



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

DIRECCIÓN DE POSGRADO

MAESTRÍA EN BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

TEMA:

**ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD DE MICROALGAS Y
CIANOBACTERIAS EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS
CONTINENTALES DEL ECUADOR, PARA ESTABLECER LA
CALIDAD DEL AGUA**

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de Magister en Biodiversidad y Cambio Climático

Autor

Andrés Alejandro Arévalo Moreno

Tutor

Ph.D Ibon Tobes Sesma

QUITO – ECUADOR

2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Andrés Alejandro Arévalo Moreno, declaro ser autor del Trabajo de Investigación con el nombre **“ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD DE MICROALGAS Y CIANOBACTERIAS EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES DEL ECUADOR, PARA ESTABLECER LA CALIDAD DEL AGUA”**, como requisito para optar al grado de Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 8 días del mes de marzo de 2023, firmo conforme:

Autor: Andrés Alejandro Arévalo Moreno

Firma:
Número de Cédula: 1400553499
Dirección: Pichincha, Quito, La Gasca.
Correo Electrónico: andresare_bio@hotmail.com
Teléfono: 0999276754

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD DE MICROALGAS Y CIANOBACTERIAS EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES DEL ECUADOR, PARA ESTABLECER LA CALIDAD DEL AGUA” presentado por Andrés Alejandro Arévalo Moreno, para optar por el Título Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 8 de marzo del 2023

.....
Ph.D Ibon Tobes Sesma

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 8 de marzo del 2023

Andrés Alejandro Arévalo Moreno

1400553499

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema “ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD DE MICROALGAS Y CIANOBACTERIAS EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES DEL ECUADOR, PARA ESTABLECER LA CALIDAD DEL AGUA”, previo a la obtención del Título de Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 8 de marzo de 2023

.....

M.Sc. Ana Sofía Falconí
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

M.Sc. Esteban Terneus Jácome
VOCAL

.....

Ph.D Ibon Tobes Sesma
VOCAL

DEDICATORIA

A esas joyas microscópicas que habitan los ecosistemas acuáticos por despertar
asombro y pasión.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento infinito a mi familia por su apoyo y amor, a Ibon Tobes por el aporte constante en el desarrollo de esta tesis, a Silvana Gallegos por su ayuda como revisora del documento y conocimiento compartido, a Dianita, Mabel, Gabita y Álvaro por darme aliento a cada momento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
Área de estudio.....	8
Colecta y análisis de muestras.....	10
Medición de parámetros in situ.....	11
Calidad de agua.....	11
Análisis estadístico.....	12
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	13
Composición de especies.....	13
Parámetros físicoquímicos del agua.....	15
Análisis de componentes principales (ACP).....	16
Índice de contaminación orgánica.....	17
Similitud entre puntos de muestreo.....	19
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN.....	22
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
LITERATURA CITADA.....	32
ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No 1. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de los diferentes ecosistemas acuáticos continentales ecuatorianos.....	9
Tabla No 2. Índice de polución orgánica por géneros microalgales (Palmer, 1969).....	12
Tabla No 4. Valores de pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto en los ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos estudiados.....	15
Tabla No 5. Valores propios y porcentajes de varianza de los componentes del ACP.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No 1. Ubicación del área de estudio.....	9
Figura No 2. Composición porcentual de la riqueza específica de microalgas y cianobacterias en ecosistemas acuáticos continentales.....	13
Figura No 3. Distribución de la riqueza específica de microalgas y cianobacterias por sitio de muestreo.....	15
Figura No 4. Análisis de componentes principales de los parámetros analizados para los diferentes ecosistemas.....	17
Figura No 5. Valores del índice de contaminación orgánica de Palmer en los sitios de muestreo.....	18
Figura No 6. Expresión del Índice de contaminación orgánica de Palmer en 18 puntos de muestreo.....	19
Figura No 7. Dendrograma de similitud de Jaccard para los sitios de estudio en ecosistemas lénticos.....	20
Figura No 8. Dendrograma de similitud de Jaccard para los sitios de estudio en ecosistemas lóticos.....	21

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

**TEMA: ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD DE MICROALGAS Y
CIANOBACTERIAS EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS
CONTINENTALES DEL ECUADOR, PARA ESTABLECER LA
CALIDAD DEL AGUA**

AUTOR: Andrés Alejandro Arévalo Moreno

TUTOR: Ph.D Ibon Tobes Sesma

RESUMEN EJECUTIVO

Se estudió la riqueza de microalgas y cianobacterias en 18 ecosistemas lénticos y lóticos del país. Se registraron 129 especies distribuidas en 8 phyla, donde Charophyta y Chlorophyta fueron las más representativas con el 32% y 29% del total de las especies registradas. Se identificaron cianobacterias potencialmente tóxicas como *Dolichospermum* sp., *Microcystis* sp. y *Raphidiopsis* sp. El pH más bajo se presentó en el río Quijos (6,9) y el más alto en la laguna de Yambo y el río Pachanlica (8,7). La mayor conductividad fue en la laguna de Yambo 2190 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ y la mínima en el arroyo Agua Amarilla con 35 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$. El oxígeno disuelto varió entre 4,6 mg l^{-1} en la laguna de Yahuarcocha y 9,0 mg l^{-1} en la laguna de Papallacta. La temperatura osciló entre 10,1°C y 26,0°C relacionada con la ubicación geográfica de los sitios de estudio. En base a la presencia de géneros microalgales y cianobacterias se aplicó el índice de contaminación orgánica de Palmer y se determinó siete cuerpos de agua con Alta contaminación orgánica y Probable contaminación orgánica alta. Los resultados del índice de Palmer demuestran que existe contaminación por actividades antrópicas como vertidos de aguas residuales, agricultura, ganadería, industria, entre otros.

Palabras Clave: Calidad de agua, ecosistemas acuáticos, microalgas, cianobacterias

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
DIRECCIÓN DE POSGRADO
MAESTRÍA EN BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO

**THEME: STUDY OF THE DIVERSITY OF MICROALGAE AND
CYANOBACTERIA IN CONTINENTAL AQUATIC ECOSYSTEMS OF
ECUADOR, TO ESTABLISH WATER QUALITY**

AUTOR: Andrés Alejandro Arévalo Moreno

TUTOR: Ph.D Ibon Tobes Sesma

ABSTRACT

The richness of microalgae and cyanobacteria in 18 lentic and lotic ecosystems of the country was studied. A total of 129 species distributed in 8 phyla were registered, where Charophyta and Chlorophyta were the most representative with 32% and 29% of the total registered species. Potentially toxic cyanobacteria such as *Dolichospermum* sp., *Microcystis* sp. and *Raphidiopsis* sp. were identified. The lowest pH occurred in the Quijos River (6.9) and the highest in the Yambo Lake and the Pachanlica River (8.7). The highest conductivity was in the Yambo Lake with 2190 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ and the minimum in the Arroyo Agua Amarilla stream with 35 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$. Dissolved oxygen varied between 4.6 mg l^{-1} in the Yahuarcocha Lake and 9.0 mg l^{-1} in the Papallacta Lake. The temperature ranged between 10.1°C and 26.0°C related to the geographical location of the study sites. Based on the presence of some microalgae genera and cyanobacteria, the Palmer organic contamination index was applied and seven bodies of water ranked with High organic contamination and Probable high organic contamination. The results of the Palmer index show that there is contamination by anthropic activities such as wastewater discharges, agriculture, livestock, industry, among others.

KEYWORDS: Aquatic ecosystems, cyanobacteria, microalgae, water quality

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Ecuador, a pesar de ser uno de los países más pequeños de Sudamérica con una extensión de 256.370 km², es conocido por su gran biodiversidad en flora y fauna, su variedad de ecosistemas terrestres y numerosos ecosistemas acuáticos lóticos y lénticos (Bravo, 2014) distribuidos a lo largo de las tres regiones naturales continentales como son la sierra, costa y amazonia.

La región sierra o tierras altas de los Andes está conformada por ecosistemas de páramos de gran importancia por ser proveedores de agua, además de albergar bofedales y una gran variedad de lagos y lagunas de origen glacial y volcánico (Steinitz-Kannan, 1997). De aquí se origina una extensa red de cuencas hidrográficas que se distribuyen hacia el Pacífico o región costa a través de 77 cuencas, mientras que la amazonia es atravesada por 7 cuencas que ocupan el 52% del territorio ecuatoriano (CNRH, 2002). Las condiciones climáticas como la evapotranspiración, precipitación, o la humedad relativa del aire, así como condiciones edáficas y de vegetación juegan un papel importante ya que determinan los sistemas hidrológicos en cada una de estas regiones. (UICN, 2014).

Los ecosistemas acuáticos continentales en Ecuador son de vital importancia debido a que proveen de varios servicios ecosistémicos como culturales, provisión de agua y hábitat, regulación, apoyo, además de su potencial para el desarrollo de investigaciones científicas y potencial educativo (Limburg, 2009). Se estima que existe a nivel nacional un volumen de 376,0 km³ anuales de agua dulce en sus sistemas superficiales como cauces, lagos y embalses. Esta abundancia de agua

ocurre gracias a los factores topográficos y meteorológicos que influyen sobre la precipitación (Yáñez et al., 2017).

Debido a la riqueza de los recursos hídricos, se han construido obras de gran importancia en las últimas décadas en la sierra, costa y amazonia. Un ejemplo de ello son los embalses con el fin de captar y abastecer de agua potable a la población; proyectos multipropósitos para el abastecimiento, control de inundaciones y riego (Hidalgo-Bastidas, 2019), e hidroeléctricas de interés nacional para la producción y suministro de energía eléctrica (Arciniega et al., 2018).

Sin embargo, Aguirre et al., (2021) menciona que los ecosistemas acuáticos ecuatorianos, debido al crecimiento poblacional, así como el uso de tecnologías para el aprovechamiento de los recursos naturales, están sufriendo una fuerte presión. Entre las amenazas más importantes se mencionan la deforestación, la contaminación de los cuerpos de agua, la minería y la agricultura.

Todas estas problemáticas se ven agudizadas debido al escenario de cambio climático que también afecta al territorio ecuatoriano. Todo ello da como resultado que se vea fuertemente afectada la calidad y cantidad de agua y las respuestas ecosistémicas de los organismos acuáticos.

La eutrofización es quizá la principal consecuencia producto de la contaminación, presente especialmente en ecosistemas lénticos afectados por actividades antrópicas como la agricultura, ganadería y vertidos directos de aguas residuales. Es un indicador del deterioro del medio acuático debido al cambio en la calidad del agua que se da por el ingreso excesivo de nutrientes autóctonos o alóctonos (Lampert y Sommer, 2007).

Los nutrientes como nitratos y fosfatos alteran las características físicas y químicas iniciales en las que se encontraba el cuerpo de agua, provocando un aumento descontrolado de la biomasa de microalgas y cianobacterias, amenazando la vida de diferentes especies de peces, aves y mamíferos (Withers, et al., 2014), así

como los servicios ecosistémicos y estéticos de ríos, riachuelos, arroyos y otros sistemas fluviales.

Existen procesos de eutrofización en todos los continentes y la estrecha relación entre el crecimiento poblacional y los niveles de eutrofización debido a la contaminación se repite en todos los territorios (Roldán & Ramírez, 2008). El cambio climático es otro factor que desencadena procesos de eutrofización, debido a que las temperaturas cálidas aceleran el proceso eutrófico, además de que el incremento de la precipitación aumenta la escorrentía superficial y la entrada de nutrientes hacia el cauce de los cuerpos de agua, lo cual también favorece estos fenómenos de eutrofización (Moss et al., 2011).

En este sentido, existe un particular interés en el estudio de las microalgas y las cianobacterias en los cuerpos de agua debido a su sensibilidad y capacidad de respuesta dinámica sobre todo a factores como la carga de nutrientes y materia orgánica (Ptacnik et al., 2009). Estos microorganismos fotosintéticos eucariotas y procariotas viven en suspensión en la columna de agua de lagos, lagunas y embalses, y adheridos a diferentes tipos de sustratos en ríos, riachuelos u otros ambientes húmedos (Graham, Graham, & Wilcox, 2009; Esteves & Suzuki, 2011). Su distribución en los diferentes ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos está regulada por factores como la temperatura, luz, concentración de nutrientes, pH, turbidez, profundidad, velocidad del agua, entre otros (Reynolds, 2006). Las microalgas son productores primarios y constituyen la base de la cadena trófica, ya que son consumidos por organismos clasificados como consumidores primarios de ecosistemas marinos y de aguas continentales. Mediante el estudio de la producción primaria fitoplanctónica se puede estimar los flujos de energía en este tipo de ecosistemas (Ramírez & Alcaraz, 2002).

Además, la presencia de microalgas y cianobacterias en ecosistemas acuáticos continentales juegan un papel importante como indicadores biológicos (Vélez et al., 2016). Son utilizados para evaluar la calidad del agua como en procesos de eutrofización y contaminación mediante la detección de cambios en la

composición y distribución de la comunidad, sobre todo de los taxones más sensibles (Van Egeren et al., 2011).

En el caso de las cianobacterias son indicadores de eutrofización ya que responden a los cambios físicos y químicos del sistema especialmente al aumento de nutrientes como el nitrógeno (N) y el fósforo (P) (Paerl et al. 2003). Además, ciertas especies tienen la capacidad de producir toxinas como microcistinas, anatoxinas, saxitoxinas, entre otros (Paerl, 2014), que al contacto o ingesta de altas concentraciones pueden ser dañinas o letales para el ser humano y la fauna acuática (Svircev et al., 2009). Otros de los metabolitos secundarios terrosos o mohosos producidos por ciertas especies son la geosmina y el 2-metilisoborneol (MIB) que alteran las condiciones organolépticas del agua como el sabor y olor (Watson & Jüttner 2019).

Las diatomeas son otro grupo muy conocido y usado por su espectro de tolerancia como excelentes bioindicadores de pH, contaminación por metales pesados y eutrofización en ecosistemas lénticos y lóticos. Son una comunidad muy diversa que responde rápidamente a los cambios ambientales (Lobo 2013; Lobo et al. 2014, 2015). Varios géneros y especies de diatomeas son utilizados en índices de calidad de agua como el índice de Pantle y Buck (Pantle y Buck 1955) e Índice de ensamblaje de diatomeas para la contaminación orgánica del agua (DAIpo) propuesto para monitorear la contaminación orgánica en las aguas dulces japonesas (Watanabe et al. 1985, 1988; Watanabe y Asai 1992).

Sin embargo, existe un índice de fácil aplicabilidad y es uno de los más usados para determinar la calidad de agua, y es el Índice de Polución Orgánica propuesta por Palmer (1969) que se basa en la presencia de 20 géneros y especies de los diferentes *phyla* tolerantes a la contaminación orgánica, pero es de vital importancia conocer taxonómicamente los microorganismos presentes en cada uno de los cuerpos de agua.

