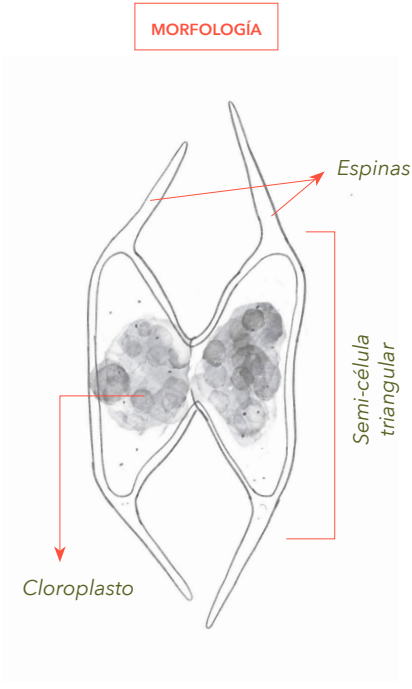
Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.2.15. *Staurodesmus glaber*

Nombre científico: *Staurodesmus glaber* (Ralfs) Teiling 1948 (Guiry M., 2021ac)

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Desmidiales
Familia: Desmidiaceae

- **Descripción:** Es una especie con dos semicélulas de forma triangular, con espinas convergentes robustas, que sobresalen desde los ángulos apicales. Las zigosporas son globosas y poseen espinas delgadas y rectas.
- **Aspectos ecológicos:** Es una especie característica de cuerpos de agua ácidos u oligo-mesotróficos (Shakhmatov y Pavlovskiy, 2019).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton y fitoplancton.





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

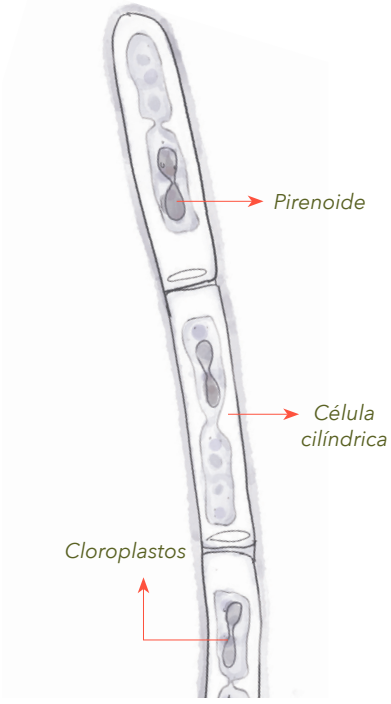
4.2.16. *Mougeotia* sp.

Nombre científico: *Mougeotia* C.Agardh, 1824, nom. cons. (Guiry M., 2021ad)

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Zygnematales
Familia: Zygnemataceae

- **Descripción:** Se trata de filamentos de microalgas finas y alargadas, constituidos por células cilíndricas y una capa de mucílago exterior. Los cloroplastos y pirenoides se ubican dentro de cada célula en posición central.
- **Aspectos ecológicos:** Es un género estacional que se encuentra en ríos y arroyos de agua alcalina como parte del metafiton. Prefiere ambientes donde exista tendencia a la mesotrofía (López-Sáez et al., 2005; Skinner y Entwisle, 2015).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton y fitoplancton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** No se detectó.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 20x

4.2.17. *Spirogyra* sp.

Nombre científico: *Spirogyra* Link, 1820, nom. cons. (Guiry M., 2021ae)

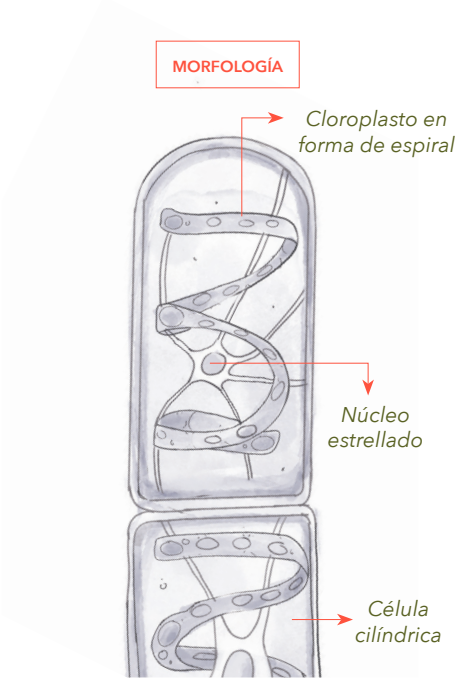
Clase: Zygnematophyceae
Orden: Zygnematales
Familia: Zygnemataceae

- **Descripción:** Este género agrupa microalgas verdes filamentosas con células cilíndricas sin septos ni poros en la pared celular. Cada célula tiene una gran vacuola central y cloroplastos espirales con varios pirenoides.

- **Aspectos ecológicos:** Se trata de un género estacional que crece en aguas eutróficas y betamesosapróbicas, generalmente, en estanques y arroyos (Comas, Moreira, León, Uriza y García, 2009). Su crecimiento se ve favorecido en alta temperatura (Pereira y Parra, 1965). Presenta un enorme potencial bioindicador de los plaguicidas organofosforados Malatión, Curacrón y Acefato (González-García et al., 2019).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton y fitoplancton.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton.





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

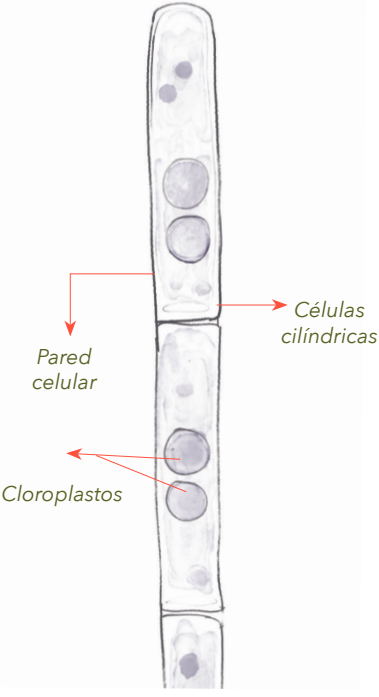
4.2.18. *Zygnema* sp.

Nombre científico: *Zygnema* C.Agardh, 1817, nom. et typ. cons. (Guiry, 2021af)

Clase: Zygnematophyceae
Orden: Zygnematales
Familia: Zygnemataceae

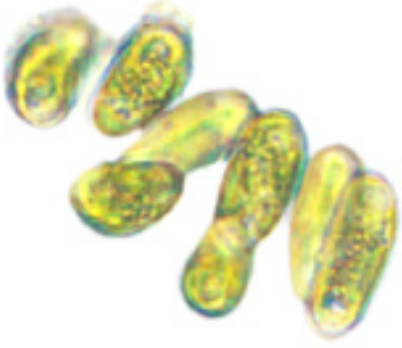
- **Descripción:** Este género posee dos cloroplastos por célula. Para determinar la especie, se deben tomar en cuenta: forma, tamaño y características de las zigosporas producidas.
- **Aspectos ecológicos:** Es un género cosmopolita. Se lo encuentra generalmente en agua dulce. Capas gruesas de *Zygnema* pueden indicar que el cuerpo de agua tiene muchos nitratos y fosfatos provenientes de tierras de cultivo cercanas.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton.

MORFOLOGÍA



4.3.

FILO CHLOROPHYTA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 20x

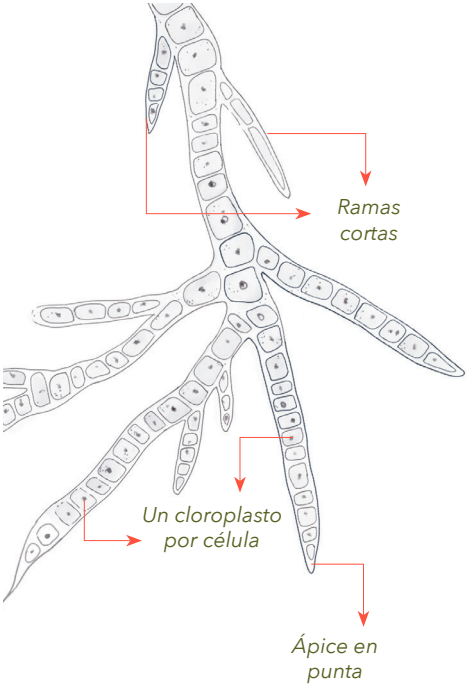
4.3.1. *Stigeoclonium* sp.

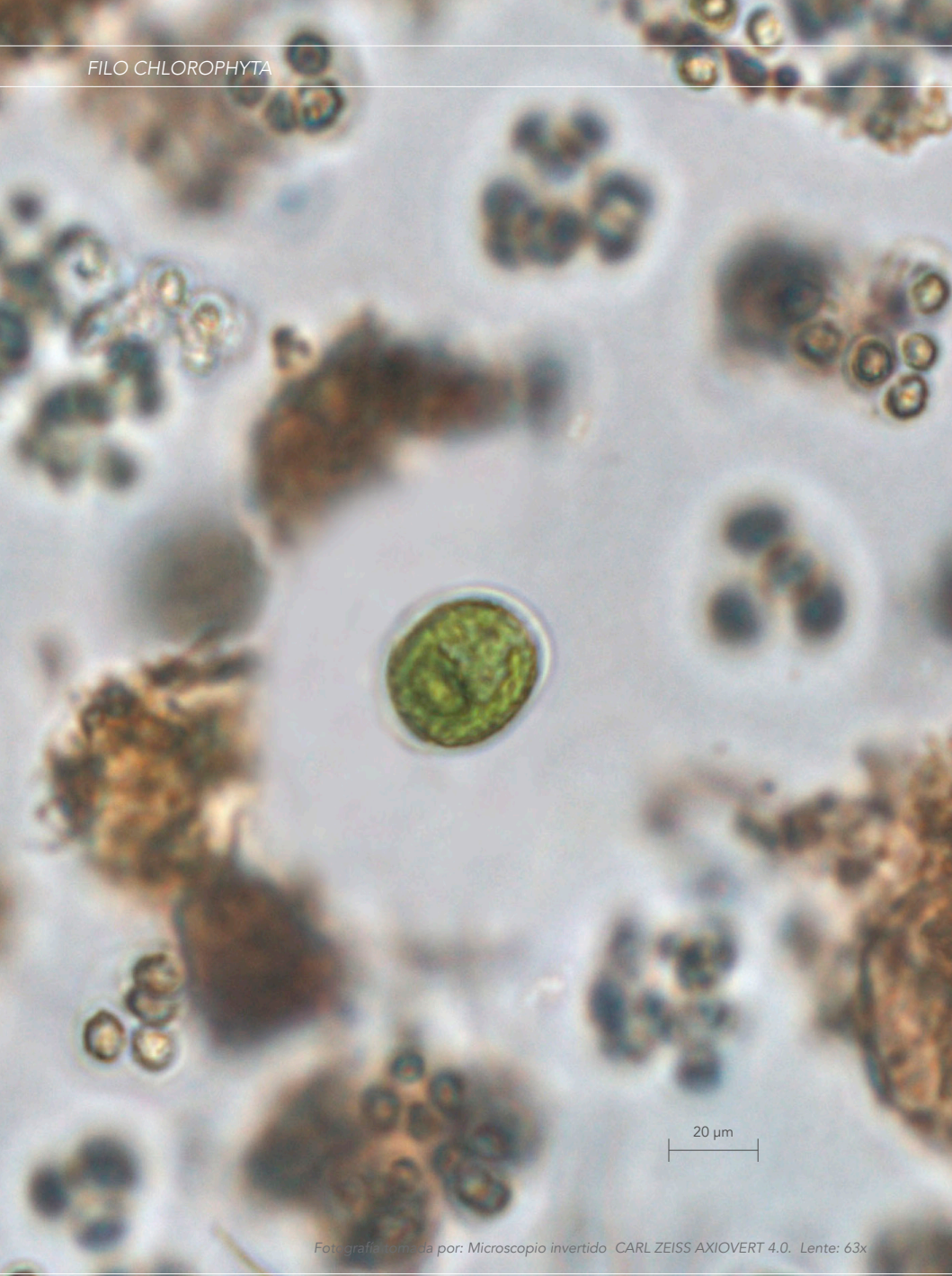
Nombre científico: *Stigeoclonium* Kützing, 1843, nom. cons. (Guiry, 2021ag)

Clase: Chlorophyceae
Orden: Chaetophorales
Familia: Chaetophoraceae

MORFOLOGÍA

- **Descripción:** Los filamentos de *Stigeoclonium* suelen ser ramificados y tienen ramas cortas. Las ramas laterales terminan en un ápice en punta. Cada célula posee un solo cloroplasto.
- **Aspectos ecológicos:** Se trata de un género cosmopolita, común en aguas dulces, tanto lóticas como lénticas. Se lo puede encontrar de manera libre, flotando por el cuerpo de agua, pero generalmente están unidas a otras plantas o a algún sedimento (John, Whitton y Brook, 2002).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton.





Fotografiado por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

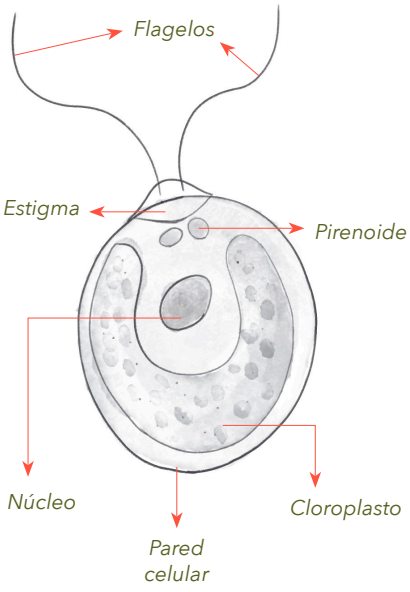
4.3.2. *Chlamydomonas* sp.

Nombre científico: *Chlamydomonas* Ehrenberg, 1833, nom. cons. (Guiry M., 2021ah)

Clase: Chlorophyceae
Orden: Chlamydomonadales
Familia: Chlamydomonadaceae

- **Descripción:** Es un género unicelular, de forma oval y con un cloroplasto que ocupa gran parte de la célula. Cada célula posee uno o varios pirenoides, un estigma, un par de flagelos y un núcleo.
- **Aspectos ecológicos:** Se trata de un género cosmopolita. Se localiza en agua estancada, suelo húmedo y crece de forma epífita sobre plantas de agua dulce. También, se lo puede encontrar en agua de mar, nieve e, incluso, en condiciones de oscuridad (Guamán y González, 2016; Kukwa y Chetty, 2020).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

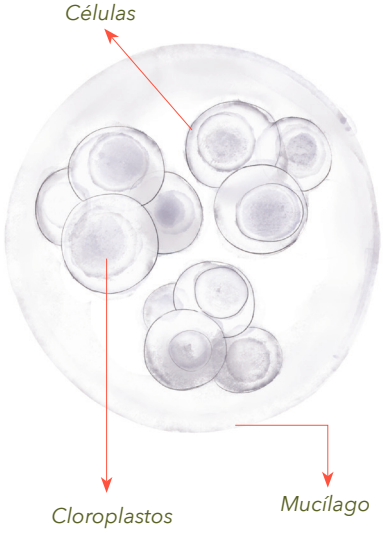
4.3.3. *Sphaerocystis* sp.

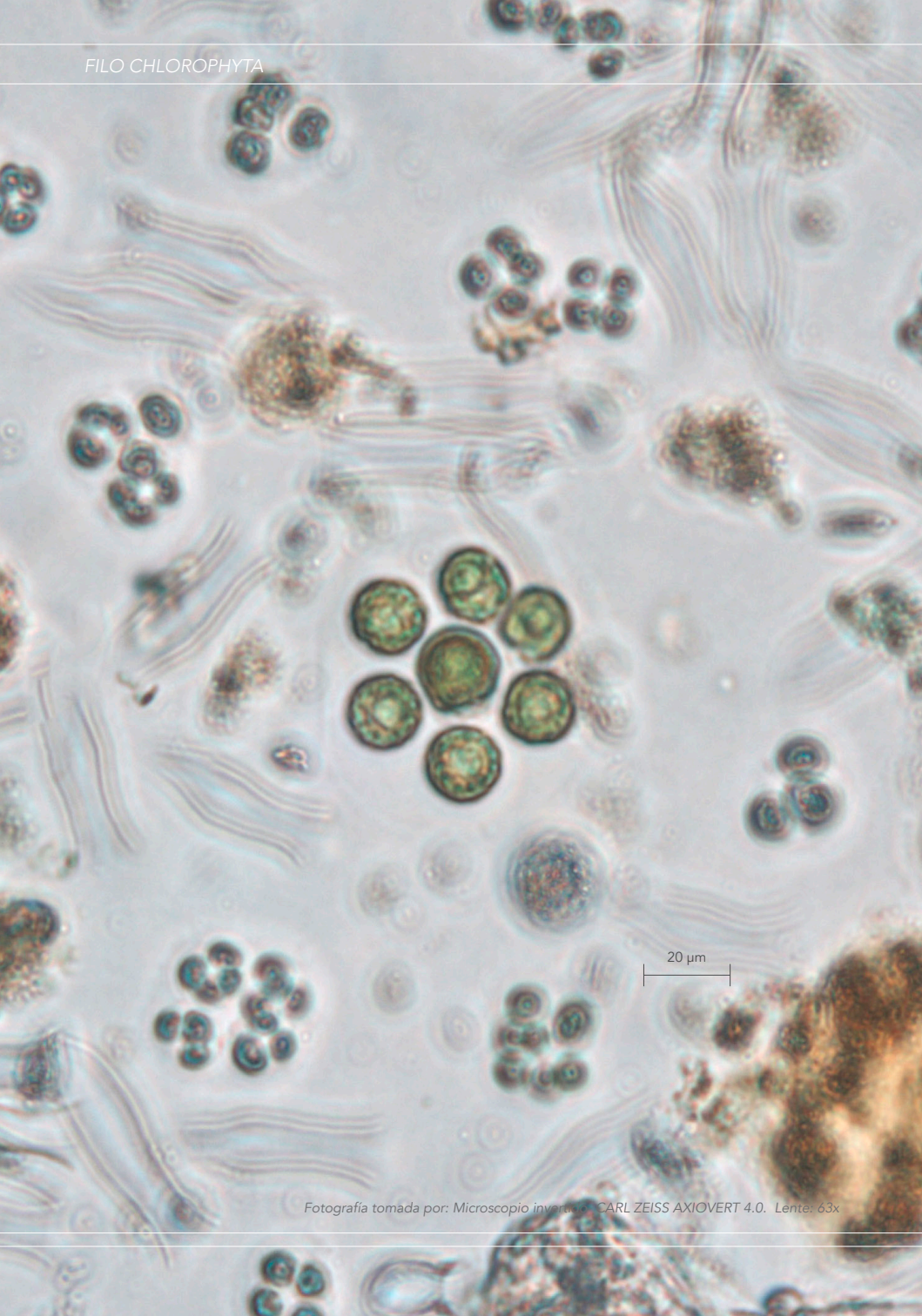
Nombre científico: *Sphaerocystis* Chodat, 1897 (Guiry G., 2021b)

Clase: Chlorophyceae
Orden: Chlamydomonadales
Familia: Sphaerocystidaceae

- **Descripción:** En este género, las células tienen forma esférica o globosa y están distribuidas irregularmente en grupos de dos o cuatro, formando tetraedros regulares. Las células pueden agruparse y estar cubiertas de mucílago.
- **Aspectos ecológicos:** Se trata de especies planctónicas de agua dulce y agua salada (Guiry G., 2021b). También, son frecuentes en aguas con baja temperatura e hipersalinas (Carvajal et al., 2013).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton y fitoplancton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** No se detectó.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.3.4. *Eudorina* sp.