En el país, los estudios sobre taxonomía, distribución y bioindicación de microalgas y cianobacterias en ecosistemas acuáticos continentales son muy escasos. Steinitz-Kannan et al. (2020) recopila y expone los primeros estudios ficológicos desde el año 1881 a 1968 en las que varios investigadores como Prescott, Whitton, Foerster y Cleve han contribuido con registros de los diferentes grupos taxonómicos como cianobacterias, algas-verdes y diatomeas presentes en lagunas y ríos ecuatorianos.

De igual manera, en ecosistemas lénticos destacan los trabajos de Rott (1981a) que realiza descripciones taxonómicas del fitoplancton de la laguna de Yambo, Limpio-pungo, San Pablo y Cuicocha; Steinitz-Kannan et al., (1983) en cuyo trabajo se evidencian los resultados de las propiedades físicas y químicas de 32 lagos ecuatorianos y los registros de varios taxones microalgales. En los estudios limnológicos en el lago San Pablo de Gunkel (2000), Casallas y Gunkel (2002) se establece el estado de las comunidades biológicas incluido el fitoplancton y su relación con las variables físico-químicas; Van Colen et al., (2016) con la limnología y estado trófico de lagos glaciares del Parque Nacional El Cajas, trabajo enfocado en los factores que controlan la productividad del fitoplancton y el estado trófico, mismo que incluye un registro a nivel de género y Molina-Santos et al., (2018) con el estudio de la resiliencia de la comunidad fitoplanctónica en la laguna andina de papallacta y sus afluentes, ocho años después de un derrame petrolero.

Finalmente, de los pocos estudios realizados en ecosistemas lóticos donde se registraron taxones microalgales y cianobacterias se puede mencionar a Álvarez-Mieles et al., (2013) que evalúa de la diversidad y abundancia de las comunidades bióticas acuáticas de plancton, macroinvertebrados y peces del río Guayas y sus relaciones con 39 variables físico-químicas.

En este sentido, el presente trabajo de investigación buscar aportar al conocimiento de la diversidad de microalgas y cianobacterias en 18 ecosistemas acuáticos de aguas continentales lóticos y lénticos ubicados en los Andes, costa y amazonia ecuatoriana, para ampliar el conocimiento que permita su uso como

bioindicadores de calidad de agua, mediante la elaboración de una guía fotográfica que contenga registro fotográfico y la descripción taxonómica de cada uno de los microorganismos identificados.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la diversidad de microalgas y cianobacterias en ecosistemas acuáticos continentales como bioindicadores de calidad de agua.

Objetivos específicos

- Determinar la riqueza de especies en cada uno de los cuerpos de agua lóticos y lénticos.
- Determinar la calidad de agua usando el índice de contaminación orgánica de Palmer.
- Elaborar una guía fotográfica de cada una de las taxa registradas.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Las muestras de microalgas y cianobacterias analizadas provienen de nueve lagunas (Papallacta, Yahuarcocha, San Marcos, San Pablo, Toreadora, Yambo, La Mica, Caricocha y El Salado) y nueve ríos (Copueno, Manta, Quijos, Abanico, Pachanlica, Río Santiago, Río Zamora, Río Apaquí y Arroyo Agua Amarilla), ubicados en varias provincias de la costa, sierra y oriente ecuatoriano, diferenciados por su topografía, clima, flora, fauna, población, entre otros. (Figura 1 y Tabla 1).

Los sitios de estudio fueron seleccionados tomando en cuenta el rango altitudinal, estado trófico y su fácil acceso por el transporte de muestras.

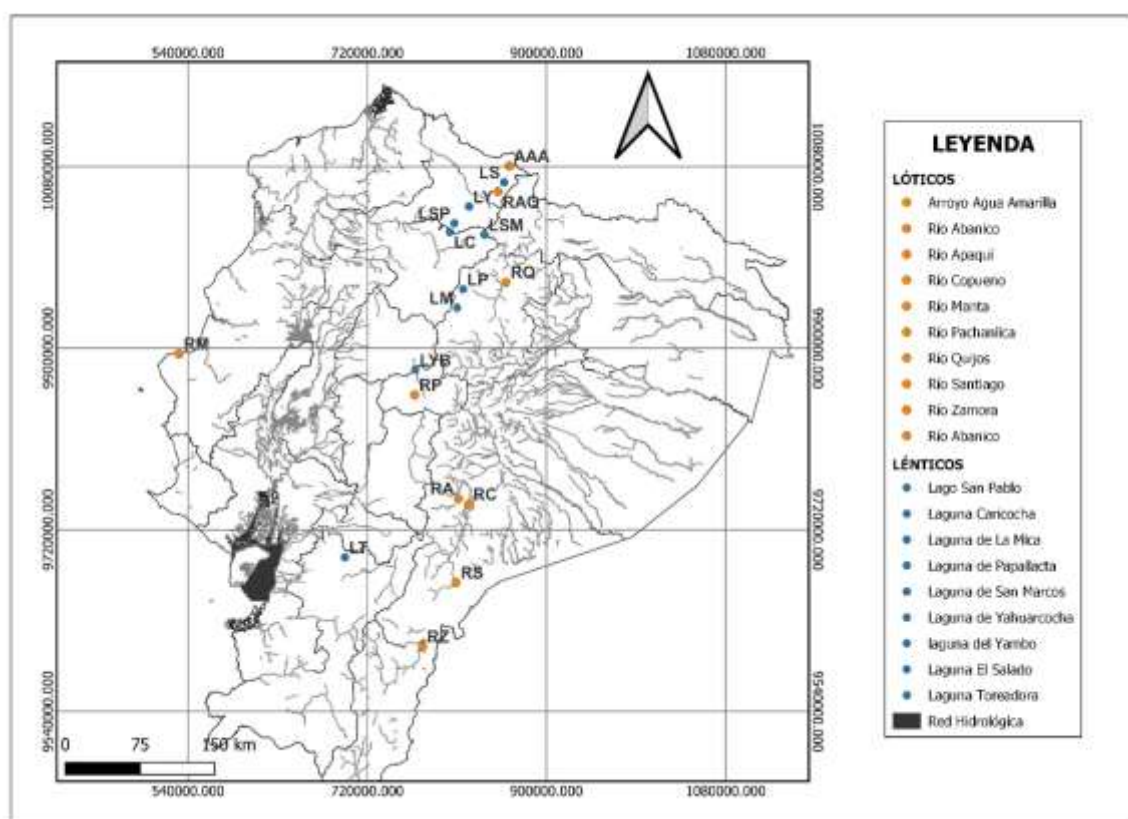


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Tabla1. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de los diferentes ecosistemas acuáticos continentales ecuatorianos.

CÓDIGO	SITIOS DE MUESTREO	PROVINCIA	TIPO DE ECOSISTEMA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ALTITUD (m.s.n.m)
LY	Laguna de Yahuarcocha	Imbabura	Léntico	17N 0822235 0040409	2180
LC	Laguna Caricocha	Imbabura	Léntico	17 N 0802961 0015187	2202
LSP	Lago San Pablo	Imbabura	Léntico	17 N 0807481 0023814	2672
LS	Laguna El Salado	Carchi	Léntico	18N 0189606 0064481	2760
LYB	Laguna de Yambo	Cotopaxi	Léntico	17M 0768255 9878620	2767
LSM	Laguna de San Marcos	Pichincha	Léntico	18N 0169786 0012537	3429
LP	Laguna de Papallacta	Napo	Léntico	17M 0816300 9958392	3436
LT	Laguna Toreadora	Azuay	Léntico	17M 0697554 9692753	3890

CÓDIGO	SITIOS DE MUESTREO	PROVINCIA	TIPO DE ECOSISTEMA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ALTITUD (m.s.n.m)
LM	Laguna de La Mica	Napo/Pichincha	Léntico	17M 0810222 9940119	3914
RM	Río Manta	Manabí	Lótico	17M 0530971 9894346	5
RS	Río Santiago	Morona Santiago	Lótico	17M 0809152 9667703	720
RZ	Río Zamora	Zamora Chinchipe	Lótico	17M 0775510 9604375	890
RC	Río Copueno	Morona Santiago	Lótico	17M 0821765 9745407	1070
RQ	Río Quijos	Napo	Lótico	18M 0191349 9965303	1500
RA	Río Abanico	Morona Santiago	Lótico	17M 0811459 9751014	1625
RP	Río Pachanlica	Tungurahua	Lótico	17M 0767512 9853766	2260
RAQ	Río Apaquí	Carchi	Lótico	18N 0183536 0055325	2465
AAA	Arroyo Agua Amarilla	Carchi	Lótico	18N 194614 0080494	3400

Colecta y análisis de muestras:

Las muestras fueron colectadas en cada sitio de estudio en diferentes fechas del año entre enero del 2021 y marzo del 2022, mediante el filtrado de 100 litros de agua de la zona litoral y limnética, a través de una red de arrastre de fitoplancton de 25 μm de apertura de poro; raspado de superficies de rocas u otros sustratos y mediante el estrujamiento de plantas acuáticas emergentes presentes en zonas litorales. De cada sitio de estudio se obtuvieron muestras por triplicado con el fin de evitar su pérdida durante el transporte. Posteriormente las muestras fueron fijadas con solución de transeau y glicerina (Bicudo y Menezes, 2017).

Con el fin de comprobar la precisión de la identificación y un posible sesgo de los microorganismos en cada una de las muestras, se realizaron tres montajes en portaobjetos para su observación. El estudio taxonómico y registro fotográfico se realizaron en un microscopio invertido Carl Zeiss Axio Vert.A1 acoplado con cámara Axio Cam 503 en objetivos de 40 y 63 x a través del software ZEN lite, el

mismo que permitió realizar las medidas morfométricas de cada uno de los individuos cuyos datos fueron usados para las descripciones taxonómicas.

El material bibliográfico utilizado y revisado para la identificación de los organismos fue: Komárek, 2005; Komárek y Zapomelová, 2007; Coesel y Meesters 2007; Rai y Misra, 2012; Rosini, Sant'Anna y Tucci, 2013; Kim, 2013a, 2013b, 2015; Felisberto y Souza, 2014 y Bicudo y Menezes, 2017; además, se consultó la base de datos en línea ALGAEBASE para la constatación de los nombres taxonómicos y sinonimias.

Medición de parámetros in situ

En cada uno de los sitios de estudio se obtuvieron datos *in situ* de los siguientes parámetros: temperatura (°C), conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), pH (cantidad de iones de hidrógeno) y oxígeno disuelto (mg/L), mediante un equipo multiparámetro marca YSI EXO1 mismo que incorpora 4 sensores calibrados con estándares certificados. Adicionalmente, previa medición de los parámetros en cada punto de muestreo se realizó una verificación de sensores con patrones de referencia para constatar que los datos obtenidos sean los correctos.

Calidad de agua

Se determinó la calidad del agua de los diferentes ecosistemas acuáticos mediante el uso del índice de contaminación orgánica propuesto por Palmer (1969). Este índice es aplicado a nivel mundial debido a que Palmer elaboró una lista de géneros y especies microalgales de distribución cosmopolita y seleccionó las más tolerantes a la contaminación orgánica en base a lo expuesto en otros trabajos de investigación (Tabla 2).

El índice se calcula mediante la suma de las puntuaciones de los taxones presentes en cada punto de muestreo. Cada taxon recibe una puntuación similar o diferente en función de su tolerancia frente a la contaminación orgánica: los taxones

más tolerantes reciben puntajes altos, mientras que los taxones menos tolerantes a la contaminación reciben puntajes bajos. Lo valores obtenidos con el cálculo del índice son clasificados en las siguientes categorías para determinar la calidad ecológica de las masas de agua: 0–10, no hay contaminación orgánica; 10–15, contaminación moderada; 15–20, probable evidencia de contaminación orgánica alta; 20 o más alta, contaminación orgánica.

Tabla 2: Índice de Polución Orgánica por géneros microalgales (Palmer, 1969)

GÉNERO	Índice de Polución	GÉNERO	Índice de Polución
<i>Anacystis</i>	1	<i>Micractinium</i>	1
<i>Ankistrodesmus</i>	2	<i>Navicula</i>	3
<i>Chlamydomonas</i>	4	<i>Nitzschia</i>	3
<i>Chlorella</i>	3	<i>Oscillatoria</i>	5
<i>Closterium</i>	1	<i>Pandorina</i>	1
<i>Cyclotella</i>	1	<i>Phacus</i>	2
<i>Euglena</i>	5	<i>Phormidium</i>	1
<i>Gomphonema</i>	1	<i>Scenedesmus</i>	4
<i>Leponciclis</i>	1	<i>Stigeoclonium</i>	2
<i>Melosira</i>	1	<i>Synedra</i>	2

Análisis estadístico

Se utilizó el análisis de componentes principales (ACP) para determinar los parámetros que influyen en la caracterización de los diferentes ecosistemas, a través del paquete estadístico Past4.11. Las variables utilizadas fueron: pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto; cuyos datos fueron estandarizados mediante Hellinger con la finalidad de homogenizar la distribución de las varianzas. Además, se generó un clúster mediante el método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) (Borcard et al., 2011) para los ecosistemas lóticos y uno para lénticos con el fin de calcular el índice de Jaccard y determinar la similaridad entre los puntos de muestreo en base a la presencia-ausencia de especies de microalgas y cianobacterias.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

Composición de especies

En base al análisis cualitativo de muestras provenientes de 9 lagunas y 9 ríos, se han registrado 129 taxa distribuidas en 8 phyla, de los cuales los más representativos fueron Charophyta con un 32% del total de especies, Chlorophyta con el 29%, seguido de Bacillariophyta y Cianobacteria con 16% y 13% del total de especies respectivamente; mientras que Euglenophyta, Ochrophyta, Miozoa y Cryptophyta registraron porcentajes menores (Figura 2).

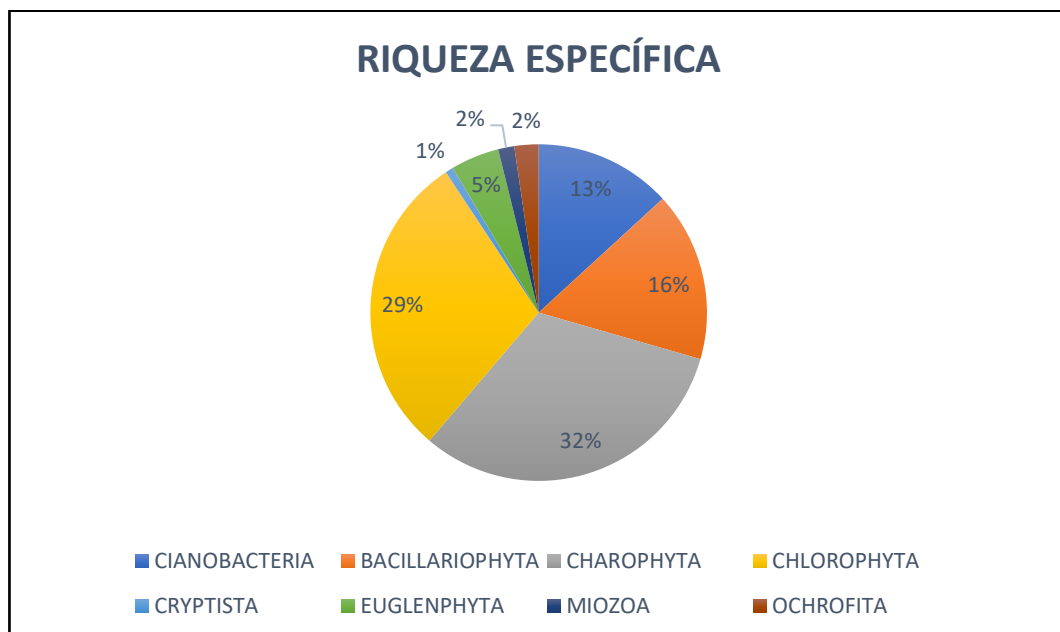


Figura 2. Composición porcentual de la riqueza específica de microalgas y cianobacterias en 18 ecosistemas acuáticos continentales.

Gran parte de microalgas y cianobacterias identificadas son de hábitos planctónicos entre las que se destacan los géneros: *Gomphosphaeria*, *Closterium*, *Staurastrum*, *Elakatothrix*, *Ankistrodesmus*, *Eudorina*, *Oocystis*, *Pandorina*, *Dinobryon*, *Ceratium*, *Euglena*, *Phacus*. Se identificaron individuos potencialmente tóxicos de cianobacterias pláncnicas como *Dolichospermum* sp. y *Microcystis* sp. en las lagunas de Yahuarcocha, San Marcos, San Pablo, Toreadora, El Salado, Yambo y Río Manta; además de *Raphidiopsis* sp. que fue registrada únicamente en la laguna de Yahuarcocha (Anexo 1).

La presencia de diatomeas como *Fragilaria* sp., *Gomphonema* sp., *Navicula* sp., *Surirella* sp. y *Synedra* sp., fueron muy comunes tanto en ambientes lóticos como lénticos. Por otro lado, la distribución de las charofitas y clorofitas fue muy particular en este estudio, ya que la mayoría de las especies estuvieron presentes en ambientes lénticos a excepción de especies como *Cosmarium botrytis*, *C. formosulum*, *C. goniodes*, *C. humile*, *C. quadrifarium* y *Euastrum denticulatum* que fueron registradas únicamente en el arroyo Agua Amarilla.

Finalmente, las especies de los phylum Cryptophyta, Euglenophyta, Miozoa y Ochrophyta fueron registradas en ambientes lénticos a excepción de *Euglena* sp y *Leponciclis* sp. que estuvieron presentes tanto en lagos como ríos.

En cuanto a la presencia de los taxa por sitio de muestreo (Figura 3), los ecosistemas lénticos como el lago San Pablo (LSP) presentaron la mayor riqueza específica con 66 especies, seguido de Yahuarcocha (LY) 47 especies, San Marcos (LSM) 43 especies, Toreadora (LT) 41 especies, La Mica (LM) 37 especies y Papallacta (LP) con 35 especies. En estos sitios predominaron las Chlorophyta, Charophyta, Bacillariophyta y Cianobacteria.

En los ambientes lóticos, se evidencia claramente que la riqueza específica de microalgas y cianobacterias fue menor comparada con los lagos y lagunas. El río Manta (RM) presentó la mayor riqueza específica con 22 especies, mientras que el

Río Copueno (RC) registró 4 especies pertenecientes a Bacillariophyta (3) y Charophyta (1).

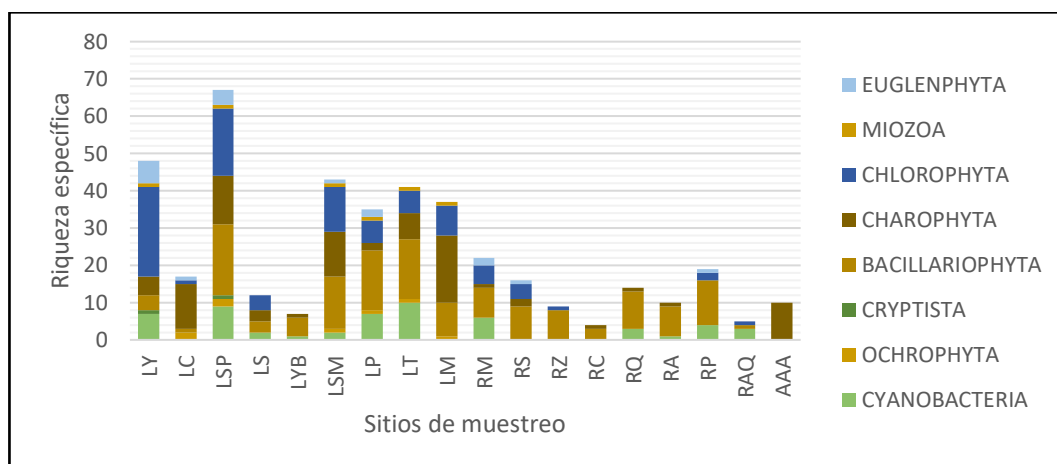


Figura 3. Distribución de la riqueza específica de microalgas y cianobacterias por sitio de muestreo.

Parámetros fisicoquímicos del agua

El pH en los sitios de estudio fue de neutro a ligeramente alcalino, con el valor más bajo en el río Quijos (6,9) y el más alto en la laguna de Yambo y el río Pachanlica (8,7). La temperatura varió entre 10,1°C en el arroyo Agua Amarilla y 26,0°C en el río Manta. La mayor conductividad se registró en la laguna de Yambo con 2190 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ y la mínima en el arroyo Agua Amarilla con 35 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$. Finalmente, el oxígeno disuelto varió entre 4,6 mg l⁻¹ en la laguna de Yahuarcocha y 9,0 mg l⁻¹ en la laguna de Papallacta. (Tabla 3)

Tabla 3. Valores de pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto en los ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos estudiados.

Sitios de muestreo	Altitud (msnm)	pH	T (°C)	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$)	OD (mg l ⁻¹)
Laguna Yahuarcocha	2180	7,9	20,1	649	4,6
Laguna Caricocha	2202	7,2	14,4	39	7,4
Lago San Pablo	2672	7,4	18,4	300	6,5
Laguna El Salado	2760	7	10,4	41	6,9
Laguna del Yambo	2676	8,7	17,9	2190	6,7
Laguna San Marcos	3429	8,1	12,2	38	7,1

Laguna Papallacta	3436	7,5	12,4	630	9
Laguna Toreadora	3890	7,5	10,4	46	6,8
Laguna La Mica	3914	7,7	10,8	321	6,9
Río Manta	5	8,5	26	231	7
Río Santiago	720	7	20,4	71	6,9
Río Zamora	890	7,1	17,2	86	6,5
Río Copueno	1070	7,9	11,8	81	7,2
Río Quijos	1500	6,9	14,8	89	8,2
Río Abanico	1625	7,8	10,5	61	6,3
Río Pachanlica	2260	8,7	12,6	124	7,4
Río Apaquí	2465	8	13,6	106	7,1
Arroyo Agua Amarilla	3400	7,3	10,1	35	5,9

Análisis de Componentes Principales (ACP)

Los dos primeros componentes del análisis de componentes principales aportan el 68,31% de la variabilidad total y los tres primeros componentes explicaron el 87,30% de la variabilidad total (Tabla 4). El primer componente estuvo correlacionado con las variables: conductividad (Cond 0,59) y pH (pH 0,58); el segundo componente con el oxígeno disuelto (OD 0,81) y la conductividad (Cond 0,36). Finalmente, el tercer componente se correlacionó con las variables temperatura (T° 0,79) y el oxígeno disuelto (OD 0,49). (Figura 4).

Tabla 4. Valores propios y porcentajes de varianza de los componentes del ACP

PC	Valores propios	% varianza
1	1,7451	43,447
2	0,997738	24,858
3	0,76252	18,997
4	0,50845	12,668

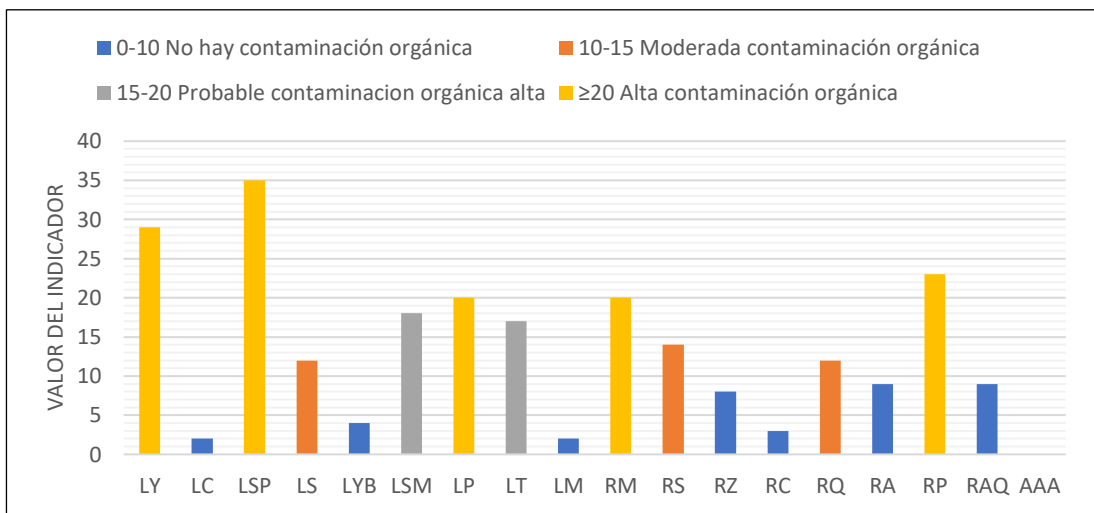


Figura 5. Valores del Índice de contaminación orgánica de Palmer en los sitios de muestreo.

Por otro lado, la laguna de El Salado, el río Quijos y Santiago presentaron valores entre 12 y 14, es decir, Moderada contaminación orgánica. Finalmente, en los cuerpos de agua como la laguna de Caricocha, La Mica, Yambo, río Apaquí, Abanico, Copueno, Zamora y arroyo Agua Amarilla, los valores del índice de Palmer indican que No existe contaminación orgánica ya que los valores obtenidos varían entre 0 y 9.

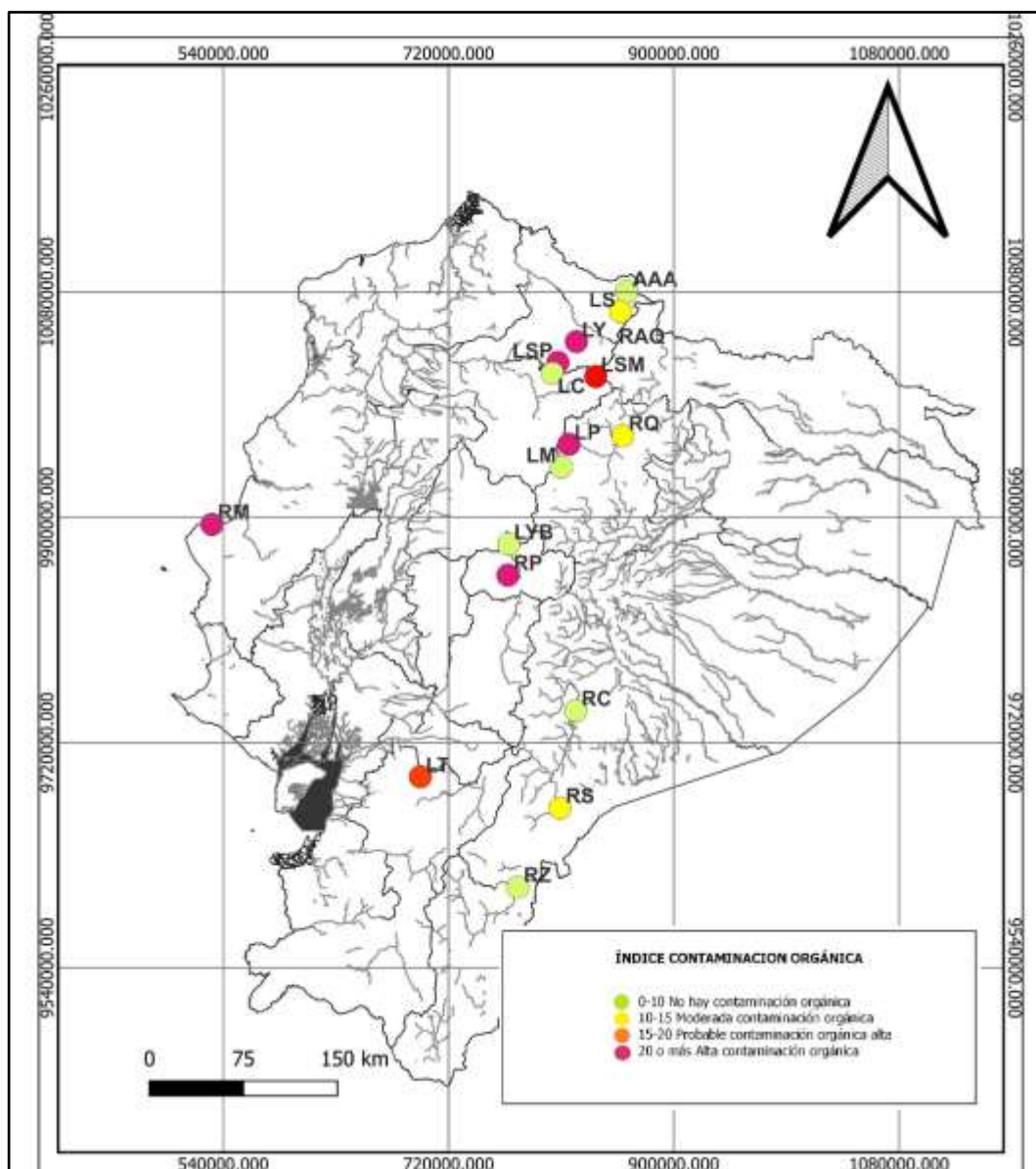


Figura 6. Expresión del Índice de contaminación orgánica de Palmer en 18 puntos de muestreo

Similitud entre puntos de muestreo

Ecosistemas lénticos

El dendrograma del índice de Jaccard muestra la similitud que presentan los sitios de muestreo tomando en cuenta la composición de microalgas y cianobacterias. En la Figura 7 se determinó una mayor similitud entre los sitios de

muestreo LP y LT (41.0%) mientras que la menor similitud se presentó entre LC y LY con el 3%.