Nombre científico: *Eudorina* Ehrenberg, 1832 (Guiry M., 2021ai)

Clase: Chlorophyceae
Orden: Chlamydomonadales
Familia: Volvocaceae

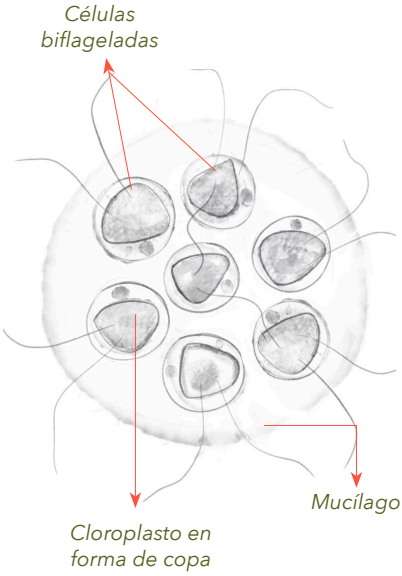
- **Descripción:** Es un género de clorofitas colonial con 14 células biflageladas superpuestas de forma elipsoidal. Hay un espacio entre cada célula y su distribución se da en todo el mucílago con dirección hacia la periferia. Además, cada célula tiene un cloroplasto en forma de copa con estigma, varios pirenoides y varias vacuolas contráctiles.

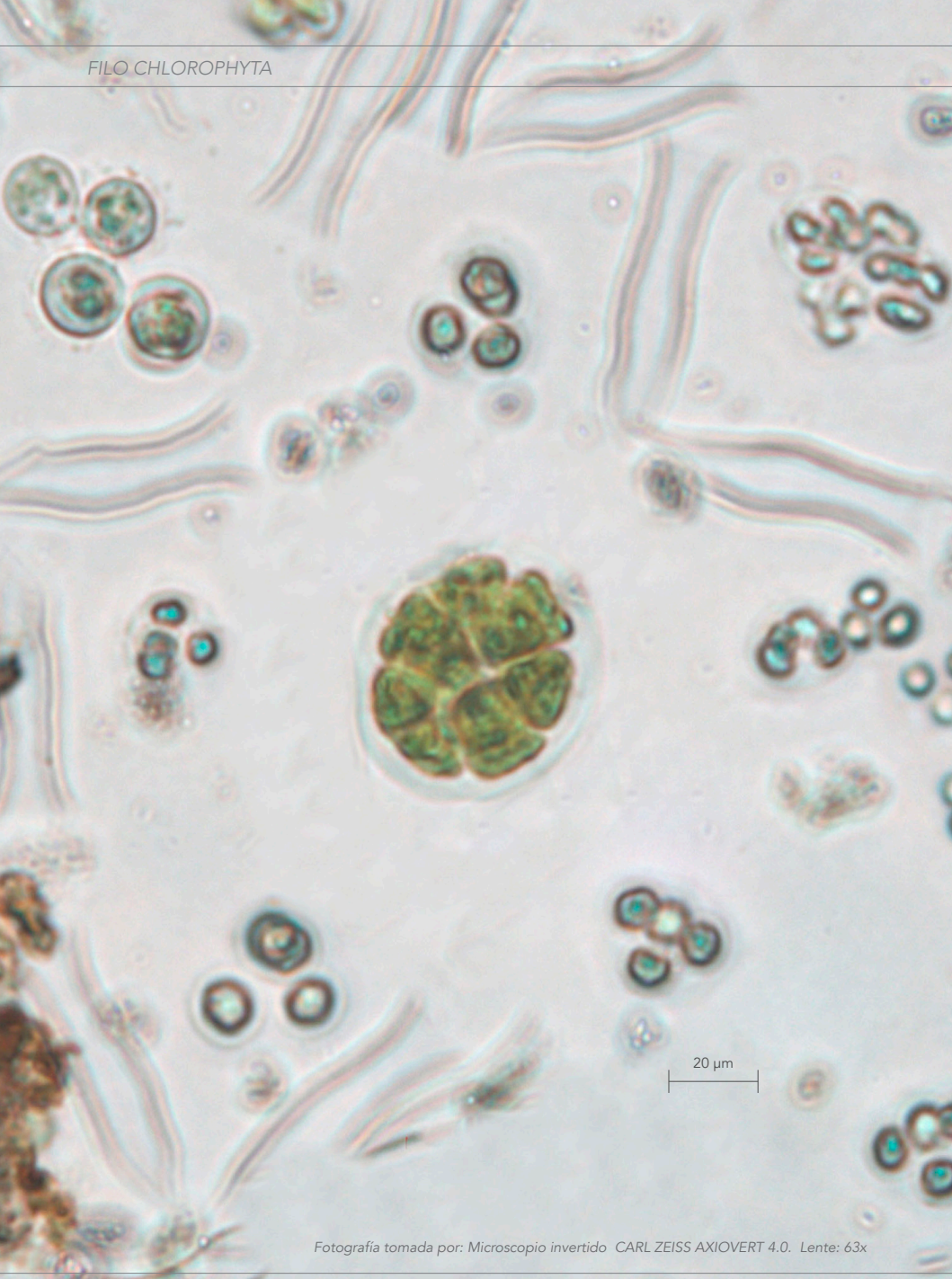
- **Aspectos ecológicos:** Este género es cosmopolita y característico de ecosistemas de agua dulce lénticos y lóticos. Además, tolera las variaciones de pH de 1.2 – 3.8 (Martínez, Godínez y Zúñiga, 2014) y presenta sensibilidad a la deficiencia de nutrientes (Naselli-Flores y Barone, 2009).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Fitoplancton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.3.5. *Pandorina morum*

Nombre científico: *Pandorina morum* (O.F.Müller) Bory 1826 (Guiry M., 2021aj)

Clase: Chlorophyceae
Orden: Chlamydomonadales
Familia: Volvocaceae

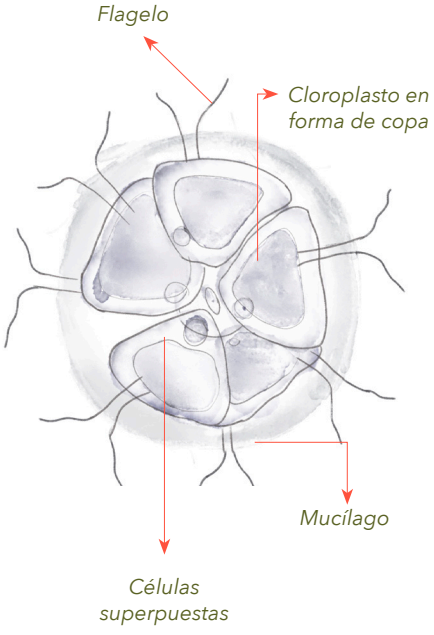
Descripción: Esta especie forma colonias de 16 a 32 células que se encuentran superpuestas y se mantienen juntas hasta conformar una célula globular rodeada por una envoltura hialina de mucílago. Cada célula contiene un cloroplasto en forma de copa con al menos un pirenoide basal y dos flagelos.

Aspectos ecológicos: Se trata de una especie cosmopolita, que se desarrolla en agua dulce, léntica, con un pH ácido (0.02 – 2.6) (Umen, 2020). Además, se ha registrado esta especie en sistemas acuáticos oligotróficos y eutróficos sobre todo en época húmeda (Martínez, et al., 2014).

Comunidad microbiana en que se registra en Sucus: No se registró.

Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes: Perifiton y fitoplancton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.3.6. *Microspora* sp.

Nombre científico: *Microspora* Thuret, 1850, nom. cons. (Guiry M., 2021ak)

Clase: Chlorophyceae
Orden: Sphaeropleales
Familia: Microsporaceae

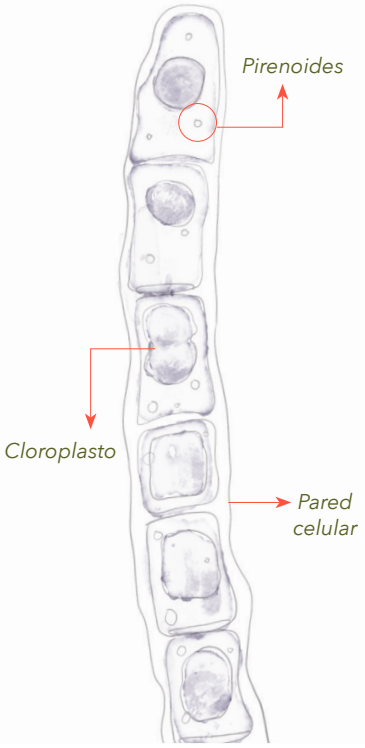
Descripción: Algas verdes filamentosas no ramificadas, que poseen un cloroplasto denso que puede rellenar por completo a la célula. Las células, en ciertos casos, pueden ser vistas con secciones de la pared celular en forma de H. Su pared celular es gruesa y gelatinosa.

Aspectos ecológicos: A este género se lo encuentra adherido al sustrato, al musgo o a la vegetación cercana a los cuerpos de agua, en aguas lóticas y lénticas (Guiry M., 2021ak).

Comunidad microbiana en que se registra en Sucus: No se detectó.

Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes: Perifiton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

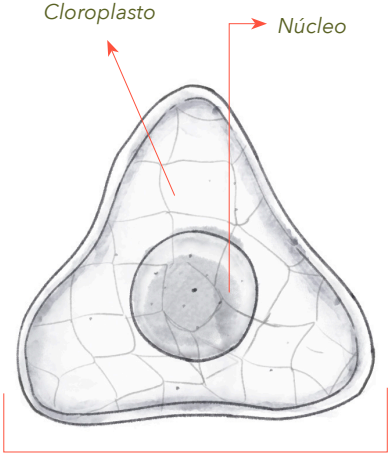
4.3.7. *Tetraëdron* sp.

Nombre científico: *Tetraëdron* Kützing, 1845 (Guiry, 2021al)

Clase: Chlorophyceae
Orden: Sphaeropleales
Familia: Hydrodictyaceae

MORFOLOGÍA

- **Descripción:** Este género se caracteriza por células individuales triangulares. La superficie celular es parecida a una red irregular. Tiene un único y gran cloroplasto.
- **Aspectos ecológicos:** Se trata de un género cosmopolita de agua dulce (Guiry M., 2021al). Puede crecer bajo condiciones de oscuridad (Naselli-Flores y Barone, 2009).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton.



Célula triangular



20 µm

Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.3.8. *Desmodesmus* sp.

Nombre científico: *Desmodesmus* (R.Chodat) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald, 1999 (Guiry M., 2021am)

Clase: Chlorophyceae
Orden: Sphaeropleales
Familia: Scenedesmaceae

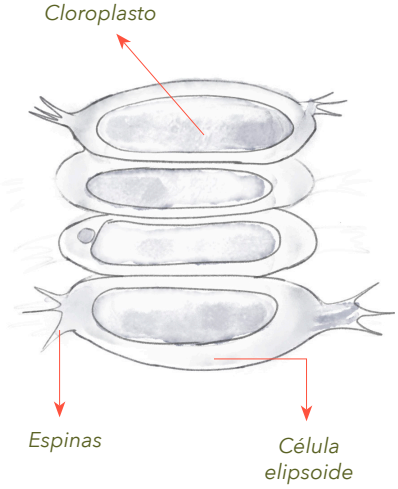
Descripción: Género unicelular o cenobial con forma celular elipsoide. Se encuentra formando cenobios de dos, cuatro, ocho o 16 células. Pueden presentar espinas o proyecciones en las células del extremo del cenobio o en las intermedias. Esta característica permite diferenciar a las especies de *Desmodesmus*. Suelen tener un cloroplasto y un pirenoide central en cada célula.

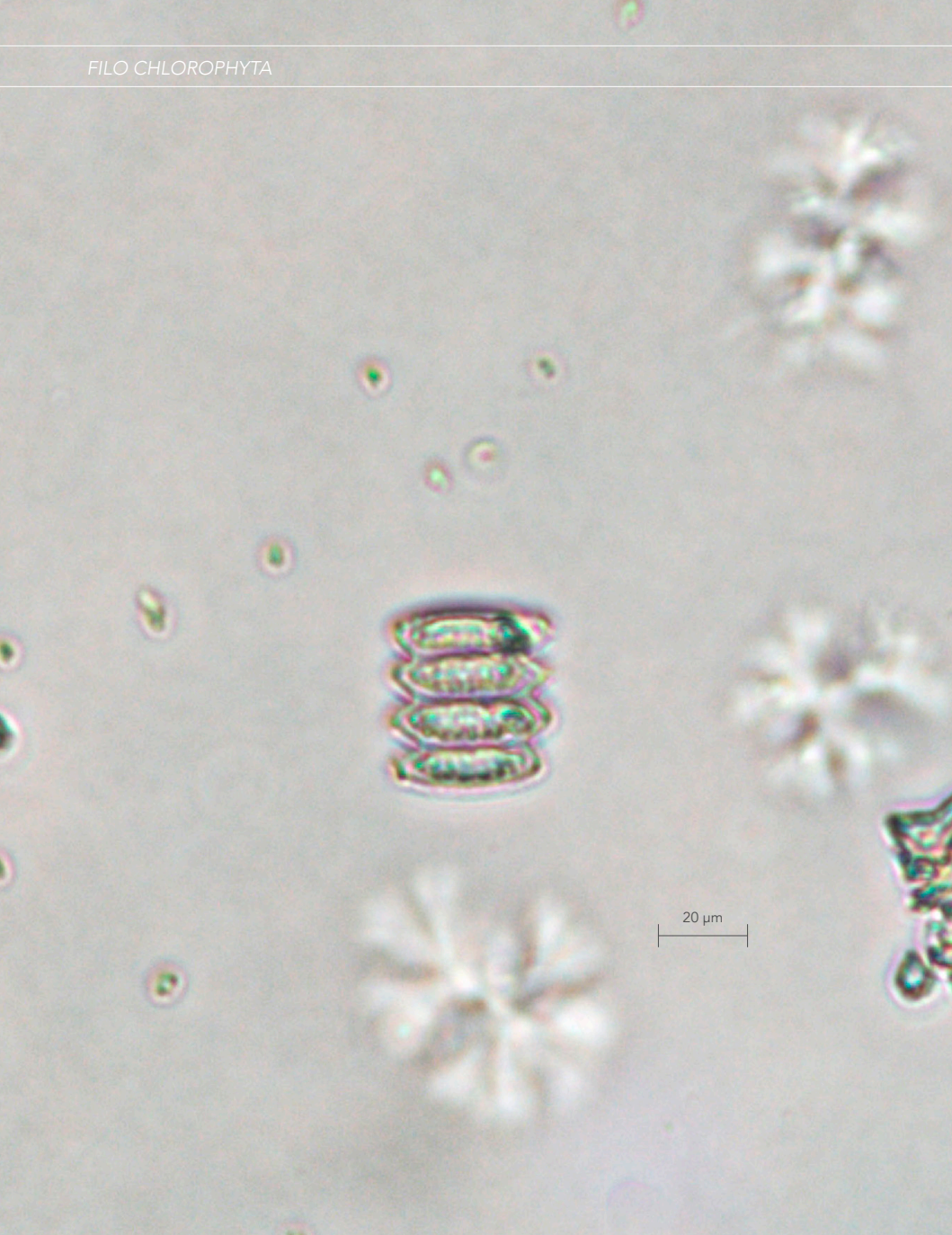
Aspectos ecológicos: Se trata de un género cosmopolita. Se desarrolla en agua dulce, léntica, con pH ácido (0.02 – 2.6). Además, se ha registrado a microalgas de este género en sistemas acuáticos oligotróficos y eutróficos (Godinho, González y Bicudo, 2010).

Comunidad microbiana en que se registra en Sucus: No se detectó.

Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes: Perifiton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

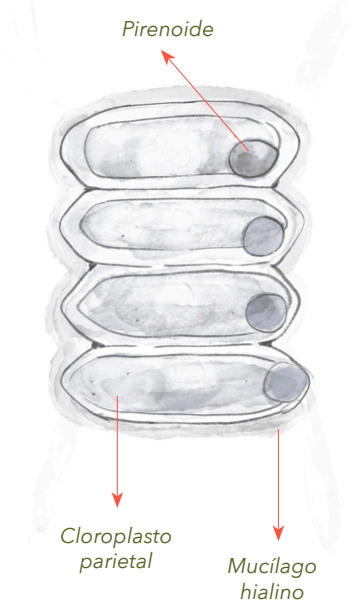
4.3.9. *Scenedesmus* sp.

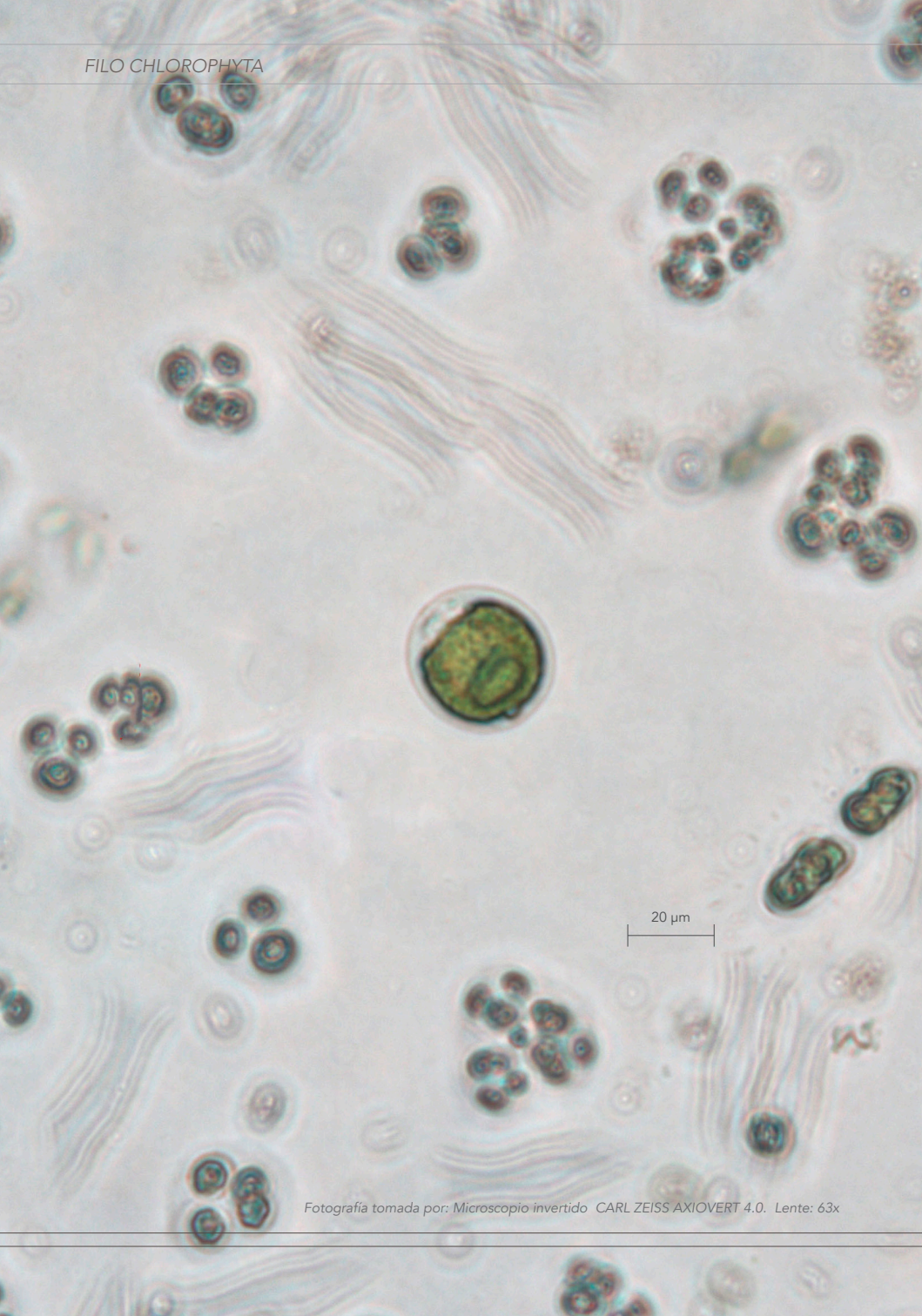
Nombre científico: *Scenedesmus* Meyen, 1829 (Guiry M., 2021an)

Clase: Chlorophyceae
Orden: Sphaeropleales
Familia: Scenedesmaceae

- **Descripción:** Se trata de un género cenobial compuesto por cuatro células planas y elípticas, con polos acuminados, y contenidas en mucílago hialino. Además, cada célula contiene un cloroplasto parietal con un pirenoide.
- **Aspectos ecológicos:** Es un género cosmopolita, que se desarrolla en agua dulce, léntica, con pH ácido (0.02 – 2.6). Además, se lo ha registrado en sistemas acuáticos oligotróficos y eutróficos (Godinho, et al., 2010) y puede crecer bajo condiciones de oscuridad (Naselli-Flores y Barone, 2009).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Fitoplancton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** No se detectó.

MORFOLOGÍA





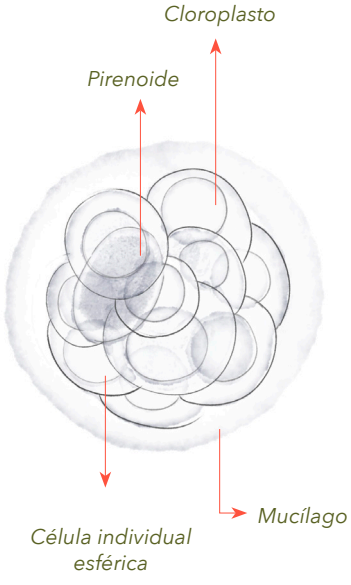
Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.3.10. *Planktosphaeria gelatinosa*

Nombre científico: *Planktosphaeria gelatinosa* G.M.Smith 1918 (Guiry G, 2021c)

Clase: Chlorophyceae
Orden: Sphaeropleales
Familia: Schizochlamydaceae

MORFOLOGÍA



- **Descripción:** Es una especie de células individuales, esféricas rodeadas por una gran capa hialina de mucílago. El cloroplasto es denso, está dividido en varios fragmentos y, en su interior, se encuentra un pirenoide.
- **Aspectos ecológicos:** Esta especie predomina en lagos mesotróficos profundos (Das, 2015).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Fitoplancton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Fitoplancton.



Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

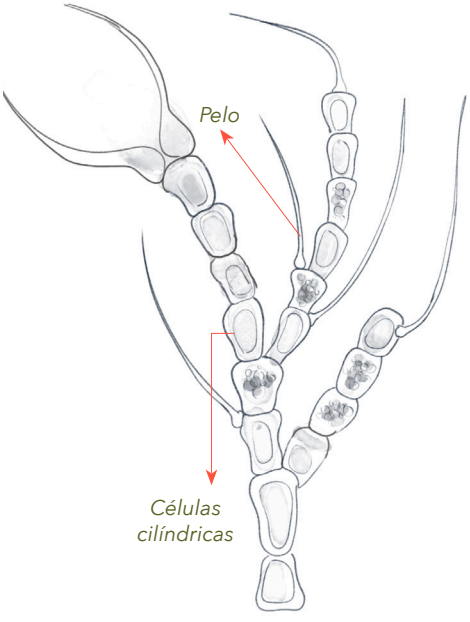
4.3.11. *Bulbochaete* sp.

Nombre científico: *Bulbochaete* C.Agardh, 1817 (Guiry M., 2021a0)

Clase: Chlorophyceae
Orden: Oedogoniales
Familia: Oedogoniaceae

- **Descripción:** Es un género que presenta células con uno o dos pelos largos con una base abultada. Los filamentos vegetativos están muy ramificados.
- **Aspectos ecológicos:** Las microalgas de este género están en gran variedad de hábitats de agua dulce, pero sí existen algunos en aguas salobres. Generalmente, son epífitas y están adheridas a la vegetación. Se encuentran con mayor frecuencia en estanques, lagos pequeños y acequias. Prefieren las regiones templadas y subtropicales (Guiry M., 2021a0).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** No se detectó.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 40x

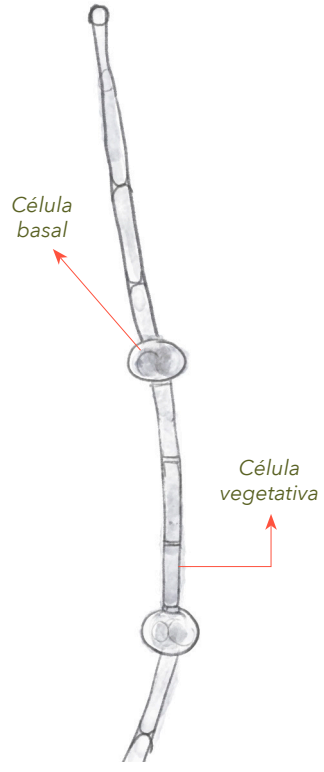
4.3.12. *Oedogonium* sp.

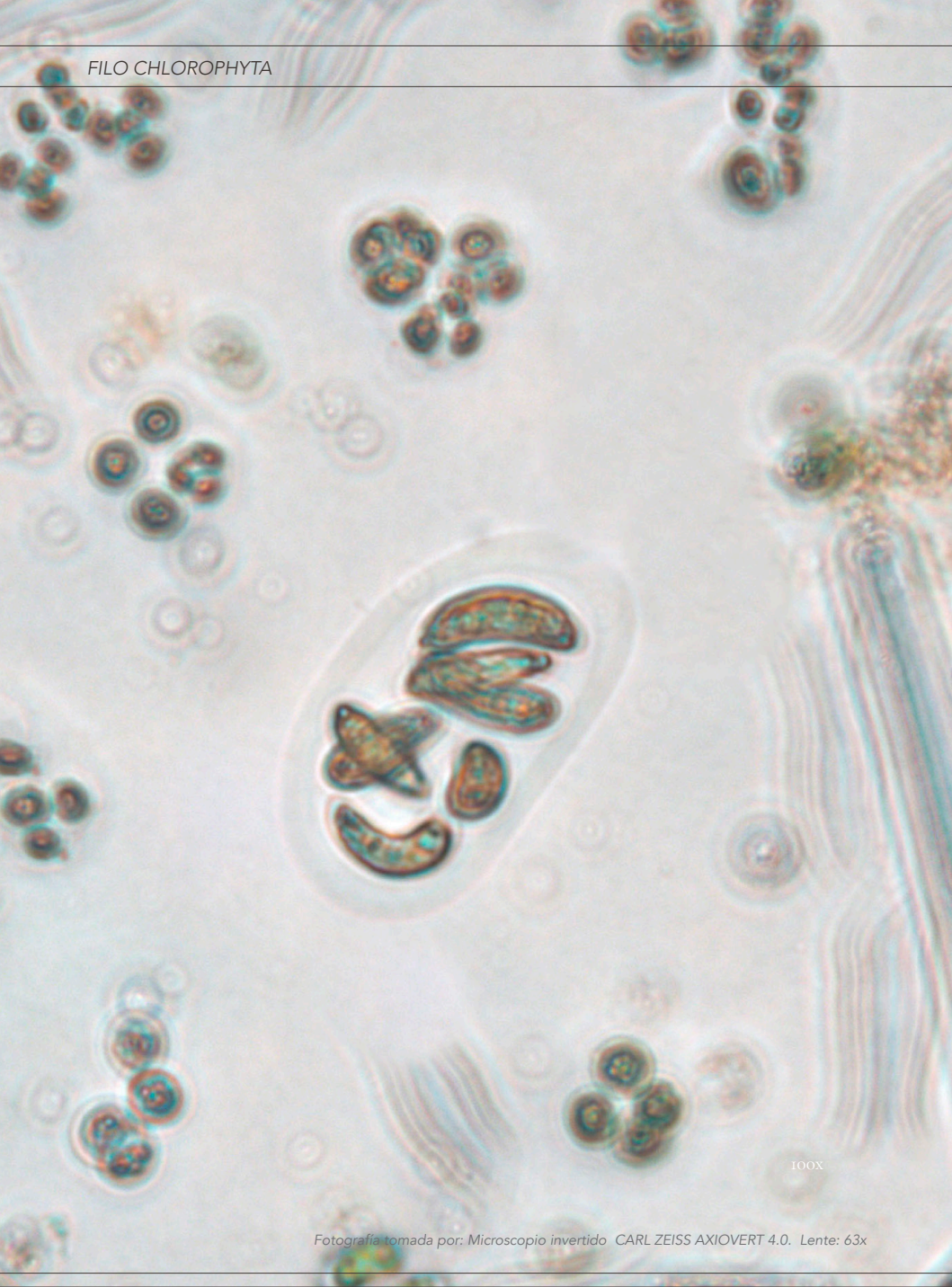
Nombre científico: *Oedogonium* Link ex Hirn, 1900 (Guiry M., 2021ap)

Clase: Chlorophyceae
Orden: Oedogoniales
Familia: Oedogoniaceae

- **Descripción:** Este género se presenta en forma de filamentos de color marrón, seriados, constituidos por células basales de forma globosa, células terminales con terminación en punta y células vegetativas con forma cilíndrica. Cada célula contiene un cloroplasto parietal que podría contener algunos pirenoides.
- **Aspectos ecológicos:** Este género incluye microalgas que son parte del metafiton y del perifiton. Su maduración se produce en bajas temperaturas, aunque hay registro de que pueden estar presentes en temporadas tanto húmedas como secas (Wanganeo y Raina, 2015).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó..
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Fitoplancton.

MORFOLOGÍA





100X

Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.3.13. *Nephrocytium agardhianum*

Nombre científico: *Nephrocytium agardhianum* Nägeli, 1849 (Guiry, 2021aq)

Clase: Trebouxiophyceae
Orden: Chlorellales
Familia: Nephrocytiaceae

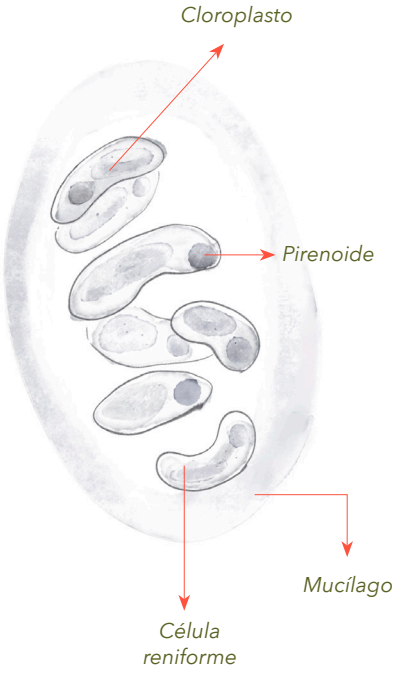
- **Descripción:** Es una especie colonial, que posee de 4 a 16 células reniformes de tamaño variable en forma de media-luna, con polos redondos o acuminados, todos contenidos en una envoltura mucilaginosa hialina. Además, presenta un único cloroplasto parietal con pirenoide rodeado de reservas de almidón.

- **Aspectos ecológicos:** Se trata de una especie cosmopolita de agua dulce, con amplia tolerancia a contaminación, por lo que se ha registrado este género en ecosistemas ultraoligotróficos hasta hipertróficos (Liu et al., 2017).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton y Fitoplancton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.3.14. *Nephrocytium* sp.

Nombre científico: *Nephrocytium* Nägeli, 1849 (Guiry M., 2021ar)

Clase: Trebouxiophyceae
Orden: Chlorellales
Familia: Nephrocytiaceae

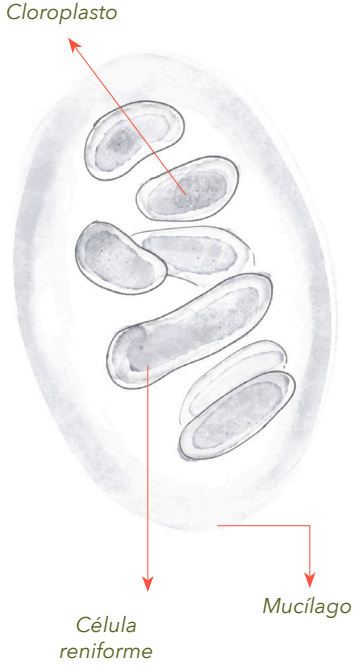
MORFOLOGÍA

- **Descripción:** La especie de *Nephrocytium* que se reporta es colonial. Cada colonia contiene entre 8 y 10 células de gran tamaño, reniformes, superpuestas y con polos redondos o acuminados. Toda la colonia está contenida en una envoltura mucilaginosa hialina. Además, cada célula presenta un cloroplasto que ocupa todo su interior.

- **Aspectos ecológicos:** Es un género cosmopolita de agua dulce, con amplia tolerancia a la contaminación, por lo que se lo ha registrado en ecosistemas ultraoligotróficos hasta hipertróficos (Liu et al., 2017).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Fitoplancton.