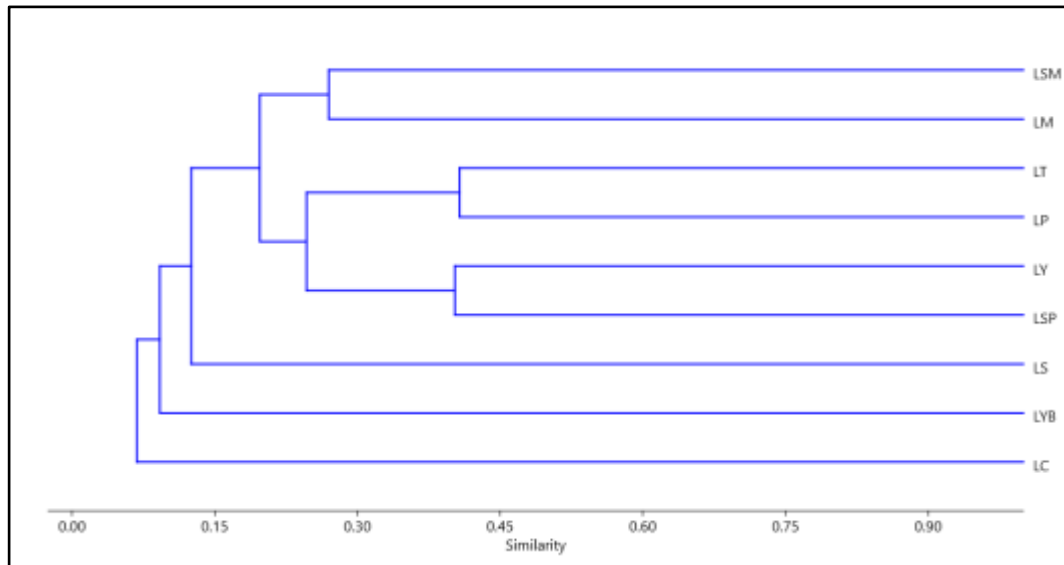


Figura 7. Dendrograma de similitud de Jaccard para los sitios de estudio en cuerpos de agua lénticos.

Además, se observa que existe tres grupos claramente diferenciados. El primero formado por la laguna de San Marcos (LSM) y La Mica (LM) con una similitud del 27%. EL segundo grupo lo forman las lagunas Toreadora (LT), Papallacta (LP), Yahuarcocha (LY) y San Pablo (LSP) con el 25% de similitud; y el tercer grupo formado por las lagunas El Salado (LS), Yambo (LYB) y Caricocha (LC) con el 6% de similitud.

Ecosistemas lóticos

El dendrograma del índice de Jaccard para ecosistemas lóticos (Figura 8) identificó una mayor similitud entre los puntos de muestreo RA y RQ con el 50%; mientras que los puntos de menor similitud fue el arroyo Agua Amarilla con el resto de los ríos con un 0%.

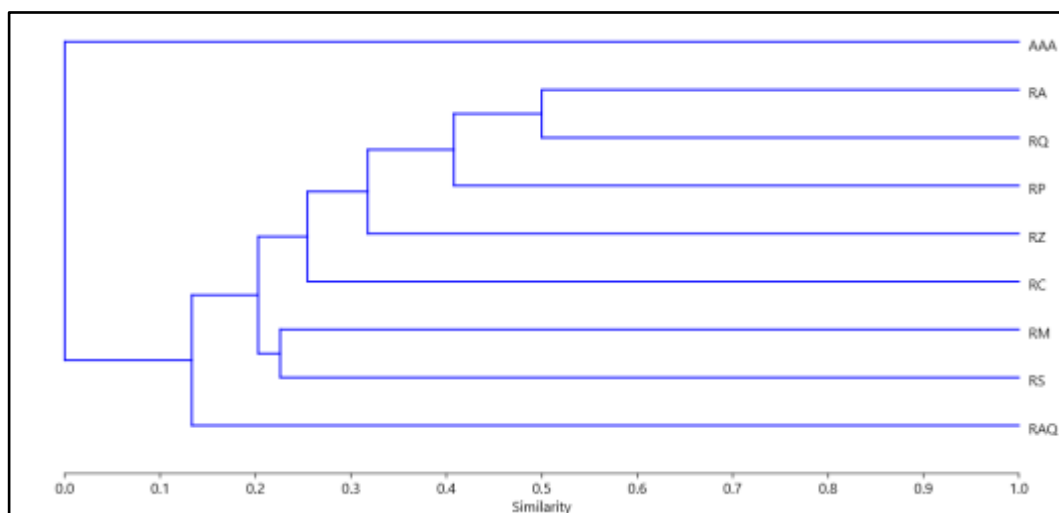


Figura 8. Dendrograma de similitud de Jaccard para los sitios de estudio en cuerpos de agua lóticos.

Además, se observa que existe un grupo formado por los ríos Abanico (RA), Quijos (RQ), Pachanlica (RP), Zamora (RZ) y Copueno (RC) con una similitud del 25%; y otro formado por el río Manta (RM) y Santiago (RS) con el 23% de similitud. Cabe destacar que el río Apaquí (RAQ) tiene una similitud del 12% con los grupos anteriormente mencionados.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

El presente trabajo contribuye al conocimiento de la composición de microalgas y cianobacterias en 18 ecosistemas acuáticos continentales lénticos y lóticos. No existen estudios previos en tres lagunas (Caricocha, El Salado y San Marcos) y nueve ríos (Manta, Santiago, Zamora, Copueno, Quijos, Abanico, Pachanlica, Apaquí y arroyo Agua Amarilla), por lo que este trabajo de investigación aporta con los primeros registros para estos sitios de estudio.

Se logró identificar un total de 129 especies, que se puede considerar un valor alto, tomando en cuenta el método de muestreo, la heterogeneidad de los hábitats, condiciones físico-químicas y entrada de nutrientes. Los phyla Charophyta y Chlorophyta fueron los grupos dominantes, seguidos de Bacillariophyta, Cianobacteria, Euglenophyta, Ochrophyta, Miozoa y Cryptophyta.

La presencia y dominancia de ciertas especies de algas verdes es muy común en lagos tropicales debido a su amplia distribución (Lewis y Riehl, 1982). Por otro lado, las cianobacterias que se desarrollan en aguas con concentraciones elevadas de materia orgánica y poca transparencia (Catalan y Donato, 2016) indican problemas de eutrofización principalmente por vertido de aguas residuales, actividad agrícola y expansión de asentamientos humanos alrededor de las lagunas como sucede con San Pablo y Yahuarcocha (Terneus, 2014).

En ecosistemas lénticos, el lago San Pablo y la laguna de Yahuarcocha fueron los de mayor riqueza. El lago San Pablo mostró el mayor número de especies

con Bacillariophyta y Chlorophyta como los grupos de mayor representación. Especies como *Cryptomonas* sp., *Euglena* sp., *Pediastrum boryanum*, *Oocystis naegelii*, *Planktosphaeria gelatinosa*, *Coelastrum microporum*, *Peridinium* sp. y *Nitzschia* sp. también fueron reportados por Gunkel (2000), Gunkel y Casallas (2002) y Casallas y Gunkel. (2002) en sus estudios limnológicos en este sistema lacustre. La laguna de Yahuarcocha dominado por Clorofitas y Cianobacterias reportó 47 especies entre las que se destacan *Monactinus simplex*, *Tetraëdron minimum*, *Scenedesmus acuminatus*, *Merismopedia glauca*, *Oscillatoria* sp., *Cryptomonas* sp. y *Euglena* sp., mismas que fueron descritas por el Instituto Nacional de Pesca (2003) en su investigación para determinar las posibles causas de la mortandad de peces en esta laguna durante febrero del 2003.

Además, se registraron 3 especies de cianobacterias potencialmente tóxicas: *Dolichospermum* sp., *Microcystis* sp. y *Raphidiopsis* sp (Cantoral et al., 2017). *Dolichospermum* sp. con la capacidad de producir anatoxinas, cilindrospermopsinas, microcistinas y saxitoxinas (neurotoxinas) fue identificada en las lagunas de Yahuarcocha, San Pablo, San Marcos y Toreadora. No existen reportes previos en ninguno de los 18 puntos de muestreo de este trabajo; sin embargo, ha sido registrada en un embalse de altura “Salve Faccha” a 3900 msnm manejado por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento – EPMAPS (López et al., 2019). *Microcystis* sp. productora de microcistinas (hepatotoxina), causante de daño hepático severo y muerte en mamíferos (Juanena et al., 2020), fue registrada en las lagunas de Yahuarcocha, San Pablo, El Salado y el Yambo. Existen reportes previos de la cianobacteria en el lago San Pablo al igual que registros de microcistinas en Yahuarcocha y Limoncocha (laguna de la amazonia) detectadas mediante PCR (Ballesteros et al., 2022; Casallas y Gunkel, 2002; Gunkel y Casallas, 2002).

Finalmente, *Raphidiopsis* sp. productora de anatoxinas, cilindrospermopsinas y saxitoxinas fue registrada únicamente en la laguna de Yahuarcocha. Van Colen et al. (2017) reporta una floración de la cianobacteria en

la laguna de Yahuarcocha en el 2015 con producción de la toxina cilindropermopsina, cuyo valor superó el límite de cuantificación (525 y 1584 $\mu\text{g g}^{-1}$). De igual manera se reporta la presencia del género *Raphidiopsis* en la laguna de Limoncocha usando técnicas microscópicas y de Dual DNA barcoding (Ballesteros et al., 2021; Venegas et al., 2018).

Por otro lado, los ríos con mayor riqueza específica de microalgas y cianobacterias fueron los ríos Manta y Pachanlica con 22 y 19 especies respectivamente, con las diatomeas como la comunidad dominante. Estos microorganismos son cosmopolitas y al formar parte del perifiton soportan el flujo de agua de los ríos, variaciones de temperatura, pH y nutrientes (Mora y Cantoral-Uriza, 2015). Los estudios sobre diatomeas en ecosistemas lóticos en el país siguen siendo muy escasos al igual que en otros países de la región como Colombia o Perú (Díaz-Quirós y Rivera-Rondón, 2004; Calizaya-Anco, 2013). Para Ecuador se han reportado especies y géneros de *Cocconeis*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Melosira*, *Nitzschia*, y *Pinnularia* en la ribera del río Malacatos en la provincia de Loja y en las cuencas de los ríos Pita y Santa Clara en Pichincha (Yaguana y Cartuche, 2022; Castillejo et al., 2022); sin embargo, las especies y géneros descritos en los ríos de este trabajo, son los primeros registros para el país.

Además, este trabajo demuestra que la riqueza de microalgas y cianobacterias es mayor en los ecosistemas lénticos, probablemente porque los lagos tropicales de montaña estudiados se encuentran sobre los 2000 msnm y poseen condiciones particulares de radiación solar, temperatura ambiental, precipitación y propiedades físico-químicas a la que la comunidad algal responde de diferente manera. Por ejemplo, existe un crecimiento de una gran variedad de algas verdes planctónicas, bentónicas y epífitas a elevados niveles de radiación solar (Almanza et al., 2016).

Otro factor que pudo favorecer el incremento de los resultados de riqueza en los ecosistemas lénticos fue la metodología de muestreo, ya que se trató de abarcar diferentes tipos de hábitats que componen estos cuerpos de agua como: zona litoral, limnética, perifiton y algas adheridas a plantas acuáticas. En este sentido,

Ramos-Montaña et al. (2013) indica que los parámetros físico-químicos de la zona limnética son diferentes a la zona litoral dominada por plantas acuáticas mismas que controlan los flujos de energía, ofrecen una variedad de nichos y por ende una mayor diversidad microalgal.

En los ecosistemas lóticos se observa que la riqueza de especies es mucho menor que lagos o lagunas probablemente por dos factores importantes: el régimen de caudal y la velocidad de la corriente. Estos factores dependen de la geología y el clima que a su vez intervienen en el modelamiento de los biomas de estos cuerpos de agua y regulan la colonización de microorganismos del potamoplancton o perifiton que es dominado por diatomeas que han desarrollado la capacidad de adherirse a sustratos por medio de la formación de estructuras especializadas como pedúnculos y soportar la dinámica de los ríos. (Zapata y Donato, 2005; Elosegi y Sabater, 2009).

Con respecto a los parámetros físico-químicos, los valores del Potencial de Hidrógeno variaron entre 6,9 y 8,7. Estos datos coincide con lo expuesto por Roldán y Ramírez (2008) los cuales indican que las aguas de lagos o lagunas de alta montaña pueden ser neutras con tendencia a alcalinidad debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos en el agua (Romero, 2009). Además, las aguas alcalinas son el medio propicio para el crecimiento de cianobacterias (Morales et al., 2006) como sucede en la laguna de Yahuarcocha, Yambo, San Marcos, río Manta y Apaquí.

La temperatura promedio para los sitios de estudio fue de 13,9 °C relacionada a su ubicación geográfica (altitud). La mayor temperatura presentó el río Manta (26°C) que se encuentra a 5 msnm y la menor temperatura el arroyo Agua Amarilla (10,1°C) a 3400 msnm. Uno de los grupos algales que se han adaptado mejor a las bajas temperaturas son las diatomeas (Mengo, 2017), observadas en lagos y ríos de altura en este estudio. La mayor conductividad eléctrica se registró en la laguna de Yambo con 2190 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ lo que evidencia altos niveles de iones disueltos en el agua y mineralización; mientras que el arroyo Agua Amarilla

presento el valor más bajo con $35 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ lo que explicaría la presencia de especies de desmidias que prefieren ecosistemas con baja conductividad eléctrica (Duque y Donato, 1992).

El oxígeno disuelto en los ecosistemas lóticos y lénticos es importante para el desarrollo de las comunidades acuáticas y degradación de la materia orgánica (Allan *et al.* 2021). Los valores oscilaron entre 4,6 y 9,0 mg/l^{-1} y pueden estar asociados a la fotosíntesis que realizan los diferentes grupos de microalgas, consumiendo el CO_2 y liberando oxígeno (García y Cruz, 2013). Lagunas con condiciones de eutrofización y valores bajos de oxígeno disuelto favorece el crecimiento de cianobacterias como en el caso de Yahuarcocha, San Pablo, y Toreadora; mientras que cuerpos de agua con valores medios y altos de oxígeno disuelto es dominado por algas verdes. Es por ello que la variación de este parámetro va a depender del estado trófico, de la entrada de nutrientes, presencia y cantidad de materia orgánica, productividad biológica y otras condiciones como meteorológicas y geográficas (Betancourt, 2011).