10 µm

Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.3.15. *Lagerheimia ciliata*

Nombre científico: *Lagerheimia ciliata* (Lagerheim) Chodat 1895 (Guiry, 2021as)

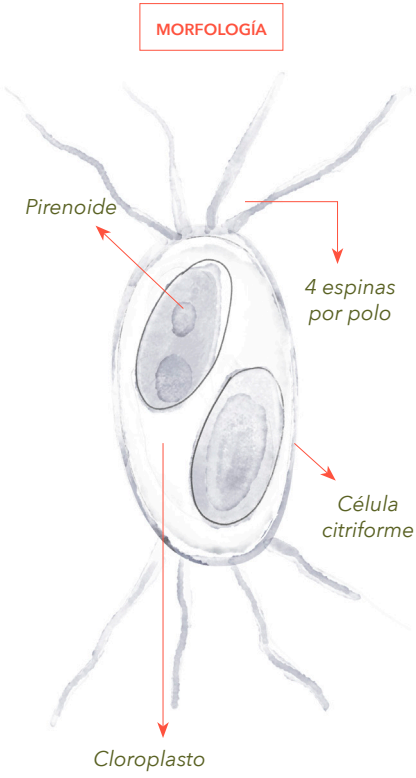
Clase: Trebouxiophyceae
Orden: Chlorellales
Familia: Oocystaceae

Descripción: Esta especie se caracteriza por presentar células individuales elípticas, esféricas, ovoides o con forma de limón (citriforme) y la pared lisa. Las espinas son rectas o curvadas, con 4 a 6 espinas en cada polo y suelen ser largas. Tiene cuatro cloroplastos por célula y un pirenoide.

Aspectos ecológicos: Es una especie cosmopolita, característica de agua dulce léntica, con pH ácido. Estas microalgas se encuentran en lagunas, lagos y arroyos (López-Mendoza, Tavera y Novelo, 2015; Summerfield, 2016). Pueden crecer bajo condiciones de oscuridad (Naselli-Flores y Barone, 2009).

Comunidad microbiana en que se registra en Sucus: Perifiton y fitoplancton.

Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes: Perifiton y fitoplancton.



4.3.16. *Oocystis* sp.

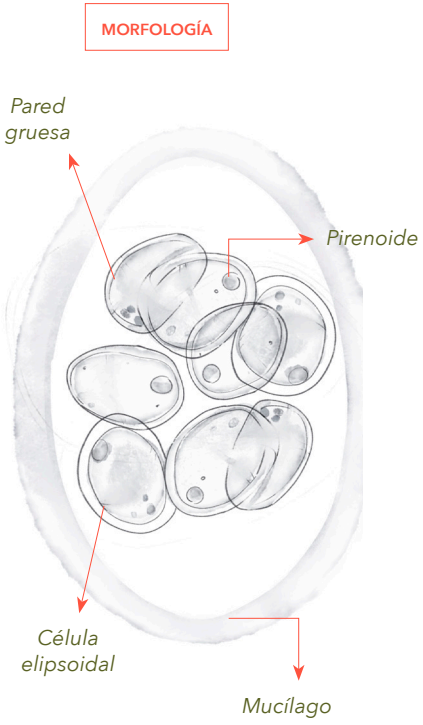
Nombre científico: *Oocystis* Nägeli ex A.Braun, 1855 (Guiry M., 2021at)

Clase: Trebouxiophyceae
Orden: Chlorellales
Familia: Oocystaceae

- **Descripción de *Oocystis* sp. 1:** Las células de esta especie tienen forma elipsoidal u ovoide, con paredes celulares gruesas. Se agrupan en colonias. Cada célula tiene uno o más cloroplastos y un pirenoide.

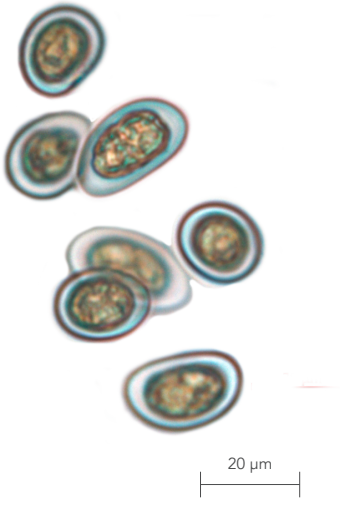
- **Descripción de *Oocystis* sp. 2:** Las células de esta especie son grandes, tienen forma elipsoidal, ovoide o fusiforme y están rodeadas de una vaina mucilaginosa individual y otra colonial. Cada colonia agrupa entre 6 y 8 células superpuestas. Cada célula tiene uno o más cloroplastos y un pirenoide.

- **Aspectos ecológicos:** El género *Oocystis* tiene distribución cosmopolita. Tiende a desarrollarse en aguas estancadas mesotróficas y en aguas con salinidad moderada o baja y pH ácido (Burgos-Romero, 2010). Además, se ha registrado en sistemas acuáticos oligotróficos y eutróficos (Secker et al., 2016). También, puede crecer bajo condiciones de oscuridad (Naselli-Flores y Barone, 2009).



- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** *Oocystis* sp 1. se registró en perifiton y fitoplancton y *Oocystis* sp. 2 no fue detectada.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** *Oocystis* sp. 1 se detectó en perifiton y fitoplancton *Oocystis* sp. 2 se detectó en fitoplancton.

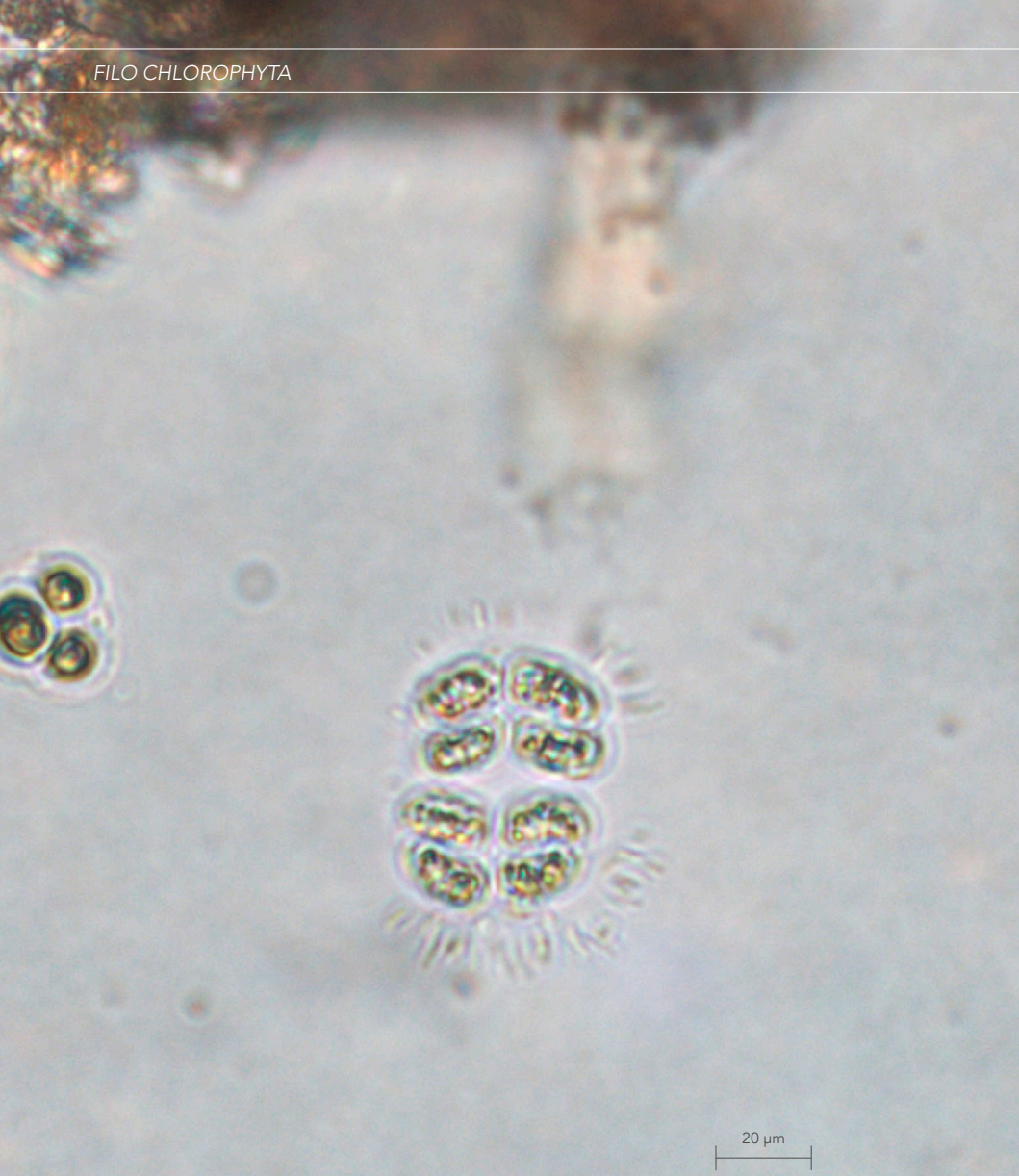
Oocystis sp. 1



Oocystis sp. 2



Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x



Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

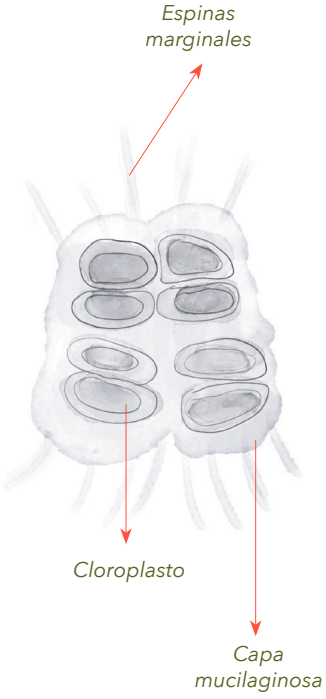
4.3.17. *Willea rectangularis*

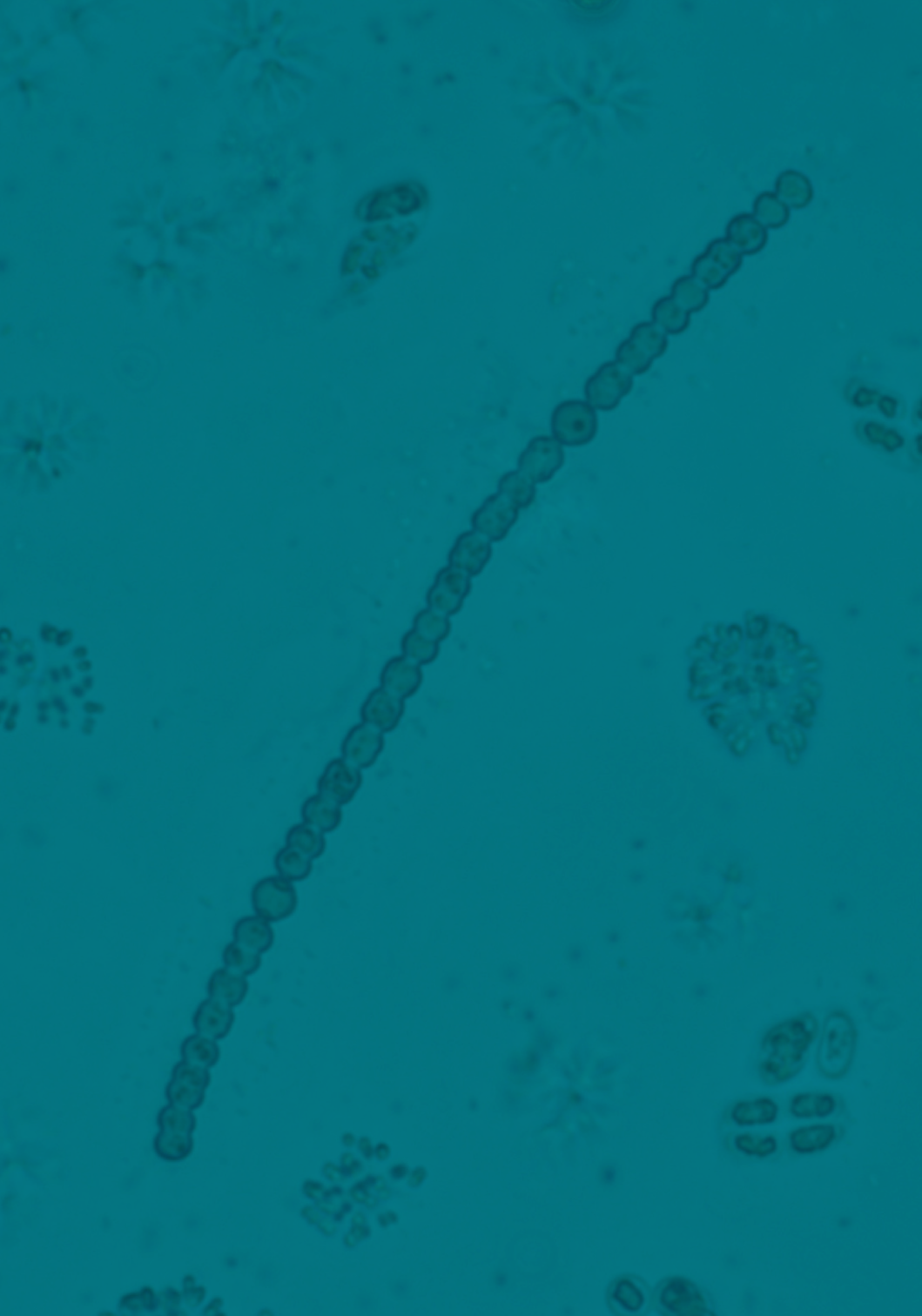
Nombre científico: *Willea rectangularis* (A.Braun) D.M.John, M.J.Wynne & P.M.Tsarenko 2014 (Guiry M., 2021au)

Clase: Trebouxiophyceae
Orden: Chlorellales
Familia: Oocystaceae

- **Descripción:** Esta especie se presenta en forma de agrupación de cuatro células envueltas con una capa mucilaginosa. Las paredes celulares son lisas y poseen espinas marginales claramente visibles.
- **Aspectos ecológicos:** Se trata de una especie planctónica en agua dulce, principalmente de la orilla de los lagos (Guiry M., 2021au). Esta especie puede crecer bajo condiciones de oscuridad (Naselli-Flores y Barone, 2009).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton y fitoplancton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton y fitoplancton.

MORFOLOGÍA





4.4.

FILO CYANOBACTERIA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

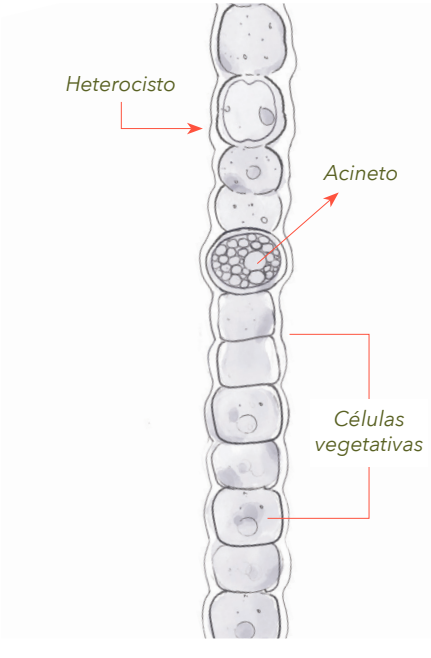
4.4.1. *Anabaena* sp.