En lo que respecta al Índice de contaminación orgánica propuesto por Palmer se pudo determinar “Alta Contaminación Orgánica” en tres lagunas (Yahuarcocha, San Pablo y Papallacta) y 2 ríos (Manta y Pachanlica). Tanto Yahuarcocha y San Pablo han sido catalogadas como eutróficas debido al impacto que presentan sus cuencas como la expansión poblacional, ingreso permanente de aguas residuales con elevada carga de nutrientes alóctonos a causa de la agricultura y ganadería en las zonas periféricas (Casallas y Gunkel, 2002; Terneus, 2014). En el caso de Papallacta, en el año 2003 sufrió un severo impacto por derrame de 22000 barriles de petróleo producto de una ruptura de tubería del Sistema del Oleoducto Transecuatoriano (SOTE). Molina-Santos *et al.*, (2018) realizaron un estudio para conocer la resiliencia de la comunidad de fitoplancton en la laguna y sus afluentes ocho años después del derrame, en el cual se aplicó el índice de Palmer dando como resultado un valor de 17 “Probable contaminación orgánica alta”, resultado muy similar al presente trabajo. Esta variación se debe a la presencia actual de *Euglena*

sp. que prefiere aguas con carga orgánica elevada y con condiciones eutróficas a hipertróficas (García-Rodríguez et al., 2015).

De la misma manera, la alta contaminación orgánica en el río Manta, puede estar asociada a que su caudal en época seca es reducido y fluyen únicamente las descargas de aguas residuales y vertederos clandestinos ya que el río atraviesa la ciudad de Manta (EPAM, 2007). Mientras que el río Pachanlica, presenta serios problemas de contaminación por metales, tinturas y otros químicos que se utilizan en las curtiembres y fábricas para el tinturado de textiles, cuyos residuos son desechados directamente en el río (Ríos, 2010, Silva y Salinas, 2022).

La Laguna San Marcos y Toreadora presentaron categoría “Probable Contaminación Orgánica Alta”, posiblemente relacionada con ingreso de nutrientes provenientes de la agricultura en la cuenca, similar al resultado obtenido por Mollocana et al., (2021), que la catalogaron como una laguna eutrófica a hiper-eutrófica. La laguna de El Salado, el río Santiago y Quijos presentan “Moderada Contaminación Orgánica, probablemente por la presencia de cianobacterias del género *Oscillatoria* y microlagas de los géneros: *Chlamydomonas*, *Navicula*, *Nitzschia* y *Euglena* que prefieren aguas con materia orgánica en descomposición, por lo que sus valores de tolerancia son altos para el cálculo del índice (Palmer, 1969). En estos tres cuerpos de agua se desarrollan actividades agropecuarias que pueden impactar su calidad de agua.

Por otro lado, tres lagunas (Yambo, Caricocha y La Mica) y cinco ríos (Apaquí, Abanico, Zamora, Copueno y Arroyo Agua Amarilla) no presentan contaminación orgánica. Caricocha y La Mica son lagunas que se encuentran alejadas de asentamientos humanos por lo que no presentan impactos antrópicos, además las áreas aledañas a la laguna de La Mica son propiedad de la EPMAPS y son manejadas a través del Fondo para la Protección de Agua de Quito – FONAG (Coronel, 2019), lo cual garantiza su buen estado de conservación, ya que se trata de una de las fuentes de agua para el abastecimiento de la ciudad de Quito. Un importante hallazgo en este estudio muestra que la laguna de Yambo, a pesar de ser

catalogada como una laguna eutrófica (Orquera y Cabrera, 2020), no presenta géneros con alto valor de tolerancia a la contaminación orgánica según la tabla de Palmer para el cálculo del índice. Probablemente puede ser por la dominancia que existe en el cuerpo de agua de la cianobacteria *Microcystis* sp, y otras diatomeas durante la fecha de muestreo y porque la tabla de géneros del índice de contaminación orgánica no ha sido actualizada desde su publicación en 1969. Los ríos Apaquí, Abanico, Zamora, Copueno y Arroyo Agua Amarilla presentaron valores bajos del índice de contaminación orgánica debido a que solo presentaron géneros como *Pandorina*, *Gomphonema* y *Melosira*, a excepción de Arroyo Agua Amarilla que se caracterizó por presentar un valor 0 del índice, debido a que ningunas de las especies reportadas para este sitio se encuentran en la tabla del Índice de Polución Orgánica por géneros microalgales propuesto por Palmer (1969).

El dendrograma de similitud de Jaccard aplicado a los ecosistemas lénticos agrupa a las lagunas San Marcos (LSM), La Mica (LM), Toreadora (LT), Papallacta (LP), Yahuarcocha (LY) y San Pablo (LSP) siendo estos sitios los de mayor riqueza de especies y con índices elevados de contaminación orgánica a excepción de La Mica (LM). De igual manera presentan diferentes especies de cianobacterias que podrían estar relacionados con procesos de eutrofización (Fabre et al., 2010) a causa de actividades antrópicas como agricultura y vertido de aguas residuales.

En el caso de los ecosistemas lóticos vemos que dendrograma de similitud de Jaccard ha agrupado a los ríos Abanico (RA), Quijos (RQ), Pachanlica (RP), Zamora (RZ) y Copueno (RC) debido a que comparten algunas especies de diatomeas; y a los ríos Manta (RM) y Santiago (RS) que comparten algunas diatomeas y a *Euglena* sp. Por otro lado, el río Apaquí (AP) no presenta especies de diatomeas por lo que difiere del resto de sitios de muestreo y el arroyo Agua Amarilla (AAA) debido a que presentó valores bajos de conductividad explicaría la presencia de especies de desmidias (Duque y Donato, 1992).

Los ecosistemas lóticos estudiados están dominados por diatomeas que tienen distribución cosmopolita y pueden tolerar ambientes con diversas

características físico-químicas y niveles de contaminación por materia orgánica que influye en la comunidad aumentando la diversidad (Ciutti, 2005; Yucra y Tapia, 2008). Además, en ríos constituyen alrededor del 80-90% de la comunidad fitoplanctónica (Rivas et al., 2010).

Finalmente, se adjunta en el Anexo 2 la guía fotográfica de microalgas y cianobacterias de ecosistemas acuáticos continentales de 18 ecosistemas del país que contiene: los sitios de estudio, metodología, descripción de los géneros o especies identificados, registro fotográfico y el sitio donde fue registrada cada microorganismo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Este estudio pudo identificar 129 especies de microalgas y cianobacterias en 18 ecosistemas lénticos y lóticos del país, siendo los phyla más representativos Charophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta y Cianobacteria.

Dos lagunas (Caricocha y El Salado) y nueve ríos (Manta, Santiago, Zamora, Copueno, Quijos, Abanico, Pachanlica, Apaquí y Arroyo Agua Amarilla) no han sido estudiados anteriormente, por lo que 98 especies identificadas en estos sitios de estudio son nuevos registros para los sitios de estudio.

La riqueza específica fue más alta en lagos y lagunas debido a las características físico-químicas particulares para cada sitio, variación de nutrientes y variedad de hábitats; sin embargo, los ríos estuvieron dominados por especies de diatomeas de hábitos perifíticos, mismos que son regulados por el régimen de caudal y velocidad de la corriente.

Además, este trabajo sugiere que la presencia de cianobacterias como *Dolichospermum* sp., *Microcystis* sp. y *Raphidiopsis* sp. en ecosistemas lénticos pueden ser utilizadas como bioindicadores de procesos de eutrofización y posibles productoras de toxinas.

El Índice de contaminación orgánica de Palmer sugiere que 5 de las 9 lagunas estudiadas presentan procesos de eutrofización debido a actividades antrópicas que se realizan en las zonas litorales o en sus cuencas, lo que provoca aumento de nutrientes y de la biomasa de cianobacterias. Lo mismo sucede con 3 de los 9 ríos estudiados, los cuales reciben descargas de aguas residuales o industriales, causantes del cambio en la calidad del agua.

Se elaboró la Guía fotográfica de microalgas y cianobacterias presentes en ecosistemas lénticos y lóticos lo que representa un aporte sustancial al conocimiento de la ficoflora acuática ecuatoriana.

Recomendación

Se recomienda que en futuros trabajos se realicen campañas de muestreo que sean estacionales y se tomen en cuenta en sus muestreos parámetros como biomasa algal, clorofila a, nitrógeno y fósforo total, profundidad mediante Disco Secchi, entre otros, que permitan entender claramente la variación temporal y la distribución de los microorganismos en los diferentes ecosistemas.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, W. E., Alvarez-Mieles, G., Anaguano-Yancha, F., Burgos Morán, R., Cucalón, R. V., Escobar-Camacho, D., Jácome-Negrete, I., Jiménez Prado, P., Laaz, E., Miranda-Troya, K., Navarrete-Amaya, R., Nugra Salazar, F., Revelo, W., Rivadeneira, J. F., Valdiviezo Rivera, J., y Zárata Hugo, E. (2021). Conservation threats and future prospects for the freshwater fishes of Ecuador: A hotspot of Neotropical fish diversity. *Journal of Fish Biology*, 99(4), 1158-1189.
- Allan, D. J., Castillo, M. M., y Capps, K. A. (2021). Stream Ecology: structure and function of running waters. In D. J. Allan, M. M. Castillo, & K. A. Capps (Eds.), *Stream Ecology* (3rd.). Springer Nature.
- Almanza, Viviana, Parra, Oscar, De M. Bicudo, Carlos E., González, Mariela A., Lopez, Marcela, y Urrutia, Roberto. (2016). Floraciones de fitoplancton y variación de la estructura comunitaria fitoplanctónica en tres lagos someros eutróficos de Chile Central. *Gayana. Botánica*, 73(2), 191-205.
- Alvarez-Mieles, G., Irvine, K., Griensven, A.V., Arias-Hidalgo, M., Torres, A., y Mynett, A. E. (2013). Relationships between aquatic biotic communities and water quality in a tropical river-wetland system (Ecuador). *Environ. Sci. Pol.* 34, 115–127.
- Arciniega, M., Artieda, A., Andrade, P., y Yáñez, Y. (2018). Centrales hidroeléctricas del Ecuador. Unidad Universidad Politécnica Salesiana.
- Ballesteros, I., Terán, P., Guamán-Burneo, C., González, N., Cruz, A., y Castillejo, P. (2021). DNA barcoding approach to characterize microalgae isolated from freshwater systems in Ecuador, *Neotropical Biodiversity*, 7:1, 170-183.

- Ballesteros, I., Cruz, S. D. L., Rojas, M., Salazar, G., Martínez-Fresneda, M., y Castillejo, P. (2022). Screening of cyanotoxin producing genes in Ecuadorian freshwater systems. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 34.
- Betancourt, C. (2011). Calidad físicoquímica del agua en embalses cubanos. Tesis de Doctorado. Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos.
- Bicudo, C. E., y Menezes, M. (2017). Géneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. Terceira Edição. São Carlos: Rima. p. 552.
- Bravo, E. (2014). La Biodiversidad en el Ecuador. Quito: Editorial Universitaria Abya-Yala.
- Calizaya-Anco, José, Avendaño-Cáceres, Miriam, y Delgado-Vargas, Irma. (2013). Evaluación de la calidad del agua fluvial con diatomeas (Bacillariophyceae), una experiencia en Tacna, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 30(1), 58-63.
- Cantoral Uriza, Enrique Arturo, Asencio Martínez, Antonia Dolores, y Aboal Sanjurjo, Marina. (2017). Cianotoxinas: efectos ambientales y sanitarios. Medidas de prevención. *Hidrobiológica*, 27(2), 241-251.
- Casallas, J., y Gunkel. (2002). Algunos aspectos limnológicos de un lago altoandino: El Lago San Pablo, Ecuador. *Limnetica* 20 (2), 29-46.
- Castillejo, Pablo & Ballesteros, Isabel y Rios-Touma, Blanca & Ortiz, Sofía & Heinrich, Carla & Lobo, Eduardo. (2022). Diatomeas epilíticas de los andes ecuatorianos. Protocolos para su empleo como bioindicadores de la calidad del agua. Universidad de Las Américas. 86 p.

- Catalan, J. y Donato, J. (2016). Perspectives for an integrated understanding of tropical and temperate high-mountain lakes. *Journal of Limnology* 75(s1): 215-34.
- Ciutti F. (2005). Il monitoraggio dei corsi d'acqua con indicatori algali (diatomee). *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*. 41: 393-397
- Coesel, P. F. M., y Meesters, J. K. (2007). *Desmids of the Lowlands I*. Zeist and Netherlands, KNNV Publishing.
- Consejo Nacional de Recursos Hídricos. (2002). *Gestión de los recursos hídricos del Ecuador: políticas y estrategias*. Informe Ejecutivo. Quito, 2002.
- Coronel, L. (2019). *Los Caminos del Agua – FONAG: trabajos y aprendizajes*. Fondo de Protección del Agua – FONAG. 120 p.
- Díaz-Quirós, C., y Rivera-Rondón, C. A. (2004). Diatomeas de pequeños ríos andinos y su utilización como indicadoras de condiciones ambientales. *Caldasia*, 26(2), 381–394.
- Duque, S., y J. Donato. (1992). *Biología y ecología del fitoplancton de las aguas dulces en Colombia*. Cuadernos Divulgativos Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 21 p.
- Elosegi, A. y Sabater, S. (2009). *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. Fundación BBVA. 459 p.
- Empresa Publica Aguas de Manta -EPAM, (2007). *Auditoría ambiental al proyecto de control de contaminación del río Manta y su área de influencia de la empresa de agua potable y alcantarillado de Manta EAPAM*.

- Esteves, F. A., y Suzuki, M. S. (2011). Comunidade Fitoplanctônica. In F. A. Esteves (Ed.), *Fundamentos de Limnología* 3^o edición (pp. 375-445). Rio de Janeiro: Editora Interciência.
- Fabre, A.; Carballo, C.; Hernández, E.; Piriz, P.; Bergamino, L.; Mello, L.; González, S.; Pérez, G.; León, J.; Aubriot, L.; Bonilla, S. y Kruk, C. (2010). El nitrógeno y la relación zona eufótica/zona de mezcla explican la presencia de cianobacterias en pequeños lagos subtropicales, artificiales de Uruguay. *Panamjas* 5(1):112-125.
- Felisberto, A. S., y Souza, D. B. (2014). Characteristics and diversity of cyanobacteria in periphyton from lentic tropical ecosystem, Brazil. *Advances in Microbiology*, 4, 1076–1087.
- García, B. D. y A. S. Cruz. (2013). Propuesta de un plan de manejo ambiental del humedal El Salitre- Bogotá D.C. Trabajo de grado para optar al Título de Especialista en Gerencia de Recursos Naturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. 85 p.
- García-Rodríguez, Judith, Molina-Astudillo, F. Isela, Miranda-Espinoza, Elizabeht, Soriano-Salazar, Martha B., y Díaz-Vargas, Migdalia. (2015). Variación fitoplanctónica en un lago urbano del municipio de Cuernavaca, Morelos, México. *Acta universitaria*, 25(1), 03-11.
- Graham, L., Graham, J., y Wilcox, L. (2009). *Algae* (2nd edition). San Francisco: Pearson Benjamin Cummings.
- Gunkel, G. (2000). Limnology of an equatorial high mountain lake in Ecuador, Lago San Pablo. *Limnologica* 30: 113-120.

- Gunkel, G., y Casallas, J. (2002). Limnology of an equatorial high mountain lake—Lago San Pablo, Ecuador: The significance of deep diurnal mixing for lake productivity. *Limnologica*. 32, 33-43.
- Harib, S. M., El-Sherif, A. Z. M., Abdelhalim, M., y Radwan, A. A. (2011). Phytoplankton and environmental variables as a water quality indicator for the beaches at Matrouh, southeastern Mediterranean Sea, Egypt: an assessment. *Oceanologia*. 53(3), 819-836. doi. org/10.5697/oc.53-3.819
- Hidalgo-Bastidas, Juan Pablo. (2019). Agua, tecnología y gubernamentalidad: reconfiguración territorial en torno al megaproyecto hídrico multipropósito Chone, Ecuador. *Estudios atacameños*, (63), 209-232. <https://dx.doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2019-0035>
- Instituto Nacional de Pesca INP. (2003). Mortandad de peces en la laguna de Yahuarcocha, cantón Ibarra Provincia de Imbabura. Guayaquil-Ecuador. 98 pp.
- Jongman, R. H., C. J. Ter Braak, y O. F. Van Tongeren. (1995). *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge University Press. 299 p.
- Juanena, C., Negrin, A., y Laborde, A. (2020). Cianobacterias en las playas: riesgos toxicológicos y vulnerabilidad infantil. *Revista Médica del Uruguay*, 36(3), 157-182.
- Kim, H. S. (2013). New records of fresh-water green algae (Chlorophytes) from Korea. *Journal of Ecology and Environment*, 36, 303–314.
- Kim, Y. J. (2013). Taxonomic and ecological study of the families Hydrodictyaceae and Coelastraceae, order Chlorococcales, and Class Chlorophyceae in Korea. *Journal of Ecology and Environment*, 36, 421–437.

- Kim, Y. J. (2015). New records of genus *Scenedesmus* (Chlorophyceae) found in Korea. *Journal of Ecology and Environment*, 38, 213–227.
- Komárek, J. (2005). Phenotype diversity of the heterocytous cyanoprokaryotic genus *Anabaenopsis*. *Czech Phycology*, Olomouc, 5, 1–35.
- Komárek, J., y Zapomelová, E. (2007). Planktic morphospecies of the cyanobacterial genus *Anabaena*=subg. *Dolichospermum* – 1. Part: Coiled types. *Fottea*, Olomouc, 7, 1–31.
- Lampert, W., y Sommer, U. (2007). *Limnoecology*. second edition. Oxford University Press Inc., New York.
- Lewis Jr., W. y Riehl, W. 1982. Phytoplankton composition and morphology in Lake Valencia. Venezuela. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie* 67: 297-322.
- Limburg, K. E. (2009). Aquatic ecosystem services. In Likens, G. E. (ed), *Encyclopedia of Inland Waters* Elsevier, Oxford: 25–30.
- López, K., D. Ontaneda, y D. Astorga. (2019), *Atlas de microalgas y cianobacterias: embalse Salve Faccha*, Quito, Ecuador. EDIPUCE.
- Maldonado, M., Maldonado-Ocampo, J. A., Ortega, H., Encalada, A. C., Carvajal-Vallejos, F. M., Rivadeneira, J. F., Acosta, F., Jacobsen, D., Crespo, Á., y Rivera-Rondón, C. A. (2012). Diversidad en los sistemas acuáticos. En: Herzog, S.K., Martínez, R., Jørgensen, P.M. y Tiessen, H. (eds). *Cambio Climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales*, pp. 325-347. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE).

- Mengo, L. (2017). Composición taxonómica y riqueza de diatomeasen el Río Suquía, Córdoba (Argentina). *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 4:55-62.
- Molina-Santos, Marcos; Terneus, Esteban; Yáñez, Patricio y Cueva-Sánchez, Mario. (2018). Resiliencia de la comunidad fitoplanctónica en la laguna andina de Papallacta y sus afluentes, ocho años después de un derrame petrolero. *La Granja*. 28. 67-83.
- Mollocana Lara, J.G., Quezada Espinosa, E.S., y Vizcaino Angamarca, J.M. (2021). Prediction of Trophic State of San Marcos Lagoon Based on AQUATOX Eutrophication Model. In: Botto-Tobar, M., Zambrano Vizuite, M., Díaz Cadena, A. (eds) Innovation and Research. CI3 2020. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1277. Springer, Cham.
- Mora, J., y Cantoral-Uriza, A. (2015). Diatomeas epilíticas de la cuenca alta del río Laja, Guanajuato, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(4), 1024-1040.
- Morales N., Arévalo K., Ortega J., Briceño B., Andrade C. y Morales E. (2006). El pH y la fuente nitrogenada como moduladores del crecimiento de la macrófita *Lemna* sp. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 23: 67-79.
- Moss, B., Kosten, S., Meerhoff, M., Battarbee, R.W., Jeppesen, E., Mazzeo, N., Havens, K., Lacerot, G., Liu, Z., De Meester, L., Paerl, H., y Scheffer, M. (2011). Allied attack: climate change and eutrophication. *Inland Waters* 1, 101–105.
- Orquera, E., y Cabrera, M., (2020). Caracterización del estado trófico de la laguna de Yambo mediante el análisis de fósforo. *InfoANALITICA* 8(1), 99-111.

- Paerl, H. W. (2014). Mitigating Harmful Cyanobacterial Blooms in a Human- and Climatically-Impacted World. *Life*. 4: 988-1012.
- Palmer C. M. A. (1969). Composite rating of algae tolerating organic pollution. *J. Phycol*, 5:78-82.
- Pantle, R., y Buck, H. (1955) Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas Wasserfach Wasser Abwasser* 96:609–620.
- Ptacnik, R., Solimini, A.G., y Brettum, P. (2009). Performance of a new phytoplankton composition metric along a eutrophication gradient in Nordic lakes. *Hydrobiologia* 633, 75–82.
- Rai, S. K., y Misra, P. K. (2012). Taxonomy and diversity of genus *Pediastrum* Meyen (Chlorophyceae, Algae) in east Nepal. *Our Nature*, 10, 167–175.
- Ramírez, J. J., y Alcaráz, H. (2002). Dinámica de la producción primaria fitoplanctónica en un sistema eutrófico tropical: Laguna del Parque Norte, Medellín, Colombia. *Caldasia*. Vol 24. pp. 411-423.
- Ramos Montaña, Carolina, Cárdenas-Avella, Nancy Milena, y Herrera Martínez, Yimy. (2013). Caracterización de la comunidad de Macrófitas acuáticas en lagunas del Páramo de La Rusia (Boyacá-Colombia). *Ciencia en Desarrollo*, 4(2), 73-82.
- Reynolds, C. S. (2006). *Ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press. Cambridge. Reino Unido.
- Ríos, R. (2010). Plan de Manejo de La Unidad Hidrográfica Rio Pachanlúa, Quero - Tungurahua. Pp. 3-89.

- Rivas A.W., Gómez R.E. y Monterrosa A.J. 2010. Consideraciones generales para el estudio y monitoreo de diatomeas en los principales ríos de El Salvador. En Sermeño, J.M. & M. Springer (eds.). Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos [Proyecto Universidad de El Salvador (UES) - Organización de los Estados Americanos (OEA)]. San Salvador: Universidad de El Salvador.
- Roldán, G. y J. Ramírez. (2008). Fundamentos de Limnología Neotropical. Segunda Edición. Ed. Universidad de Antioquia, Medellín. 442 p.
- Romero, J. A. (2009). Calidad del agua. Tercera edición. Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá, Colombia. 485 p.
- Rosini, E. F., Sant'Anna, C. L., y Tucci, A. (2013). Cyanobacteria de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo, Brasil. *Rodriguésia*, 64, 399–417.
- Rott, E. (1981^a). Ein Beitrag zur Algenflora andiner Hochlandseen Ecuadors (Sudamerika). *Ber: nat. - med. Ver: Innsbruck*, 68: 13-29.
- Schindler, D. W. (2015). The dilemma of controlling cultural eutrophication of lakes. *Proceedings of the Royal Society* 5: 1-12.
- Silva, M. J., y Salinas Morales, D. (2022). La contaminación proveniente de la industria curtiembre, una aproximación a la realidad ecuatoriana. *Revista Científica UISRAEL*, 9(1), 69–80.
- Steinitz-Kannan, M., C. Lopez, D. Jacobsen, y M. D. Guerra. (2020). History of limnology in Ecuador: A foundation for a growing field in the country. *Hydrobiologia* 847: 4191–4206. doi:10.1007/s10750-020-04291-1

- Steinitz-Kannan, M., P. A. Colinvaux y Kannan, R. (1983). Limnological Studies in Ecuador 1. A Survey of chemical and physical properties of Ecuadorian lakes. *Archiv Hydrobiol. Supplement* 65: 61-105.
- Svircev, Z., Krstic, S., Miladinov-Mikov, M., Baltic, V., y Vidovic, M. (2009). Freshwater cyanobacterial blooms and primary liver cancer epidemiological studies in Serbia. *J. Environ. Sci. Health C: Environmental Carcinogenesis & Ecotoxicology Reviews*. 27: 36-55.
- Terneus Jácome, E. (2017). Vegetación acuática y estado trófico de las lagunas andinas de San Pablo y Yahuarcocha, provincia de Imbabura, Ecuador. *Revista Ecuatoriana De Medicina Y Ciencias Biológicas*, 35(1-2), 121-131.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2014). *Los Páramos Andinos ¿Qué sabemos?* Quito, Ecuador: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- Van Colen, W. P., M. Mosquera, K. Vanderstukken, M.C. Goiris, E. Carrasco, M. Decaestecker, F. Leon-TamarizAlonso y K. Muylaer. (2016). Limnology and trophic status of glacial lakes in the tropical Andes (Cajas National Park, Ecuador). *Freshwater Biology* 62: 458–473.
- Van Egeren, S. J., Dodson, S. I., Torke, B., y Maxted, J. T. (2011). The relative significance of environmental and anthropogenic factors affecting zooplankton community structure in South Wisconsin Till Plain lakes. *Hydrobiologia* 668, 137–146.
- Vélez, A., Lozano, S., y Cáceres, K. (2016). Diversidad de fitoplancton como indicador de calidad de agua en la cuenca baja del río Lurín, Lima, Perú. *Ecología Aplicada*, vol. 15 núm. 2., pp. 69-79. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

- Watanabe, T., Asai, K., y Houki, A. (1985) Epilithic diatom assemblage index to organic pollution (DAIpo) and its ecological significance. Annual Report of Graduate Division of Human Culture, Doctoral Degree Program, Nara Women's University, Nara
- Watanabe, T., Asai, K., y Houki, A. (1988) Numerical water quality monitoring of organic pollution using diatom assemblages. In: Round FE (ed) Proceedings of the Ninth International Diatom Symposium 1986. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Watanabe, T., y Asai, K. (1992) Simulation of organic water pollution using highly prevailing diatom taxa (1). Diatom assemblage in which the leading taxon belongs to Achnanthes, Anomoeoneis, Aulacoseira or Melosira. *Diatom* 7:13–19
- Watson, S. B., y Jüttner, F. (2019). Biological production of taste and odour compounds, taste and odour in source and drinking water: causes, controls, and consequences, 63- 112. In: Lin, T.F., Watson, S., Dietrich, A.M. & Suffet, I.H. (eds). *Taste and Odour In Source and Drinking Water: Causes, Controls, and Consequences*. IWA Publishing, London, 322 pp.
- Withers, P., Neal, C., Jarvie, H., y Doody, D. (2014). Agriculture and Eutrophication: Where Do We Go from Here?. *Sustainability*, 6(9), pp. 5853-5875.
- Yaguana, R., y Cartuche, V. (2022). Variación de diatomeas (Bacillariophyta) en un gradiente del estado de conservación de ribera del río Malacatos, Loja- Ecuador. *CEDAMAZ*. 12.
- Yáñez, L., Franco, P., Bastidas, W., y Córdova, V. (2017). Resumen del plan nacional de gestión integrada e integral de los recursos hídricos y de las cuencas y microcuencas hidrográficas de Ecuador: Summary of national plan for the

integrated and integral management of water resources and the basins and watersheds of Ecuador. AQUA-LAC, 9(2).

Yucra H.A. y Tapia P.M. 2008. El uso de microalgas como bioindicadoras de polución orgánica en Brisas de Oquendo, Callao, Perú. *The Biologist (Lima)*. 6: 41-47.

Zapata, A. y J. Donato. (2005). Cambios diarios de las algas perifíticas y su relación con la velocidad de corriente en un río tropical de montaña (río Tota-Colombia). *Limnetica* 24: 327-338.

ANEXOS

Anexo 1. Presencia-Ausencia de especies de microalgas y cianobacterias. LY: Laguna de Yahuarcocha; LC: Laguna de Caricocha; LSP: Lago San Pablo; LS: Laguna El Salado; LYB: Laguna de Yambo; LSM: Laguna de San Marcos; LP: Laguna de Papallacta; LT: Laguna Toreadora; LM: Laguna de La Mica; RM: Río Manta; RS: Río Santiago; RZ: Río Zamora; RC: Río Copueno; RQ: Río Quijos; RA: Río Abanico; RP: Río Pachanlica; RAQ: Río Apaquí; AAA: Arroyo Agua Amarilla. *Cianobacterias potencialmente tóxicas.