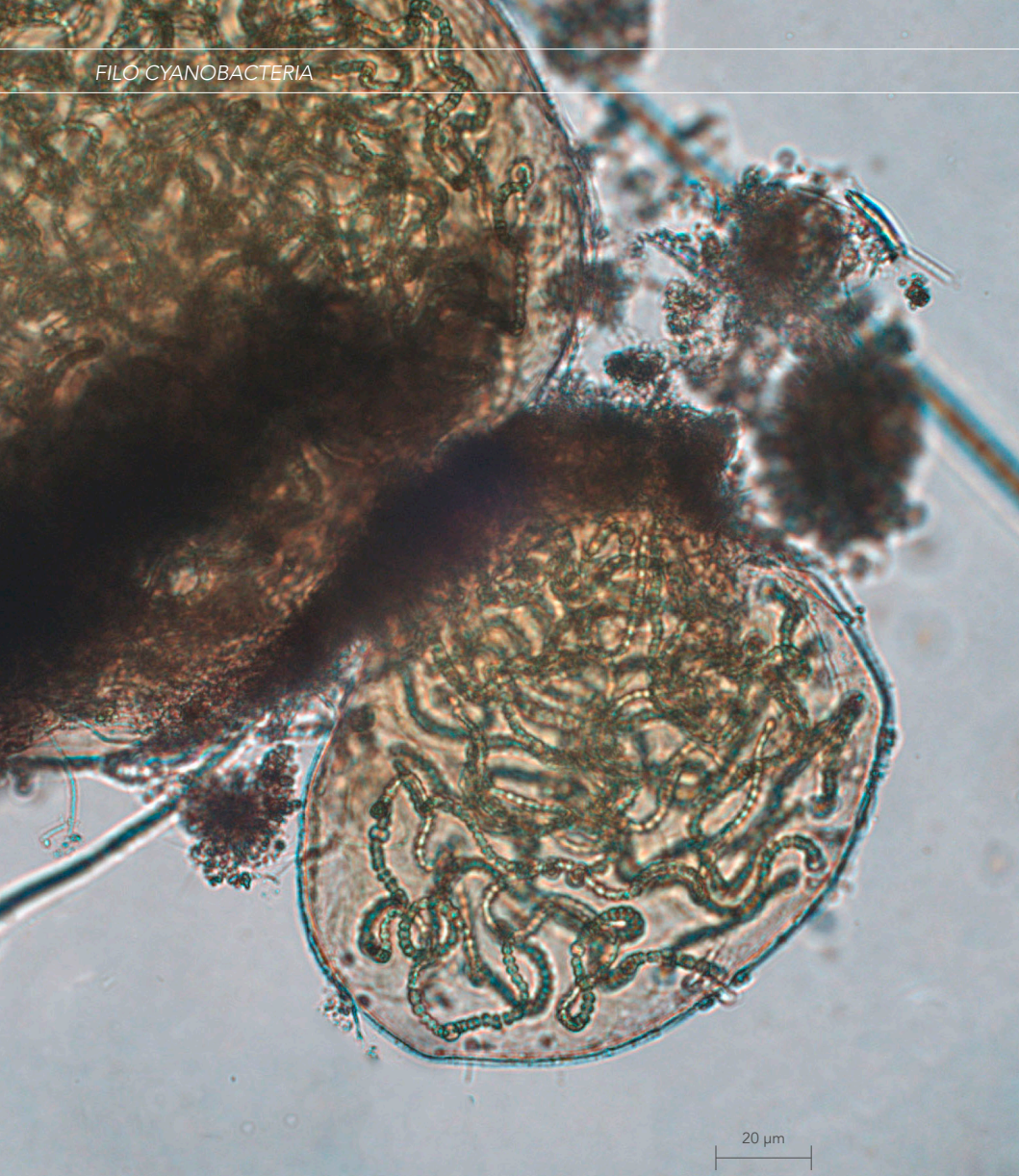
Nombre científico: *Anabaena* Bory ex Bornet & Flahault, 1886, nom. cons. (Guiry M., 2021av)

Clase: Cyanophyceae
Orden: Nostocales
Familia: Nostocaceae

- **Descripción:** Este género presenta filamentos solitarios. Los heterocistos aparecen en posiciones intercalares. Los acinetos tienen formas variadas y se sitúan, por lo general, separados de los heterocistos. Tiene vesículas de gas.
- **Aspectos ecológicos:** Se trata de un género cosmopolita planctónico. Aparece en aguas dulces estancadas con un nivel trófico de medio a alto, especialmente si están enriquecidas en fósforo (Burgos-Romero, 2010).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton y fitoplancton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Fitoplancton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.4.2. *Nostoc commune*

Nombre científico: *Nostoc commune* Vaucher ex Bornet & Flahaul, 1888 (Guiry G., 2021d)

Clase: Cyanophyceae
Orden: Nostocales
Familia: Nostocaceae

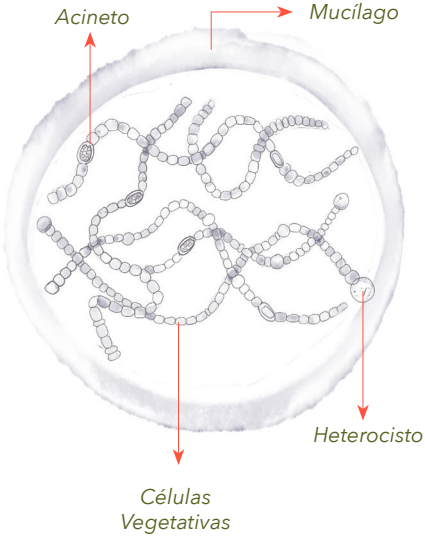
Descripción: Cianobacteria colonial filamentosa formada por varios tricomas. Posee heterocistos, principalmente terminales, y los acinetos se pueden encontrar en filas. También, pueden crecer conformando colonias gelatinosas.

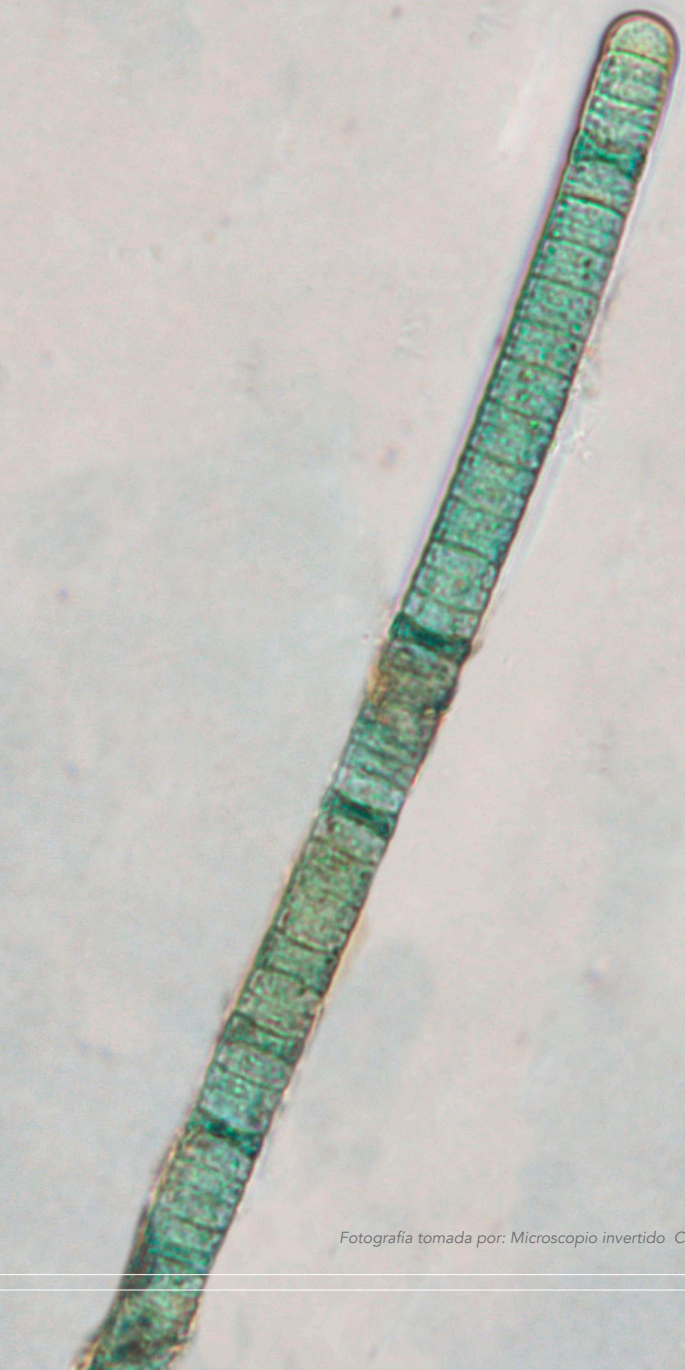
Aspectos ecológicos: Estas cianobacterias son capaces de sobrevivir a suelos pobres en nutrientes (Corrales-Morales et al., 2017). Son acuáticas, subaerófilas, endobiónticas, simbióticas y/o terrestres. Se hallan en ambientes tropicales, templados y polares y se encuentran comúnmente en grava, telas de tierra, etc. (Laughinghouse, Berthold, Marble y Saha, 2019).

Comunidad microbiana en que se registra en Sucus: Perifiton.

Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes: No se detectó.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.4.3. *Phormidium* sp.

Nombre científico: *Phormidium* Kützing ex Gomont, 1892 (Guiry M., 2021aw)

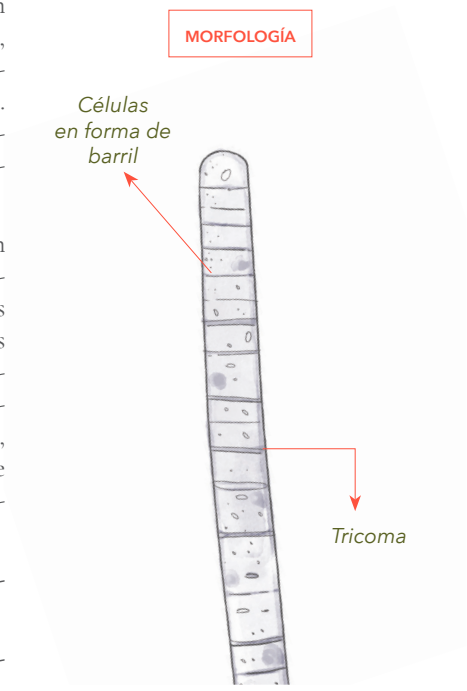
Clase: Cyanophyceae
Orden: Oscillatoriales
Familia: Oscillatoriaceae

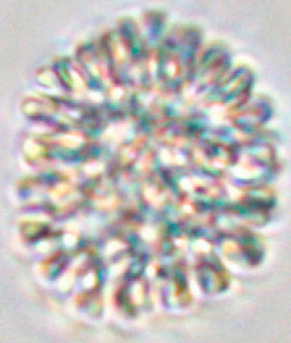
- **Descripción:** Se caracteriza por tricomas rectos cilíndricos y curvados. Están compuestos por células cilíndricas en forma de barril, isodiamétricas, es decir, más largas y cortas que anchas. No tienen acinetos, heterocistos ni aerótopos. Presenta un color verde azulado. En ciertos casos, se puede observar mucílago alrededor de las células.

- **Aspectos ecológicos:** Se trata de un género planctónico cosmopolita. Se encuentra en sustratos aireados o acuáticos y en el litoral marino. Algunas especies viven en condiciones extremas, participan en los procesos biolitogénicos y forman cortezas de travertino (Guiry M., 2021aw). También, se ha registrado este género en estanques y humedales, asociado a plantas acuáticas (Vincent, 2009).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton y fitoplacton.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton.





20 µm

Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

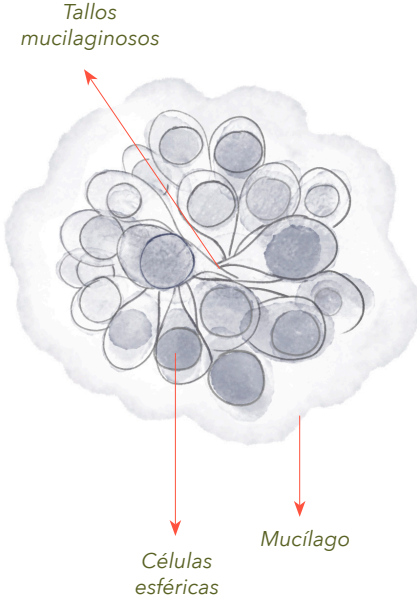
4.4.4. *Snowella lacustris*

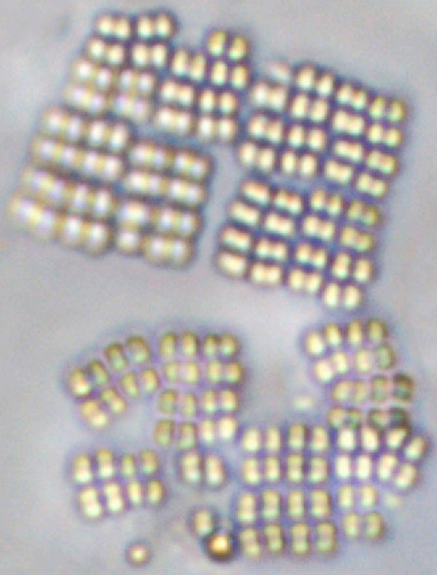
Nombre científico: *Snowella lacustris* A.A.Elenkin, 1938 (Guiry M., 2021ax)

Clase: Cyanophyceae
Orden: Synechococcales
Familia: Coelosphaeriaceae

- **Descripción:** Esta especie se caracteriza por colonias irregulares. Las células son esféricas y presentan tallos mucilaginosos hialinos alargados, distribuidos radialmente. La colonia se encuentra contenida en una estructura mucilaginosa.
- **Aspectos ecológicos:** Las especies del género son comunes en el plancton de lagos mesotróficos (Almanza et al., 2016).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton y fitoplacton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton y fitoplancton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.4.5. *Merismopedia* sp.

Nombre científico: *Merismopedia* Meyen, 1839 (Guiry M., 2021ay)

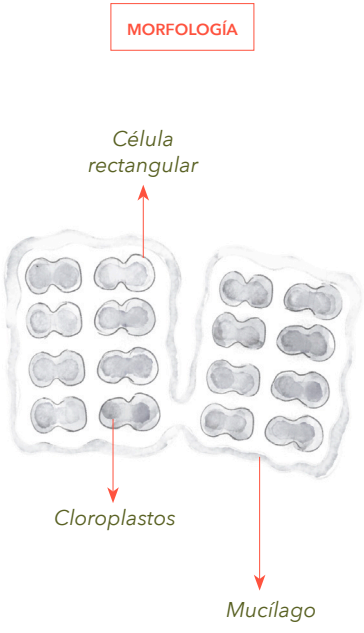
Clase: Cyanophyceae
Orden: Synechococcales
Familia: Merismopediaceae

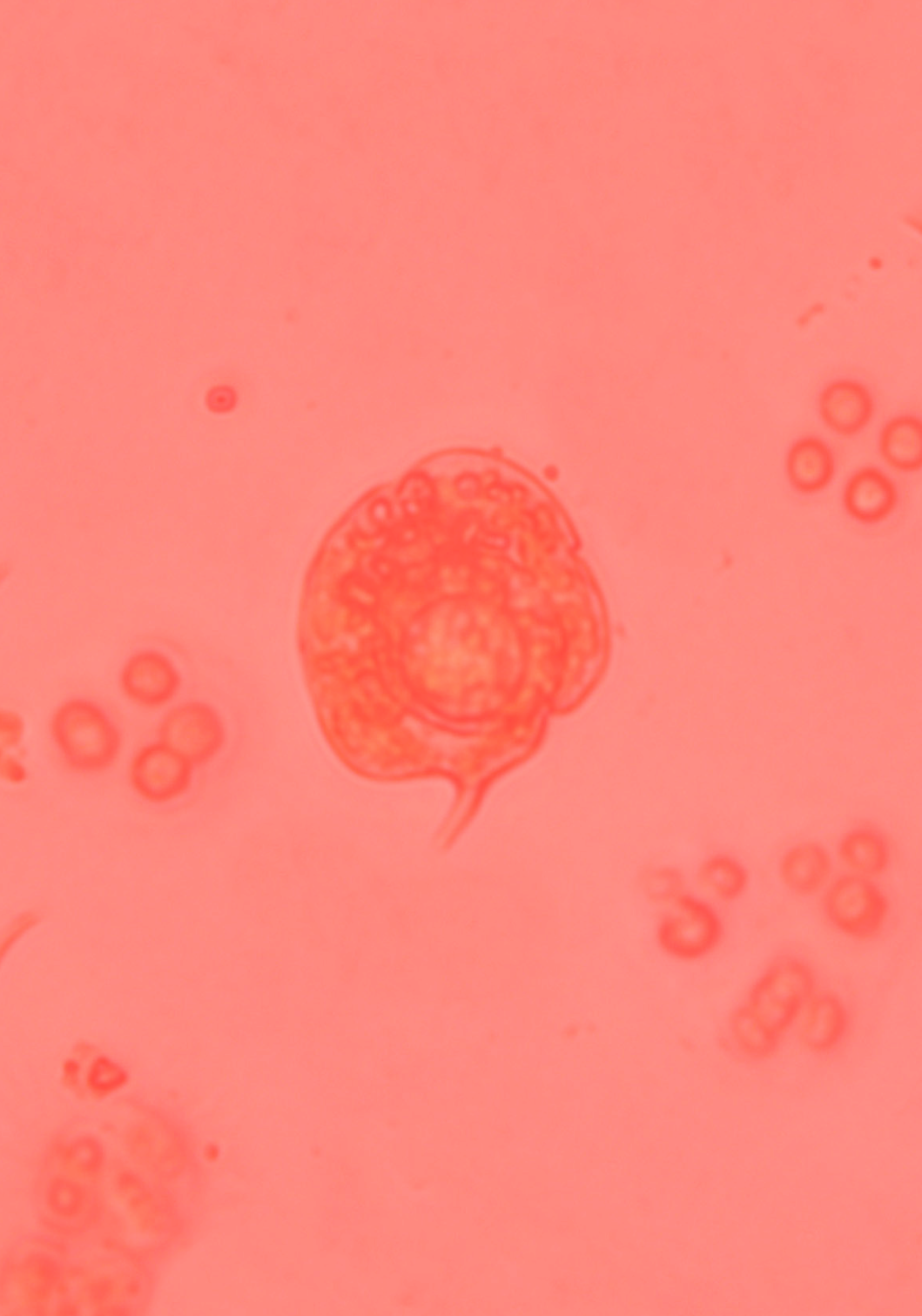
- **Descripción:** Se trata de cianobacterias coloniales tabuladas conformadas por células planas de color azul verdoso, rectangulares, agrupadas en 16 a 55 células, que están envueltas por un mucílago hialino. Las colonias están contenidas en un mucílago hialino.

- **Aspectos ecológicos:** Es un género estacional, que se puede encontrar en los sistemas acuáticos oligotróficos o mesotróficos de agua dulce y salina (Komárek, 2003). También, incluye cianobacterias epífitas, es decir, que habitan en asociación libre con plantas acuáticas en estanques y humedales (Vincent, 2009).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Fitoplacton.

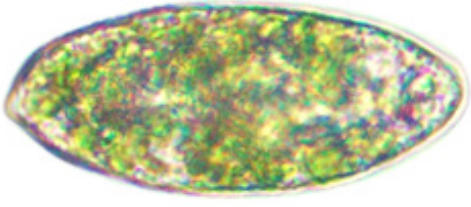
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** No se detectó.





4.5.

FILO EUGLENOZOA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.5.1. *Euglena* sp.