Especies	LY	LC	LSP	LS	LYB	LSM	LP	LT	LM	RM	RS	RZ	RC	RQ	RA	RP	RAQ	AAA
CYANOBACTERIA																		
<i>Calothrix sp.</i>							x	x										
<i>Chroococcus sp.</i>		x					x	x		x								
<i>Cyanosarcina sp.</i>							x	x								x		
<i>Cylindrospermum sp.</i>				x		x				x								
<i>Dichothrix sp.</i>								x										
* <i>Dolichospermum sp.</i>	x		x			x		x										
<i>Gomphosphaeria sp.</i>								x		x								
<i>Leptolyngbya sp.</i>				x			x						x					x
<i>Lyngbya sp.</i>	x		x				x						x					x
<i>Merismopedia glauca</i>	x		x					x		x								
* <i>Microcystis sp.</i>	x		x	x	x					x								
<i>Nostoc commune</i>								x	x									x
<i>Oscillatoria sp.</i>	x		x	x			x	x		x				x	x	x	x	x
<i>Pseudanabaena sp.</i>				x														x
* <i>Raphidiopsis sp.</i>	x																	
<i>Stigonema sp.</i>								x										
<i>Synechocystis sp.</i>				x														
BACILLARIOPHYTA																		
<i>Amphora sp.</i>			x			x	x	x		x	x							x
<i>Aulacoseira sp.</i>			x			x	x	x				x						
<i>Ceratoneis sp.</i>			x		x	x	x	x	x			x		x	x	x		
<i>Cooconeis placentula</i>			x				x			x	x				x	x		
<i>Cymbella sp.</i>						x	x			x	x	x		x				x
<i>Diploneis sp.</i>			x				x	x	x									
<i>Epithemia sp.</i>			x			x	x	x			x							
<i>Fragilaria sp.</i>	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Gomphonema sp.</i>			x	x		x		x		x	x	x		x	x	x		
<i>Gyrosigma sp.</i>			x		x				x									
<i>Melosira sp.</i>	x		x			x			x	x		x						
<i>Navicula sp.</i>	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Nitzschia sigmoidea</i>			x					x										
<i>Nitzschia sp.</i>			x				x	x		x				x				x
<i>Pinnularia sp.</i>			x			x	x	x				x		x	x	x		
<i>Rhoicosphenia sp.</i>			x				x		x					x				
<i>Rhopalodia sp.</i>			x			x	x	x				x		x				x
<i>Stauroneis sp.</i>			x				x	x	x									
<i>Surirella sp.</i>	x		x			x	x	x	x				x	x	x	x		x
<i>Synedra sp.</i>			x	x		x	x	x				x						x
<i>Tabellaria sp.</i>			x			x	x		x	x						x		
CHAROPHYTA																		
<i>Actinotaenium curtum</i>			x			x												
<i>Closterium acerosum</i>			x	x		x				x								
<i>Closterium acutum</i>			x		x				x									
<i>Closterium diana</i>	x		x															

<i>Oocystis naegelii</i>	x	x							
<i>Pandorina morum</i>	x	x	x					x	x
<i>Pectinodesmus javanensis</i>				x					
<i>Pediastrum duplex</i>	x	x							
<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	x	x		x					
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>			x						
<i>Sphaerocystis sp.</i>	x			x					
<i>Tetraëdron minimum</i>	x	x	x		x	x		x	
<i>Tetraëdron tumidulum</i>								x	
<i>Volvox aureus</i>	x							x	
CRYPTISTA									
<i>Cryptomonas sp.</i>	x	x							
EUGLENOPHYTA									
<i>Euglena sp.</i>	x	x			x		x	x	x
<i>Lepocinclis sp.</i>	x	x					x		
<i>Phacus sp.</i>	x	x							
<i>Trachelomonas armata</i>	x								
<i>Trachelomonas hispida</i>	x	x	x		x				
<i>Trachelomonas volvocina</i>	x			x					
MIOZOA									
<i>Ceratium sp.</i>	x								
<i>Peridinium sp.</i>			x		x	x	x	x	
OCHROPHYTA									
<i>Dinobryon sp.</i>			x		x	x	x	x	
<i>Pseudostaurastrum limneticum</i>		x							
<i>Synura sp.</i>		x	x						

Anexo 2. GUÍA FOTOGRÁFICA DE MICROALGAS Y CIANOBACTERIAS DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES DEL ECUADOR

Prólogo

El Ecuador es uno de los países más afortunados debido a su pródiga naturaleza. Entre estos recursos debemos destacar su rica y variada formación de algas en aguas continentales, las cuales integran un importante factor que contribuyen al equilibrio de los ecosistemas acuáticos.

Estamos en la obligación de conservar la diversidad biológica de las algas por los diferentes beneficios que prestan, una de las medidas fundamentales que sirven de base para su debida protección es un cabal conocimiento sobre las diferentes especies, su distribución geográfica, hábitats, costumbres, ecología, etc.

Reconocemos con preocupación que en relación a su taxonomía y distribución podemos decir con poca satisfacción, que en este aspecto la Ficología en nuestro país es el grupo menos conocido, se carece de una obra completa que proporcione el conocimiento académico de las algas. En Ecuador, solo se cuenta con pocos libros o artículos aislados, en donde parcialmente se trata de algunos grupos de algas a nivel de familias, de tal manera que al salir a la luz pública la GUÍA FOTOGRÁFICA DE MICROALGAS Y CIANOBACTERIAS DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CONTINENTALES DEL ECUADOR, será la primera guía técnica para identificación gráfica de los géneros y especies más comunes en aguas continentales ecuatorianas. Es un libro orientado concretamente a la identificación y localización de las algas existentes en el Ecuador Continental.

El enfoque general del texto lo indican: I. Algas Procariotas y, II. Algas Eucariotas. Esta obra ayudará adecuadamente a la difusión del conocimiento algal, tanto en el mundo académico, como en el ámbito oficial, es decir en diversas instituciones que dirigen y administran los servicios ecológicos.

SITIOS DE ESTUDIO

Las muestras de microalgas y cianobacterias analizadas provienen de nueve lagunas (Papallacta, Yahuarcocha, San Marcos, San Pablo, Toreadora, Yambo, La Mica, Caricocha y El Salado) y nueve ríos (Copueno, Manta, Quijos, Abanico, Pachanlica, Río Santiago, Río Zamora, Río Apaquí y Arroyo Agua Amarilla), ubicados en varias provincias de la costa, sierra y oriente ecuatoriano, diferenciados por su topografía, clima, flora, fauna, población, entre otros. (Figura 1 y Tabla 1).

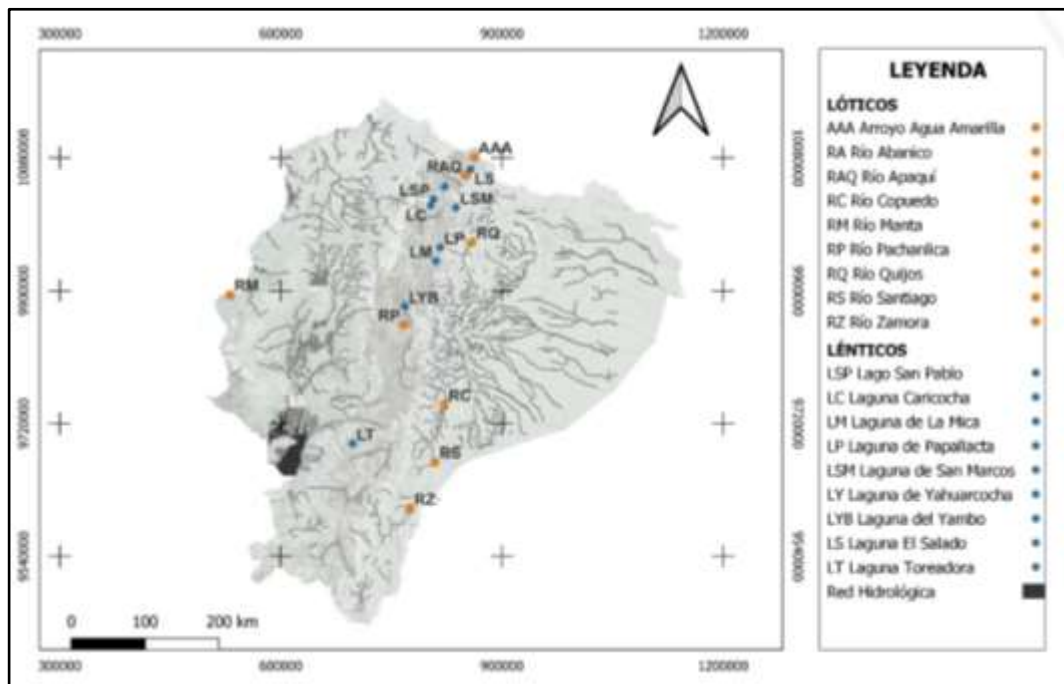


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Tabla1. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de los diferentes ecosistemas acuáticos continentales ecuatorianos.

CÓDIGO	SITIOS DE MUESTREO	PROVINCIA	TIPO DE ECOSISTEMA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	ALTITUD (m.s.n.m)
LY	Laguna de Yahuarcocha	Imbabura	Léntico	17N 0822235 0040409	2180
LC	Laguna Caricocha	Imbabura	Léntico	17 N 0802961 0015187	2202
LSP	Lago San Pablo	Imbabura	Léntico	17 N 0807481 0023814	2672

LS	Laguna El Salado	Carchi	Léntico	18N 0189606 0064481	2760
LYB	Laguna de Yambo	Cotopaxi	Léntico	17M 0768255 9878620	2767
LSM	Laguna de San Marcos	Pichincha	Léntico	18N 0169786 0012537	3429
LP	Laguna de Papallacta	Napo	Léntico	17M 0816300 9958392	3436
LT	Laguna Toreadora	Azuay	Léntico	17M 0697554 9692753	3890
LM	Laguna de La Mica	Napo/Pichincha	Léntico	17M 0810222 9940119	3914
RM	Río Manta	Manabí	Lótico	17M 0530971 9894346	5
RS	Río Santiago	Morona Santiago	Lótico	17M 0809152 9667703	720
RZ	Río Zamora	Zamora Chinchipe	Lótico	17M 0775510 9604375	890
RC	Río Copueno	Morona Santiago	Lótico	17M 0821765 9745407	1070
RQ	Río Quijos	Napo	Lótico	18M 0191349 9965303	1500
RA	Río Abanico	Morona Santiago	Lótico	17M 0811459 9751014	1625
RP	Río Pachanlica	Tungurahua	Lótico	17M 0767512 9853766	2260
RAQ	Río Apaquí	Carchi	Lótico	18N 0183536 0055325	2465
AAA	Arroyo Agua Amarilla	Carchi	Lótico	18N 194614 0080494	3400

MÉTODOS

Las muestras fueron colectadas entre enero del 2021 y marzo del 2022, mediante el filtrado de 100 litros de agua a través de una red de arrastre de fitoplancton de 25 μm de apertura de poro; raspado de superficies de rocas u otros sustratos y estrujamiento de plantas acuáticas emergentes presentes en zonas litorales. De cada sitio de muestreo se obtuvieron muestras por triplicado y fueron fijadas con solución de transeau y glicerina (Bicudo y Menezes, 2017).

De cada una de las muestras, se realizaron tres montajes en portaobjetos para su observación. El estudio taxonómico y registro fotográfico se realizaron en un microscopio invertido Carl Zeiss Axio Vert.A1 acoplado con cámara Axio Cam 503 en objetivos de 40 y 63 x a través del software ZEN lite, el mismo que permitió

realizar las medidas morfométricas de cada uno de los individuos cuyos datos fueron usados para las descripciones taxonómicas.

El material bibliográfico utilizado y revisado para la identificación de los organismos fue: Komárek, 2005; Komárek y Zapomelová, 2007; Coesel y Meesters 2007; Rai y Misra, 2012; Rosini, Sant'Anna y Tucci, 2013; Kim, 2013a, 2013b, 2015; Felisberto y Souza, 2014 y Bicudo y Menezes, 2017; además, se consultó la base de datos en línea ALGAEBASE para la constatación de los nombres taxonómicos y sinonimias.

CYANOBACTERIA

Calothrix

C.Agardh ex Bornet & Flahault, 1886

Talo filamentoso frecuentemente formando mechones, adheridos al sustrato por la parte basal; enmarañados o aislados. Vaina mucilaginosa evidente, firme, homogénea o lamelada, incolora o amarilla y cerrada o abierta en el ápice. Tricomas heteropolares, esto es, presentan nítidamente una base alargada y un ápice atenuado; a veces la atenuación es tan intensa que forma los llamados pelos, cuyas células son bastante largas y generalmente hialinas. Células con forma de barril, cilíndricas o discoideas. Contenido celular verde-azulado, violeta o amarillo, normalmente sin aerótopos. Heterocistos aislados o forman cadenas cortas, están dispuestos en la base del tricoma o más raramente pueden ocupar posición intercalar. Acinetos ausentes, y en el caso de estar presentes el acineto se ubica al lado del heterocisto basal.

Zonas de registro: Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay.

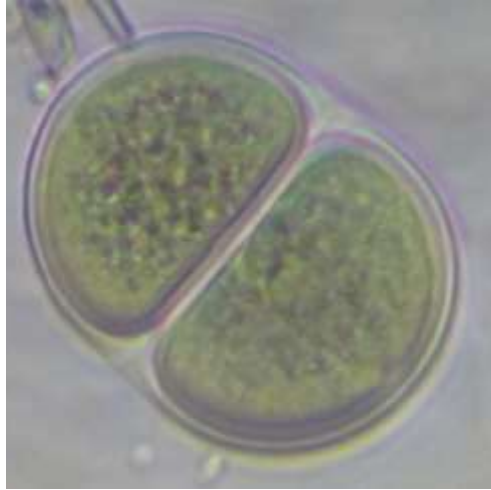


Chroococcus

Nageli, 1849

Generalmente son colonias esféricas o compuestas de subcolonias microscópicas y pueden contener dos, cuatro o más células. El sobre mucilaginosa es incoloro o castaño, difluente o firme, lamelada u homogéneo. Cada célula rodeada de una vaina gelatinosa homogénea. Células esféricas, ovales u hemisféricas de color verde azul pálido o brillante. Contenido celular granuloso, en algunas especies presencia

de aerópodos. Puede ser planctónica o perifítica en plantas o piedras sumergidas.
Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura, Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Río Manta, Manabí.