Nombre científico: *Euglena* Ehrenberg, 1830 (Guiry M., 2021az)

Clase: Euglenophyceae
Orden: Euglenida
Familia: Euglenidae

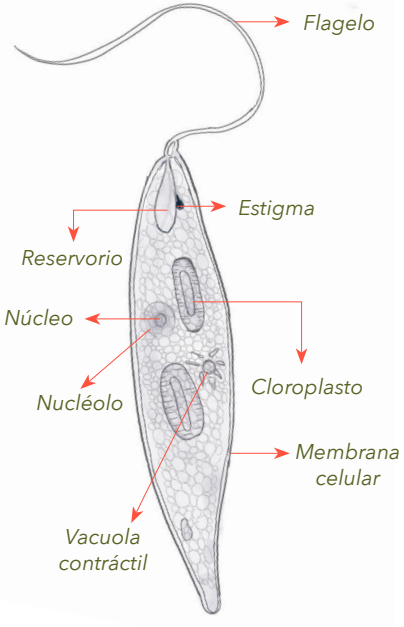
Descripción: Esta especie se caracteriza por microorganismos unicelulares eucariotas con forma irregular, con flagelo activo, abundantes cloroplastos y un estigma que, al ser un orgánulo fotorreceptor, les permite detectar la luz. Además, tiene una pared celular flexible con la que cambia de forma en casos de adversidad ambiental, para sobrevivir.

Aspectos ecológicos: Las microalgas de este género se desarrollan en ambientes con un alto contenido de materia orgánica (Triemer y Zakrys, 2015), en estanques y en aguas donde el pH es ácido (Sánchez et al., 2004).

Comunidad microbiana en que se registra en Sucus: Perifiton y fitoplancton.

Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes: Perifiton y fitoplancton.

MORFOLOGÍA





20 µm

Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

4.5.2. *Trachelomonas* sp.

Nombre científico: *Trachelomonas* Ehrenberg, 1834 (Guiry M., 2021ba)

Clase: Euglenophyceae
Orden: Euglenida
Familia: Euglenidae

- **Descripción:** La especie registrada presenta células ovoides de color café o marrón oscuro con espinas alrededor.
- **Aspectos ecológicos:** Se trata de microalgas que habitan en agua dulce, ácida o neutra (pH 4.5-7), en ambientes ricos en hierro y manganeso (Guamán y González, 2016). Se encuentran principalmente en aguas eutróficas y con conductividad alta (Escobar, Terneus y Yánez, 2013).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Perifiton y fitoplancton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton y fitoplancton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

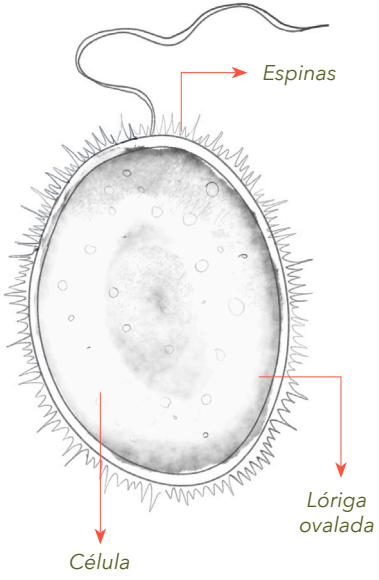
4.5.3. *Trachelomonas hispida*

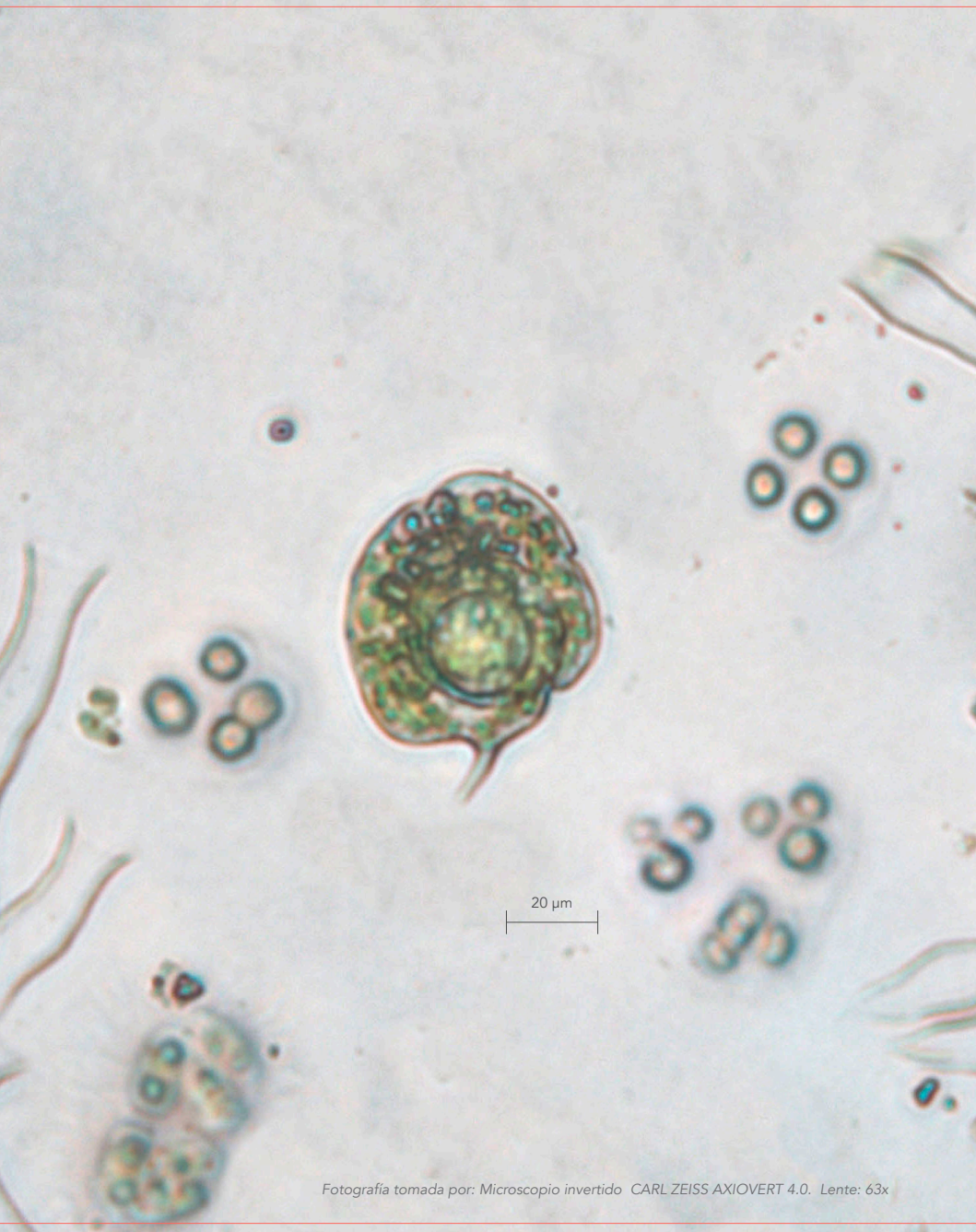
Nombre científico: *Trachelomonas hispida* (Perty) F.Stein 1878 (Guiry M., 2021bb)

Clase: Euglenophyceae
Orden: Euglenida
Familia: Euglenidae

- **Descripción:** Esta especie presenta una lóriga (coraza) ovalada o elipsoide, con muchas espinas, generalmente de color marrón.
- **Aspectos ecológicos:** Se trata de una especie cosmopolita, que habita en agua dulce, ácida o neutra (pH 4.5-7), en ambientes ricos en hierro y manganeso (Guamán y González, 2016). Se encuentra principalmente en aguas eutróficas y con conductividad alta (Escobar et al., 2013).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton.

MORFOLOGÍA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

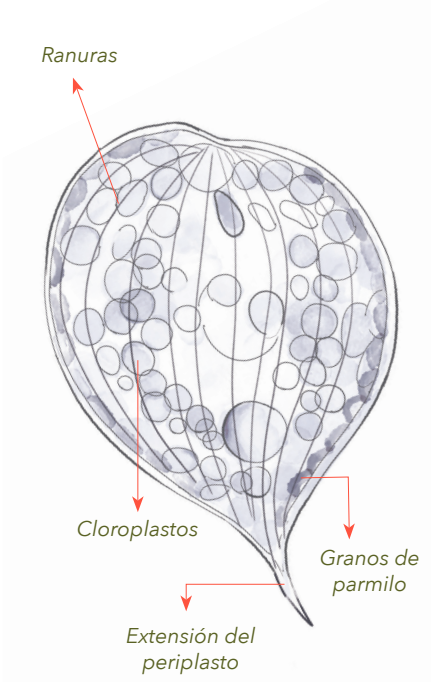
4.5.4. *Phacus orbicularis*

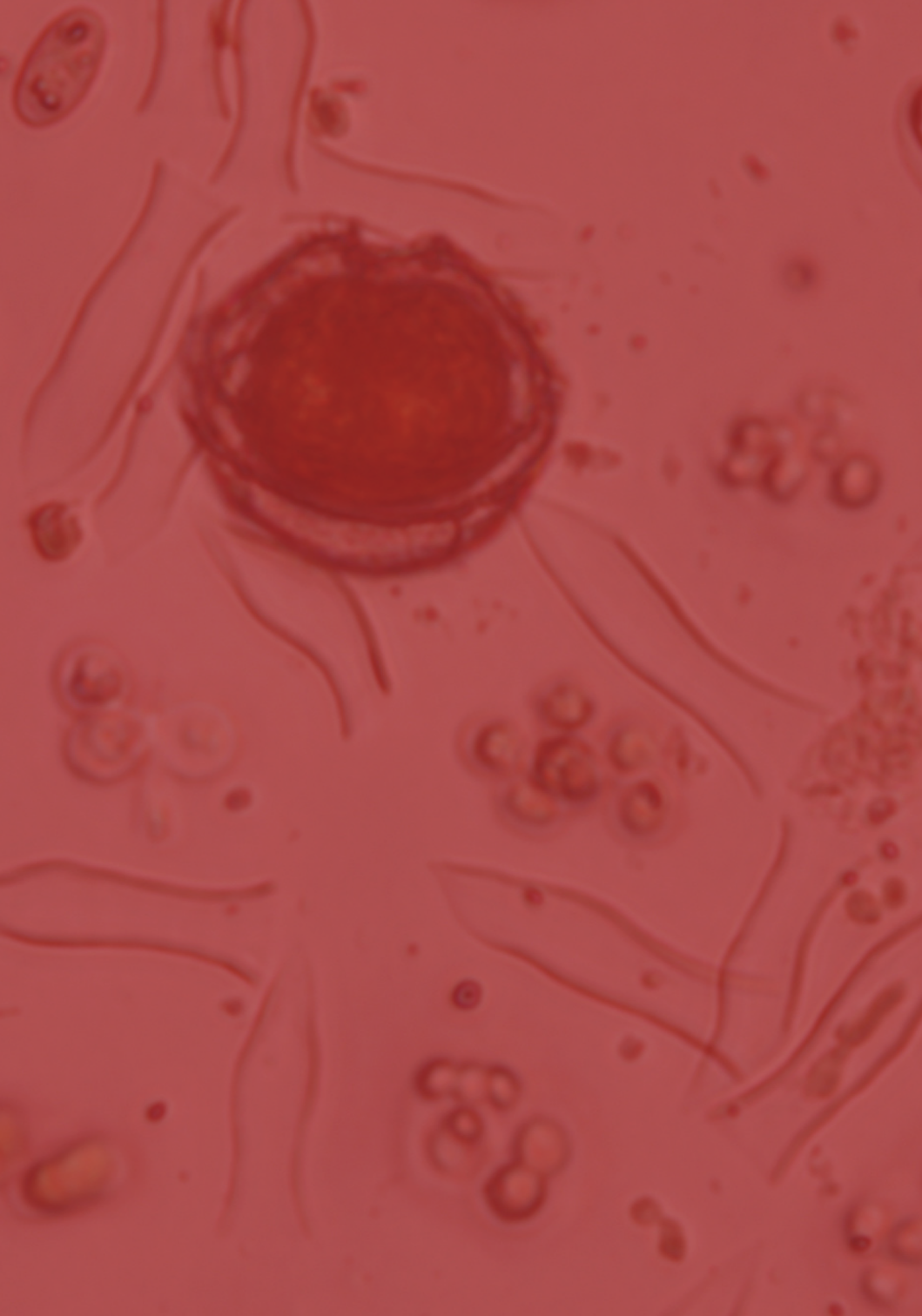
Nombre científico: *Phacus orbicularis* Hübner, 1886 (Guiry G., 2021e)

Clase: Euglenophyceae
Orden: Euglenida
Familia: Phacidae

- **Descripción:** Esta especie tiene forma globosa, con ranuras en espiral, con una extensión del periplasto que termina en un apéndice corto. Poseen cloroplastos y granos de paramilo.
- **Aspectos ecológicos:** Es una especie cosmopolita, que crece en aguas templadas estancadas, oligotróficas o mesotróficas ácidas (Ramos, Alves-Da-Silva, Bicudo y Moura, 2017).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** No se detectó.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Fitoplancton.

MORFOLOGÍA

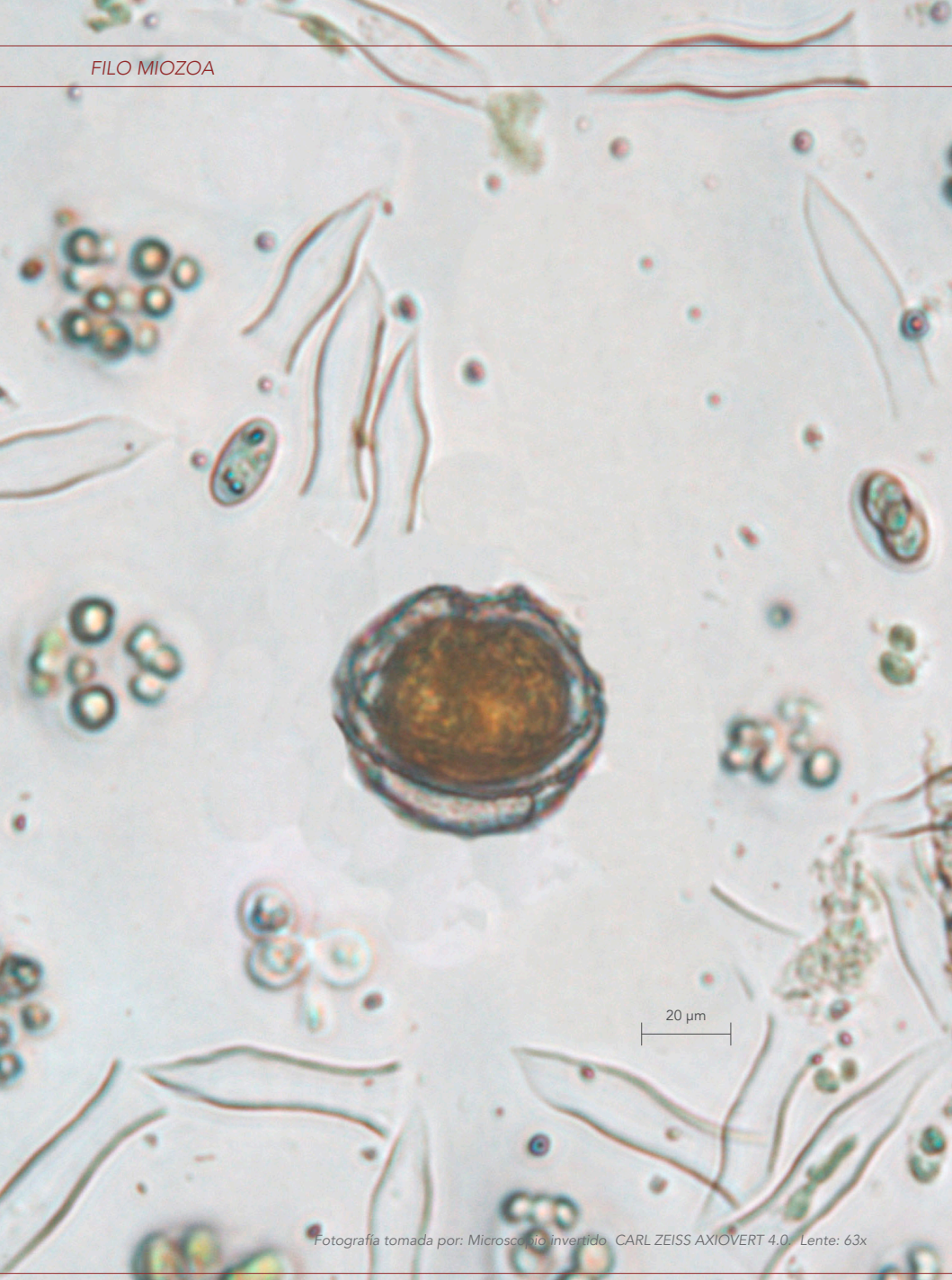




4.6.

FILO MIOZOA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0 Lente: 63x

4.6.1. *Peridinium* sp.

Nombre científico: *Peridinium* Ehrenberg, 1830 (Guiry M., 2021bc)

Clase: Dinophyceae
Orden: Peridiniales
Familia: Peridiniaceae

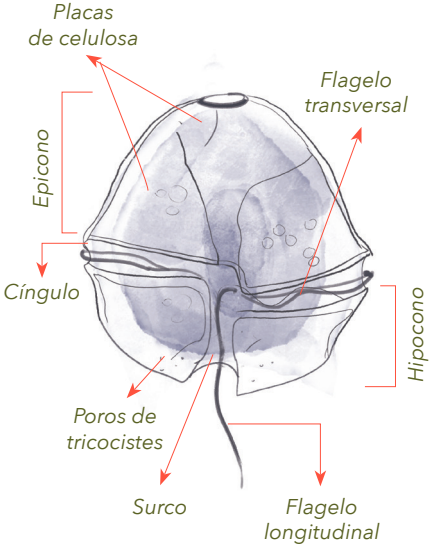
MORFOLOGÍA

- **Descripción:** Este género agrupa dinoflagelados redondos, conformados por placas ornamentales divididas en dos: hipoteca y epiteca, separadas por el cíngulo.

- **Aspectos ecológicos:** : Se trata de un género cosmopolita, que se encuentra generalmente en lagunas de agua dulce, aunque suele estar, también, presente en cuerpos de agua salobre (Rogers, 2013).

- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Fitoplancton.

- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton y fitoplancton.



4.7.

FILO OCHROPHYTA





Fotografía tomada por: Microscopio invertido CARL ZEISS AXIOVERT 4.0. Lente: 63x

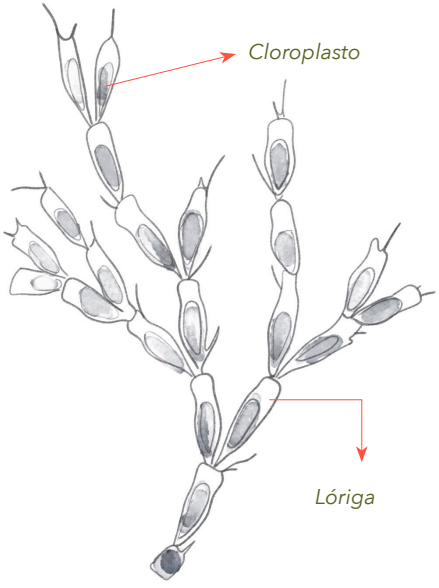
4.7.1. *Dinobryon* sp.

Nombre científico: *Dinobryon* Ehrenberg, 1834 (Guiry M., 2021bd)

Clase: Chrysophyceae
Orden: Chromulinales
Familia: Dinobryaceae

- **Descripción:** Es una especie colonial en donde las células están rodeadas por una lóriga y están unidas formando colonias. La lóriga tiene forma de embudo o jarrón, con paredes lisas y onduladas. Dentro de ésta, se encuentran lóbulos de cloroplasto con estigma.
- **Aspectos ecológicos:** Se trata de un género cosmopolita. Puede ser de vida libre o estar asociado a algún sustrato en colonias ramificadas y requiere altas cantidades de fósforo para su crecimiento (Patil, Patil y Sathe, 2019).
- **Comunidad microbiana en que se registra en Sucus:** Fitoplancton.
- **Comunidad microbiana en que se registra en Mogotes:** Perifiton y fitoplancton.

MORFOLOGÍA



5. EPÍLOGO

Tras un recorrido detallista de las diferentes morfologías de los microorganismos fotosintéticos que conforman las comunidades del perifiton y el fitoplancton de estos dos embalses altoandinos ecuatorianos, se comprueba que muchos de sus elementos se comparten entre Sucus y Mogotes. Sus aguas mantienen la calidad microbiológica que garantiza un suministro adecuado de agua para consumo humano para la población de Quito, Ecuador, para las que están destinadas.

Este esfuerzo por poner a disposición de los gestores del agua un instrumento que cimiente las bases de investigaciones posteriores y monitoreos enfocados en determinados taxones que puedan resultar claves para la toma de decisiones trascendentales, ha tomado su tiempo y ha debido franquear innumerables barreras, entre las que se cuentan la propia pandemia por Covid-19. Los ecosistemas de alta montaña están experimentando cambios más drásticos que sistemas de condiciones ambientales menos extremas, por su altitud, exposición a la radiación solar y posible intervención humana que crece, así como sus necesidades alimenticias y de búsqueda de abrigo y propiedad.

El incremento de la temperatura y las mismas fluctuaciones erráticas que se están produciendo a nivel global, y que ya no pasan desapercibidas a investigadores, reporteros ni comunidad, pueden poner en peligro la gran biodiversidad representada en la fracción invisible. Son, entonces, propuestas como la que se ha cristalizado aquí que permiten conocer qué hay, para poder prevenir los potenciales cambios en las comunidades que conforman las bases de la complejización de la vida de los ecosistemas y tomar medidas de prevención ante lo que pudiera ocurrir si determinados grupos de microalgas o cianobacterias llegaran a desaparecer o a prevalecer por encima de las demás.

Esa evaluación no es sencilla, pues no se puede hablar de taxones aislados que reaccionan de maneras previsibles frente a los cambios ambientales. Una cosa muy

diferente es poder llevarlos a un laboratorio y ponerlos a prueba frente a condiciones controladas de factores como la temperatura, la cantidad de nutrientes disponibles, el pH, la intensidad de luz... Extrapolar al ambiente real lo que podría suceder si tal o cual factor ambiental se viera alterado, a pesar de que se conociera cómo reaccionaría una especie individual, no es posible. Una comunidad es eso, una red compleja de relaciones entre organismos con diferentes papeles que cumplir, que funcionan en determinada armonía mientras lo permita la resiliencia del ecosistema o, lo que es lo mismo, la flexibilidad del sistema en su conjunto de adaptarse a fluctuaciones sin mayores pérdidas ni gastos excesivos de energía.

Sería ideal si se pudieran concretar colectas más sistemáticas, de carácter menos restringido, divulgables y compartibles con la comunidad científica, los gestores y las autoridades, que conduzcan no sólo a reconocer e identificar la riqueza especie-específica de las comunidades del fitoplancton y el perifiton, sino a analizar a lo largo del tiempo cómo fluctúan, cuáles dominan, qué consecuencias tienen cambios puntuales en la composición de las comunidades fotosintéticas, pero también sus consecuencias a nivel de los siguientes escalones de las cadenas tróficas acuáticas.

La definición de estaciones de muestreo más representativas para los embalses, de frecuencias de evaluación del estado biológico de los ecosistemas a lo largo de todo el año y de muchos años, poder definir qué taxones dominan en términos de abundancia y en distribución espacio-temporal, entre otras, pueden ayudar a arrojar más luces sobre qué esperar de cara al futuro. Por ahora, podemos dejar que los lectores atisben, al menos, qué taxones podrían representar buenos indicadores biológicos de la calidad del agua y del estado del ecosistema (Tabla 2) como para que puedan ser priorizados o monitorizados con más asiduidad para comprobar sus poblaciones y, así, adelantar las medidas de contingencia que harían falta en diferentes escenarios, en función de los intereses, la capacidad económica y la disposición política de otorgarles la importancia que verdaderamente merecen.

De antemano, muchas gracias por su interés y ojalá esta herramienta pueda suscitar más de una curiosidad a futuro.

Nuestro crimen es ser hombres (y MUJERES) y querer conocer.

Alphonse de Lamartine (1790-1869), Historiador, político y poeta francés.

6. LITERATURA CITADA

Aguilera, A. y Echenique, R. (2017). *Cyanobacteria nocivas de ambientes acuáticos continentales: taxonomía y ecología*. Buenos Aires, Argentina: Departamento de Salud Ambiental. Dirección Nacional de Determinantes de la Salud. Ministerio de Salud de la Nación.

Ahmad, N., Wanganeo, A. y Raina, R. (2015). Variability in Water Quality and Phytoplankton Community during Dry and Wet Periods in the Tropical Wetland, Bhopal, India. *Journal of Ecosystem & Ecography, 05*(02), 1-8.

Almanza, V., Parra, O., Bicudo, C., Sant'Anna, C., Figueroa, R., Urrutia, R., Lara, F., Beltrán, J, Baeza, C. y González, P. (2016). *Guía para el estudio de Cianobacterias en el sistema lacustre del Gran Concepción, Chile. Aspectos taxonómicos, ecológicos, toxicológicos y de control-vigilancia* (1era ed.) (p. 64). Concepción, Chile: Oscar Parra.

Andreote, A., Genuário, B., Barbiero, L., Rezende-Filho, T. y Fiore, F. (2014). Nonheterocytous cyanobacteria from Brazilian saline-alkaline lakes. *Journal of Phycology, 50*(4), 675–684. Recuperado de https://n9.cl/5dscy

Aula de Estudio del Lago de Sanabria (AELS). (2017). Historia taxonómica de *Tabellaria flocculosa.* Recuperado de https://n9.cl/77y2

Bahls, L. (2012). *Stauroneis*. En S. A. Spaulding, I. W. Bishop, M. B. Edlund, S. Lee, P. Furey, E. Jovanovska, y M. Potapova, (Eds.), *Diatoms of North America*. Consultado el 16 de diciembre de 2021 en https://diatoms.org

Bere T. y Tundisi, J. G. (2011). Diatom-based water quality assessment in streams influence by urban pollution: effects of natural and two selected artificial substrates, São Carlos-sp, Brazil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, 15*(1), 54-63.

Bicudo, G., Godinho, L. y Oliveira, M. (2007). Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP: Algas, 24: Zygnemaphyceae (Desmidiales: *Octacanthium*, *Staurastrum* e *Staurodesmus*). *Hoehnea, 34*(4), 497–517. doi: https://doi.org/10.1590/S2236-89062007000400006

Biggs, B. y Kilroy, C. (2010). *Stream Periphyton Monitoring Manual*. New Zealand Ministry for the Environment, Christchurch, Nueva Zelanda: NIWA. Recuperado de https://niwa.co.nz/sites/niwa.co.nz/files/import/attachments/peri_complete.pdf

Burgos-Romero, M. (2010). *Atlas de microorganismos planctónicos presentes en los humedales andaluces* (1ra ed.). Andalucía, España: Junta de Andalucía.

Cadena, M., Molina, D., Carvajal, A., Ontaneda, D. y Morales, E. (2013). Bioprospección de macrocolonias de *Nostoc* sp. en Los Andes ecuatorianos. *Acta Botánica Venezuelica, 36*(2), 287-307.

Camacho, M. (2014). Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. *Anales, 1*(372), 1-16. doi: https://doi.org/10.29166/anales.v1i372.1241

Cantoral, E., Asencio, A. y Aboal, M. (2017). Cianotoxinas: efectos ambientales y sanitarios. Medidas de prevención. *Hidrobiológica, 27*(2), 241-251. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01888897201700020024l&lng=es&tlng=es

Cantoral-Uriza, E. y Sanjurjo, M. (2008). Diatomeas (Bacillariophyceae) del marjal Oliva-Pego (Comunidad Valenciana, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid, 65*(1), 111-128.

Carter, L. y Resh, H. (2005). 12 - Pacific coast rivers of the coterminous United States. En A. Benke y C. Cushing (Eds.), *Rivers of North America (*540–589). Estados Unidos: Elsevier Academic Press. doi: https://doi.org/10.1016/B978-012088253-3/50015-8

Carvajal, A., Cadena, M., Molina, D., Romero, P., Gavilánez, F. y Morales, E. (2013). Culture of a carotenogenic strain of the *Chlorococcum* sp. (Chlorophyta: Chlorococcales) isolated from rhizosphere *Vicia faba* (bean). *Acta Botánica Venezuelica, 36*(2), 309-324. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/862/86238659014.pdf

Cervantes, M. (2007). Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. En O. Sánchez, M. Herzig, E. Peters, R. Márquez y L. Zambrano (Eds.). *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México* (37-67). Michoacán, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, United States Fish & Wildlife Service, Unidos para la Conservación A. C. y Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo.

Cirés Gómez, S., Quesada de Corral, A. y Ruza Rodríguez, J. (2011). *Catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas de las aguas continentales españolas.* Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Coesel, P. y Meesters, K. (2002). *European Flora of the desmid genera*-Staurastrum *and* Staurodesmus (2da ed). Zeist, Holanda: KNNV Uitgeverij.

Coesel, P. y Meesters, K. (2017). *European Flora of the desmid genera*-Closterium (1ra ed). Zeist, Holanda: KNNV Uitgeverij.

Comas, A., Moreira, A., León, A., Uriza, S. y García, O. (2009). *Algas y sus relaciones con características ecológicas del río Damují* (1era ed.). Cienfuegos, Cuba: Universo Sur.

Comas-González, A. (2009). *Catálogo de las algas y cianoprocariotas dulceacuícolas de Cuba* (1era ed.). Cienfuegos, Cuba: Universo Sur.

Corrales-Morales, M., Villalobos, K., Rodríguez-Rodríguez, A., Muñoz-Simón, N. y Umaña-Castro, R. (2017). Identificación y caracterización molecular de cianobacterias tropicales de los géneros *Nostoc*, *Calothrix*, *Tolypothrix* y *Scytonema* (Nostocales: Nostocaceae), con posible potencial biotecnológico. *UNED Research Journal, 9*(2). doi: 10.22458/urj.v9i2.1710

Das, S. K. (2015). Floristic Survey of Algae in Vikramsila Gangetic Dolphin Sanctuary, Bihar (India). *Nelumbo, 57*(1), 124-134. doi: https://doi.org/10.20324/nelumbo/v57/2015/87116

De Meo, S., Grassi, F., Marcheggiani, S., Puccinelli, C., Vendetti, C. y Mancini, L. (2014). *Atlante on line delle diatomee bentoniche dei corsi d'acqua italiani* (1st ed.). Roma, Italia: ISPRA.

DeColibus, D. (2013). *Tabellaria fenestrata*. En S. A. Spaulding, I. W. Bishop, M. B. Edlund, S. Lee, P. Furey, E. Jovanovska, y M. Potapova (Eds.), *Diatoms of North America*. Consultado el 16 de diciembre de 2021 en https://diatoms.org

Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS). (2021). *Protocolo de colecta y procesamiento de muestras*. Departamento de Gestión de Recursos Hídricos de la EPMAPS.

Skinner, S. y Entwisle, T. (2015). *Mougeotia* (Zygnemaceae, Streptophyta) in Australia. *Telopea, 18*(1), 481–494. Recuperado de https://n9.cl/0q4ty

Escobar, M. J., Terneus, E. y Yánez P. (2013). El plancton como bioindicador de la calidad del agua en zonas agrícolas andinas, análisis de caso. *Qualitas, 5*(1), 17-37.

Escobar, S. (2020). Determinación de microorganismos considerados indicadores biológicos de eutrofización en la laguna Huacracocha Huancayo en el período abril a septiembre del año 2019. Tesis de grado no publicada. Universidad Continental, Huancayo, Perú.

Fondo para la Protección del Agua (FONAG). (2019). *Planes de Manejo de los Embalses*

Salve Faccha, Sucus y Mogotes. Ecuador. Recuperado de http://geovisor.fonag.org.ec/documents/876/download

Gama, J., Pavón, E., Ramírez, T. y López, O. (2010). *Análisis de calidad del agua: relación entre factores bióticos y abióticos*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

García, M., Vera, M., Benetti, C. y Blanco, L. (2016). Identificación y clasificación de los microhábitats de agua dulce. *Acta Zoológica Mexicana, 32*(1): 12-31. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/575/57544858003.pdf

Gerrath, J. (2003). Conjugating green algae and desmids. En J. D. Wehr, R. G. Sheath y J. P. Kociolek (Eds.). *Freshwater Algae of North America* (353-381). Londres, Inglaterra: Academic Press.

Godinho, R., González, A. y Bicudo, C. (2010). Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP: algas, 30: Chlorophyceae (família Scenedesmaceae). *Hoehnea, 37*(3), 513–553. Recuperado de https://n9.cl/ljayk

Gómez-Luna, L. (2007). Microalgas: aspectos ecológicos y biotecnológicos. *Revista Cubana de Química, 19*(2), 5. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/4435/443543707001.pdf

González-García, J. C., Silva-Quiguiri, N. A., Lindao-Córdova, V. A., Godoy-Ponce, S. C. y Medina-Serrano, C. A. (2019). Degradación de la clorofila presente en *Spirogyra* spp. como indicador socio ambiental de la presencia de plaguicidas organofosforados. *European Scientific Journal ESJ, 15*(21), 398. doi: 10.19044/esj.2019.v15n21p395

Guamán, M. y González, N. (2016). *Catálogo de microalgas y cianobacterias de agua dulce del Ecuador*. Quito, Ecuador: Corporación para la Investigación Energética, Laboratorio de Biotecnología Energética.

Guiry, G. M. (2021a). *Cocconeis placentula* Ehrenberg 1838. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 29 de marzo de 2021. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, G. M. (2021b). *Sphaerocystis* Chodat, 1897. En M. D. Guiry y G. M. Guiry 1 de julio de 2012. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, G. M. (2021c). *Planktosphaeria gelatinosa* G.M.Smith 1918. En M. D. Guiry y

G. M. Guiry. 5 de octubre de 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, G. M. (2021d). *Nostoc commune* Vaucher ex Bornet & Flahaul, 1888. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 1 de noviembre de 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, G. M. (2021e). *Phacus orbicularis* Hübner, 1886. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 2 de diciembre de 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021a). *Cymbella* C.Agardh, 1830, nom. et typ. cons. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 25 de enero de 2017. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021b). *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg 1832. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 25 de agosto de 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021c). *Gomphonema truncatum* Ehrenberg 1832. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 28 de octubre de 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021d). *Fragilaria* Lyngbye, 1819. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 6 de julio de 2021. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021e). *Hannaea* R.M.Patrick, 1966. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 5 de mayo de 2015. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021f). *Ulnaria* (Kützing) Compère, 2001. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 22 de noviembre de 2017. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021g). *Diploneis* Ehrenberg ex Cleve, 1894. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 26 de enero de 2017. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021h). *Pinnularia* Ehrenberg, 1843, nom. et typ. cons. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 18 de octubre de 2015. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021i). *Stauroneis* Ehrenberg, 1843. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 28 de febrero de 2016. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021j). *Tabellaria* Ehrenberg ex Kützing, 1844. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 26 de enero de 2016. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021k). *Epithemia* Kützing, 1844. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 20 de octubre de 2011. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021l). *Rhopalodia* O.Müller, 1895, nom. cons. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 22 de noviembre de 2021. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021m). *Surirella* Turpin, 1828. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 20 de octubre de 2011. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021n). *Amphora* Ehrenberg ex Kützing, 1844. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 22 de noviembre de 2021. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021o). *Elakatothrix gelatinosa* Wille 1898. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 19 de diciembre de 2011. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021p). *Closterium* Nitzsch ex Ralfs, 1848. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 11 de septiembre 2013. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021q). *Closterium acerosum* Ehrenberg ex Ralfs 1848. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 22 de marzo 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021r). *Closterium gracile* Brébisson ex Ralfs 1848. En M. D. Guiry, y G. M. Guiry. 3 de septiembre 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021s). *Closterium kuetzingii* Brébisson 1856. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 3 de septiembre 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021t). *Actinotaenium* (Nägeli) Teiling, 1954. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 11 de septiembre 2013. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021u). *Cosmarium* Corda ex Ralfs, 1848. En M. D. Guiryy G. M. Guiry. 11 de septiembre 2013. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021

Guiry, M. D. (2021v). *Hyalotheca* Ehrenberg ex Ralfs, 1848. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 11 de septiembre de 2013. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021w). *Hyalotheca dissiliens* Brébisson ex Ralfs 1848. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 10 de septiembre de 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021x). *Staurastrum chaetoceras* (Schröder) G.M.Smith 1924. En M. D.

Guiry y G. M. Guiry. 25 de marzo de 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021y). *Staurastrum tohopekaligense* Wolle 1885. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 3 de noviembre de 2019. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021z). *Staurodesmus* Teiling 1948. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 11 de septiembre de 2013. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021aa). *Staurodesmus convergens* (Ehrenberg ex Ralfs) S.Lillieroth 1950. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 9 de septiembre de 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021ab). *Staurodesmus extensus* (O.F.Andersson) Teiling 1948. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 9 de septiembre de 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021ac). *Staurodesmus glaber* (Ralfs) Teiling 1948. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 9 de septiembre de 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021ad). *Mougeotia* C.Agardh, 1824, nom. cons. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 13 de marzo de 2017. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021ae). *Spirogyra* Link, 1820, nom. cons. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 18 de octubre de 2015. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021af). *Zygnema* C.Agardh, 1817, nom. et typ. cons. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 18 de octubre de 2015. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication,

National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021ag). *Stigeoclonium* Kützing, 1843, nom. cons. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 23 de mayo de 2018. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021ah). *Chlamydomonas* Ehrenberg, 1833, nom. cons. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 31 de diciembre de 2017. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021ai). *Eudorina* Ehrenberg, 1832. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 24 de enero de 2012. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 13 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021aj). *Pandorina morum* (O.F.Müller) Bory 1826. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 1 de noviembre de 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021ak). *Microspora* Thuret, 1850, nom. cons. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 14 de febrero de 2017. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021al). *Tetraëdron* Kützing, 1845. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 15 de mayo de 2016. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021am). *Desmodesmus* (R.Chodat) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald, 1999. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 26 de enero de 2012. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 13 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021an). *Scenedesmus* Meyen, 1829. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 1 de febrero de 2016. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021ao). *Bulbochaete* C.Agardh, 1817. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 29 de diciembre de 2015. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University

of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021ap). *Oedogonium* Link ex Hirn, 1900. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 29 de enero de 2019. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021aq). *Nephrocytium agardhianum* Nägeli, 1849. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 5 de septiembre de 2021. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021ar). *Nephrocytium* Nägeli, 1849. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 4 de septiembre de 2021. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021as). *Lagerheimia ciliata* (Lagerheim) Chodat 1895. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 20 de noviembre de 2018. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 13 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021at). *Oocystis* Nägeli ex A.Braun, 1855. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 10 de noviembre de 2015. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021au). *Willea rectangularis* (A.Braun) D.M.John, M.J.Wynne y P.M.Tsarenko 2014. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 11 de agosto de 2015. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021av). *Anabaena* Bory ex Bornet & Flahault, 1886, nom. cons. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 30 de noviembre de 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021aw). *Phormidium* Kützing ex Gomont, 1892. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 11 de marzo de 2018. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021ax). *Snowella lacustris* (Chodat) Komárek y Hindák 1988. En M. D.

Guiry y G. M. Guiry. 9 de julio de 2014. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021ay). *Merismopedia* Meyen, 1839. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 16 de julio de 2018. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021az). *Euglena* Ehrenberg, 1830. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 29 de diciembre de 2017. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021ba). *Trachelomonas* Ehrenberg, 1834. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 29 de diciembre de 2017. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021bb). *Trachelomonas hispida* (Perty) F.Stein 1878. En M. D. Guiry y G. M. Guiry 20 de octubre de 2020. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021bc). *Peridinium* Ehrenberg, 1830. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 21 de octubre de 2018. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, M. D. (2021bd). *Dinobryon* Ehrenberg, 1834. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 10 de octubre de 2021. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Guiry, W. (2021). *Navicula* Bory, 1822. En M. D. Guiry y G. M. Guiry. 5 de febrero de 2019. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Hall, J. D., McCourt, R.M. y Delwiche, C. F. (2008). Patrones de división celular en las desmidiaceae filamentosas, parientes cercanos de algas verdes de plantas terrestres. *Revista Americana de Botánica, 95*(6), 643–654. Recuperado de http://www.jstor.org/stable/27793054

Hernández-González, S. (2012). Indicadores biológicos de calidad de las aguas superficiales de la subcuenca del Río Viejo, utilizando Fitobentos (Diatomeas). *Universidad y Ciencia, 6(*9), 20-23. doi: 10.5377/uyc.v6i9.1952

Heudre, D., Wetzel, E., Moreau, L., Vijver, B. y Ector, L. (2019). On the identity of the rare *Fragilaria subconstricta* (Fragilariaceae), with *Fragilaria* species forming ribbon-like colonies shortly reconsidered. *Plant Ecology and Evolution, 152*(2), 327–339. Recuperado de https://n9.cl/nym7

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INHAMI]. (2021). *Pronóstico del clima de los meses de febrero y abril del Parque Nacional Cayambe Coca- Embalse Sucus*.

Jakubowska, N. y Szeląg-Wasielewska, E. (2015). Toxic Picoplanktonic Cyanobacteria—Review. *Marine Drugs, 13*(3), 1497. doi: https://doi.org/10.3390/MD13031497

Joh, G. (2014). Diatom flora of genus *Stauroneis* (Bacillariophyta) from mainly the mountain peatlands of Korea. *Journal of Ecology and Environment, 37*(4), 257-270.

John, D., Whitton, B. y Brook, A. (2002). *The freshwater algal flora of the British Isles*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.

Kociolek, P. y Spaulding, A. (2003). *Eunotioid and asymmetrical naviculoid diatoms of North America. Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification* (2nd Ed). Londres, Inglaterra: Academic Press.

Komárek, J. (2003). *Coccoid and colonial cyanobacteria. Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification* (2nd Ed). Londres, Inglaterra: Academic Press.

Kukwa, D. T. y Chetty, M. (2020). Microalgae: The Multifaceted Biomass of the 21st Century. En T. P Basso, T. O. Basso y L. C. Basso (Eds.), *Biotechnological Applications of Biomass* (Edited Volume [1]) (1-28). doi: 10.5772/intechopen.94090

Laughinghouse, H., Berthold, D., Marble, S. y Saha, D. (2019). Biología y Manejo de *Nostoc* (Cyanobacteria) en Viveros e Invernaderos. *EDIS*, (2). doi: 10.32473/edis-ag432-2019

Leander, B. S., Lax, G., Karnkowska, A. y Simpson, A. G. B. (2017). Euglenida. En J. M. Archibald, G. B. Alastair y Slamovits, C. H. (Eds.). *Handbook of the Protists* (1047-1088). Springer Nature Switzerland AG. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-32669-6_13-1

Liu, X., Zhu, H., Liu, B., Liu, G. y Hu, Z. (2017). Phylogeny and morphology of genus Nephrocytium (Sphaeropleales, Chlorophyceae, Chlorophyta). *Phytotaxa, 319*(1), 84-92. Recuperado de https://n9.cl/0x4za

López-Mendoza, Z., Tavera, R. y Novelo, E. (2015). El fitoplancton de un canal de Xochimilco y la importancia de estudiar ecosistemas acuáticos urbanos. *TIP Revista Especial-*

izada en Ciencias Químico-Biológicas, 18(1):13-28. doi: 10.1016/j.recqb.2015.05.002

López-Sáez, J., López-Merino, L., Cugny, C. y Galop, D. (2005). Paleoecología de medios húmedos: el aporte de los microfósiles no polínicos. *Nuestra Tierra, 1*(1), 13-15. Recuperado de https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00966939/document

Martínez, G., Godínez, L., y Zúñiga, A. (2014). Biodiversity of inland water phytoplankton in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad, 85,* 54–61. Recuperado de https://n9.cl/ysr8w

Mazalová, P. y Poulíèková, A. (2008). Diversity and ecology of desmids of peat bogs in the Jizerské hory. *Mts. Biologia, 63*(6), 895–900. Recuperado de https://n9.cl/gqjds

Medeiros, G., Wedig, A., Ferreira, P., Ludwig, T. y Bueno, N. (2018). *Gomphonema* Ehrenberg (Bacillariophyceae, Gomphonemataceae) del río São Francisco Falso, Paraná, Brasil. *Biota Neotropica, 18*(3), e20170495. doi: 10.1590/1676-0611-bn-2017-0495

Medina-Tombé, M., Sala, S., Vouilloud, A. y Ramírez-Restrepo, J. (2017). Comparación morfológica y distribución geográfica de las especies *Tabellaria fenestrata* y *Tabellaria flocculosa* (Bacillariophyceae) en sistemas lóticos e indios de Colombia. *Actualidad Biológicas, 39*(107), 43-50. doi: 10.17533/udea.acbi.v39n107a05

Ministerio del Ambiente y Agua (MAAE). (2005). *Complejo de Humedales Ñucanchi-Turupamba*. Recuperado de https://studylib.es/doc/6910201/complejo-de-humedales-%C3%B1ucanchi-turupamba---suia

Ministerio del Ambiente y Agua (MAAE). (2021). *Parque Nacional Cayambe Coca*. Recuperado de https://www.ambiente.gob.ec/parque-nacional-cayambe-coca/

Montoya, H. (1974). Estudio preliminar de las algas de la zona de Pucallpa. *Revista peruana de biología, 1* (1), 17-30.

Montoya-Moreno, Y., Aguirre, N. y Cano M. G. (2013). Estructura del epifiton de diferentes macrófitas acuáticas de un sistema de planos inundables tropicales. *Investigación, Biodiversidad y Desarrollo, 32*(2), 98-99. Recuperado de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/24618/CONICET_Digital_Nro.62f8a622-b46c-4034-aede-2488515dd199_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Naselli-Flores, L. y Barone, R. (2009). Green Algae. En G. E. Likens (Ed.). *Encyclopedia of Inland Waters* (166–173). Academic Press. doi: https://doi.org/10.1016/B978-012370626-3.00134-4

National Institute for Environmental Studies, Japan [NIES]. (2020) *Trachelomonas*. En

The World of Protozoa, Rotifera, Nematoda and Oligochaeta. Recuperado de https://www.nies.go.jp/chiiki1/protoz/morpho/flagella/trac-nas.htm

Nikon Instruments Inc. (2021). *Zygnema* Filamentous Algae. Recuperado de https://www.biodiversidadvirtual.org/micro/Zygnema-img410.html

Ontaneda, D. (2021). *Colecta de muestras. Etiqueta de frascos de muestras recolectadas [Figura 10]*. Recuperado del Protocolo de recolección de muestras del Departamento de Gestión de Recursos Hídricos de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS-Q).

Patil, A., Patil, S. y Sathe, S. (2019). Diversity of microphytes from some reservoirs of Kolhapur district. *Plant Science Today, 6*(4), 495–504. Recuperado de https://n9.cl/x770o

Ramos, P., Alves-Da-Silva, S., Bicudo, M. y Moura, C. (2017). Euglenophyceae from bromeliad phytotelmata: New records for Bahia state and Brazil. *Check List, 13*(5), 447–454. Recuperado de https://n9.cl/g4pxh

Pereira, A. y Parra, O. (2010). Las algas bentónicas de Concepción. *Gayana botánica, 41*(1), 13-28. Recuperado de www.cona.cl/pub/libro_bibliografia/1.PDF

Pulido-López, P. y Pinilla-Agudelo, G. (2017). Evaluación del estado trófico de El Salitre, último humedal urbano de referencia en Bogotá. *Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales, 41*(158), 44. doi: 10.18257/raccefyn.411

Rimarachin-Ching, V. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: perifiton.* Lima, Perú: Ministerio del Medio Ambiente

Rogers, K. (2013). *Peridinium.* Recuperado de: https://www.britannica.com/science/Peridinium

Roset, J., Aguayo, S. y Muñoz, M. (2001). Detección de cianobacterias y sus toxinas. Una revisión. *Revista de Toxicología, 18*(2), 65-71. Recuperado de https://rev.aetox.es/wp/index.php/18-2/#:~:text=Se%20hace%20necesario%20disponer%20de,que%20est%C3%A1n%20demostrando%20ser%20eficaces.

Sabater, S. (2009). Diatoms. En G. E. Likens (Ed.). *Encyclopedia of Inland Waters* (149–156). Academic Press. Recuperado de https://n9.cl/yzxa7

Sala, S., Ramírez, J., Vouilloud, A. y Plata, Y. (2013). *Surirella antioquiensis* sp. nov. y *S. rafaelii* sp. nov. (Bacillariophyta) de Colombia. *Acta Nova, 6* (1-2). Recuperado de https://n9.cl/v1mhz

Samiksha, J. (2021). *Cosmarium* Vegetative Body and Reproduction. Botany Library. Recu-

perado de https://www.botanylibrary.com/algae/class-chlorophyceae/cosmarium-vegetative-body-and-reproduction-algae-botany/14713Sasso, S., Stibor, H. y Grossman, M. (2018). The Natural History of Model Organisms: From molecular manipulation of domesticated *Chlamydomonas reinhardtii* to survival in nature. *Elife, 1*(1): 1-14. doi: https://doi.org/10.7554/eLife.39233.001

Secker, H., Chua, S., Laurie, E., McNoe, L., Guy, L., Orlovich, A. y Summerfield, C. (2016). Characterization of the cyanobacteria and associated bacterial community from an ephemeral wetland in New Zealand. *Journal of Phycology, 52*(5), 761–773. Recuperado de https://n9.cl/x5q21

Shakhmatov, A. S. y Pavlovskiy, E. V. (2019). Diversity of desmid algae (charophyta: Conjugatophyceae) in the vicinity of Yugorsk city (KMAO-yugra, Russia). *Folia Cryptogamica Estonica, 56,* 11–22. Recuperado de https://n9.cl/4nqm9

Sivonen, K. y Jones, G. (1999). *Toxic Cyanobacteria in Water* (1st ed.). Londres, Inglaterra: Ingrid Chorus and Jamie Bartram.

Spaulding, S. (2013). *Ulnaria.* En S. A. Spaulding, I. W. Bishop, M. B. Edlund, S. Lee, P. Furey, E. Jovanovska, y M. Potapova (Eds.), *Diatoms of North America*. https://diatoms.org; consultada el 16 de diciembre de 2021.

Stanford, A., Hauer, R., Gregory, V. y Snyder, B. (2005). Green algae and cyanobacteria in the Columbia River Basin. En A. Benke y C. Cushing (Eds.), *Rivers of North America (*590–653). Elsevier Academic Press. Recuperado de https://n9.cl/uy5qd

Šťastný, J. y Kouwets, F. A. C. (2012). New and remarkable desmids (Zygnematophyceae, Streptophyta) from Europe: Taxonomical notes based on LM and SEM observations. *Fottea, 12*(2), 293–313. Recuperado de https://n9.cl/znkxl

Summerfield, C. (2016). Characterization of the cyanobacteria and associated bacterial community from an ephemeral wetland in New Zealand. *Journal of Phycology, 52*(5), 761–773. Recuperado de https://n9.cl/x5q21

Umen, J. G. (2020). *Volvox* and volvocine green algae. *EvoDevo*. doi: https://doi.org/10.1186/s13227-020-00158-7

Vincent, W. F. (2009). Cyanobacteria. En G. E. Likens (Ed.). *Encyclopedia of Inland Waters* (226–232). Academic Press. doi: https://doi.org/10.1016/B978-012370626-3.00127-7

Wanganeo, A., y Raina, R. (2015). Variability in Water Quality and Phytoplankton Community during Dry and Wet Periods in the Tropical Wetland, Bhopal, India. *Journal of*

Ecosystem & Ecography, 05(02), 1-8. Recuperado de https://n9.cl/5jq9j

Wehr, J. D. y Sheath, R. G. (2003). Chapter 2 - Freshwater habitats of algae. En J. D. Wehr, G. Robert, J. Sheath y P. Kociolek (Eds.), *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification* (2da ed) (13-74). Londres, Inglaterra: Academic Press.

World Health Organization [WHO]. (2011). *Management of cyanobacteria in drinking-water supplies: Information for regulators and water suppliers.* Recuperado de http://www.who.int//water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/