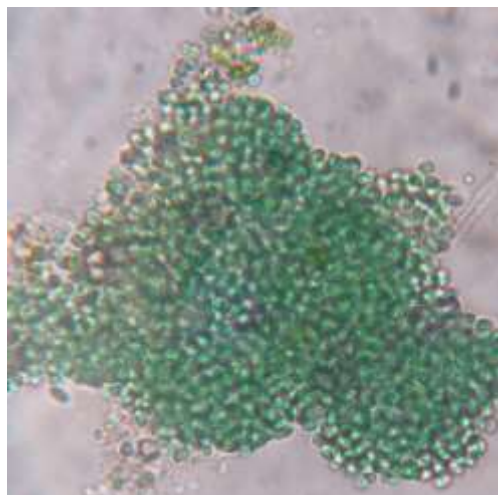


Cyanosarcina

Kováčik, 1988

Cyanosarcina es perifítica cuyas colonias son microscópicas, con células agrupadas en paquetes densos envueltos por un sobre mucilaginoso firme e incoloro. Las células son sub-esféricas o irregulares, envueltas por mucílago individual fino. Contenido celular verde-azulado. La división celular ocurre por división celular binaria en tres o más planos, con producción de células hijas.

Zonas de registro: Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Río Pachanlica, Tungurahua.



Cylindrospermum

F.T.Kützing ex É.Bornet & C.Flahault, 1886

Colonias floculosas, flotantes o fijadas a superficies sumergidas. Filamentos enredados o paralelos en un mucílago. Tricomas con células constreñidas y ligeramente infladas; células rectangulares a semiesféricas, contenido celular verde-azulado pálido a verde brillante, con gránulos dispersos. Heterocistos terminales ovoides, globulares en uno o ambos polos del tricoma, con pared ocasionalmente ornamentada. Acinetos cilíndricos de paredes lisas, pardo-amarillentas. Puede ser epipélica, epífita o flotante en aguas dulces de diferentes calidades ecológicas. Parece preferir la presencia de sustancias húmicas.

Zonas de registro: Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna San Marcos, Pichincha; Río Manta, Manabí.



Dichothrix

Zanardini ex Bornet & Flahault, 1886

Talos filamentosos generalmente formando penachos adheridos al sustrato por la parte basal. Las ramificaciones falsas unilaterales se forman a partir de un heterocisto que presenta vaina individual. Vaina evidente, firme, homogénea o lamelada, incolora o de color amarillo. Tricomas heteropolares presentan una base alargada en un ápice atenuado como pelo y pueden o no ser constrictos. Células en forma de barril o cilíndricas. Contenido celular sin aerotopos. Heterocistos aislados, basales, raramente ocupan posición intercalar. Acinetos ausentes. Reproducción por formación de hormogonios.

Zonas de registro: Laguna Toreadora, Azuay.



Dolichospermum

(Ralfs ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek, 2009

Las células se organizan linealmente formando filamentos rectos; en algunas especies pueden estar agregados formando masas irregulares. Los tricomas son rectos, curvos o espiralados o isopolares. Vaina mucilaginosa firme y hialina. Células redondeadas, elípticas, raramente cilíndricas. Contenido celular de color verde-azulado o verde-acastañado. Los Heterocistos son siempre intercalares, solitarios en intervalos más o menos regulares a lo largo del tricoma. Acinetos redondos, elípticos, oblongos o cilíndricos dependiendo de la especie. Pláncticos.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna San Marcos, Pichincha; Laguna Toreadora, Azuay.

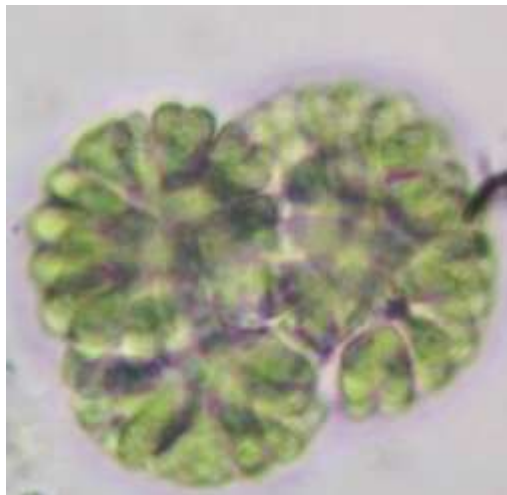


Gomphosphaeria

Kützing, 1836

Unicelulares-coloniales, esféricas o irregulares, generalmente compuestas de varias colonias hijas, envueltas por un mucílago fino. Células alargadas, obovadas, en forma de mazo o ligeramente arriñonadas; unidas por pedículos mucilaginosos radialmente ramificados, pseudodicotómicos, siempre distantes entre si pero orientadas radialmente a la periferie de la colonia, las hijas se mantienen juntas por algún tiempo, dando la apariencia de ser acorazonadas; contenido celular verde azul pálido o brillante, amarillentas o rosadas. Son de vida libre en la zona litoral de los lagos, pantanos y piscinas, sobre otras algas y plantas acuáticas.

Zonas de registro: Laguna Toreadora, Azuay; Río Manta, Manabí.



Leptolyngbya

Anagnostidis & Komárek, 1988

Tricomas generalmente enmarañados y raramente aislados, planctónicos o adheridos a un sustrato. Pueden ser flexibles o rectos Vaina facultativa y cuando aparece es firme, fina e incolora. Células normalmente más anchas que largas y raramente cuadradas. Contenido celular verde-azulado homogéneo o granulado, sin aerópodos. Célula apical redondeada y sin caliptra.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de Papallacta, Napo; Río Quijos, Napo; Río Apaquí, Carchi.



Lyngbya

C.Agardh ex Gomont, 1892

Filamentos aislados o enmarañados, formando talos macroscópicos, sobre un sustrato. Vaina mucilaginosa firme, lamelada o no, incolora, amarilla o castaña. Tricomas rectos, curvos u ondulados, con o sin constricción, con movimiento deslizante. Células discoideas, cuatro veces más largas que anchas. Contenido celular verde-azulado, castaño o violeta, homogéneo o granuloso. Célula apical redondeada y comúnmente presenta caliptra. La mayoría son perifíticas o bentónicas, tanto en aguas continentales como salobre o marina. Pocas especies son planctónicas o de ambiente terrestre.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de Papallacta, Napo; Río Quijos, Napo; Río Apaquí, Carchi.

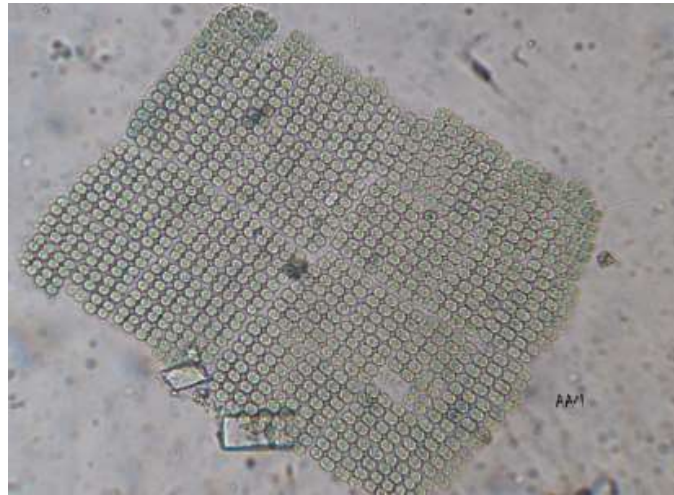


Merismopedia glauca

(Ehrenberg) Kützing 1845

Colonias 16 a 64 células, esféricas, elipsoidales y hemisféricas. Células dispuestas en filas paralelas. Colonia rodeada de mucílago gelatinoso incoloro, fino, hialino. Diámetro de la célula entre 3 y 6 μm . Color verde azulado.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna Toreadora, Azuay; Río Manta, Manabí.



Microcystis

Lemmermann, 1907

Colonias micro o macroscópicas, esféricas, ovals o irregulares. Células esféricas, unidas en una masa gelatinosa ovalada, irregularmente lobulada, en forma de saco. Mucílago cenobial hialino y homogéneo con una forma definida. Contenido celular verde-azulado altamente granular y con pseudovacúolas. Género planctónico, muy común en aguas duras, especialmente en lagos eutróficos.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna El Salado, Carchi; Laguna del Yambo, Cotopaxi; Río Manta, Manabí.



Nostoc commune

Vaucher ex Bornet & Flahault, 1888

Colonia con talo organizado en numerosos tricomas envueltos en un mucílago gelatinoso. Tricomas con heterocistes de forma esférica. Células subsféricas de color verde oliváceo. Este género puede formar masas gelatinosas esféricas o costras de varios centímetros. Las colonias pueden presentar colores de tonos verdes oliváceos, marrones, amarillentos o negro cuando se encuentra seco.

Zonas de registro: Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Río Pachanlica, Tungurahua.



Oscillatoria

Vaucher ex Gomont, 1892

El tricoma puede ser aislado o comúnmente entrelazado con otros tricomas, formando talos macroscópicos con diversos aspectos sobre un sustrato que puede ser plantas, otras algas, conchas, piedras, sedimento y arena. Vaina mucilaginosa ausente. Tricomas rectos, curvos o flexibles, constrictos, levemente atenuado en las células apicales, y presentan movimiento deslizante u oscilante. Células discoideas, cuatro veces más largas que anchas. Contenido celular verde-azulado, castaño o violeta, homogéneo o granuloso. Célula apical redondeada y puede o no tener caliptra. Género ampliamente distribuido, principalmente en ambientes lénticos y perifíticos.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna El Salado, Carchi; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Río Manta, Manabí; Río Quijos, Napo; Río Abanico, Morona Santiago; Río Pachanlica, Tungurahua; Río Apaquí, Carchi.



Pseudanabaena

Lauterborn 1915

Células cilíndricas, más largas que anchas. Célula apical cilíndrica con polos redondeados. Tricomas solitarios o pueden formar pequeñas masas, rectos o curvos, muy finos con constricciones conspicuas y no es atenuado en el ápice, con mucilago poco notorio. Heterocistos y acinetos ausentes. Habita sistemas límnicos eutróficos.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Río Pachanlica, Tungurahua.



Raphidiopsis

F.E.Fritsch & M.F.Rich, 1929

Filamentos solitarios, rectos o ligeramente curvados. Células cilíndricas o en forma de barril con vesículas de gas; más largas que anchas. Acinetos elipsoidales o cilíndricos, alejados de los heterocistos. Heterocistos ovoides o cónicos de posición terminal. La mayoría de especies son potencialmente tóxicas ya que producen anatoxinas, cilindrospermopsinas, saxitoxinas, entre otras.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura.



Stigonema

C. Agardh ex Bornet & Flahault, 1886

Presenta un talo formado por filamentos enmarañados o costrosos, de coloración muy variable. Las ramificaciones de los filamentos son de tipo T o V, presentando nítida diferenciación entre filamentos principales y secundarios. Las ramas principales son siempre multiseriados y las secundarias en su mayoría uniseriados especialmente en las regiones apicales. La vaina varía en cuanto a espesura, pudiendo ser delgadas y hialinas, o espesas de coloración amarilla. Tricomas moniliformes. Células vegetativas variables en cuanto a forma. Reproducción por liberación de hormogonios formados en las extremidades de las ramas.

Zonas de registro: Laguna Toreadora, Azuay.



Synechocystis

Sauvageau, 1892

Cianobacteria solitaria o aglomerada, vaina común ausente u ocasionalmente delgada e incolora. Células esféricas o ligeramente ovales antes de la división, de color verde azul pálido o verde olivo, contenido celular homogéneo, sin gránulos prominentes. La división celular ocurre por fisión binaria en dos planos perpendiculares, las células crecen hasta alcanzar el tamaño y forma original antes de la próxima división.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura.



BACILLARIOPHYTA

Amphora

Ehrenberg ex Kützing, 1844

Células solitarias o reuníos en colonias, comunmente sobre otras algas, rocas, plantas, etc. Son elípticos, linear-elípticos con extremos redondeados, truncados o rostrados. Valvas arqueadas en sentido transapical. Rafe moderado a fuertemente excéntrico, y situada en el lado ventral de la cara de la valva; puede ser recto, arqueado o levemente sigmoideo. Estrías lineadas o punteadas, paralelas, radiales o convergentes.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Río Manta, Manabí; Río Santiago, Morona Santiago; Río Pachanlica, Tungurahua.



Aulacoseira

Thwaites, 1848

Diatomea central con simetría radial. Valvas cilíndricas formando cadenas filamentosas unidas por medio de prolongaciones en forma de aguja presentes en ambas valvas. La superficie valvar presenta areolas puntiformes oblicuas o rectas a lo largo de la valva.

Zonas de registro: Lago San Pablo; Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Río Santiago, Morona Santiago.



Ceratoneis

Ehrenberg, 1839, nom. rejic.

Células normalmente solitarias, a veces formando pequeñas colonias. Las valvas arqueadas, isopolares, con extremos capitados, con una pequeña dilatación en la parte central del lado cóncavo. Estrías finas del lado convexo y ausentes en el lado cóncavo.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna del Yambo, Cotopaxi; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Laguna de la Mica, Napo-Pichincha; Río Santiago, Morona Santiago; Río Quijos, Napo; Río Abanico, Morona Santiago; Río Pachanlica, Tungurahua.

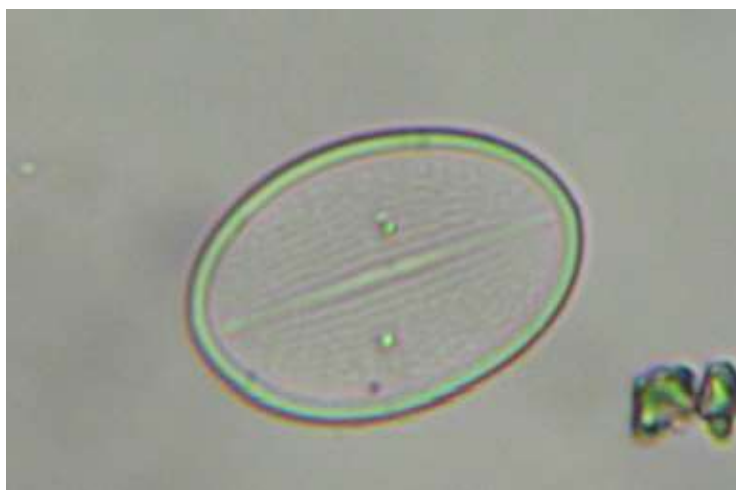


Cocconeis

Ehrenberg, 1836

Células solitarias heterovalvares. Valvas largamente elípticas a circulares, con las extremidades ampliamente redondeadas; sólo una de las valvas presenta rafe. Valva rafídea: esternón del rafe central recto; área central circular diminuta; estriación interrumpida longitudinalmente por un área hialina submarginal. Valva arrafídea: esternón central lineal o lanceolado; área hialina submarginal ausente.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de Papallacta, Napo; Río Manta, Manabí; Río Santiago, Morona Santiago; Río Abanico, Morona Santiago; Río Pachanlica, Tungurahua

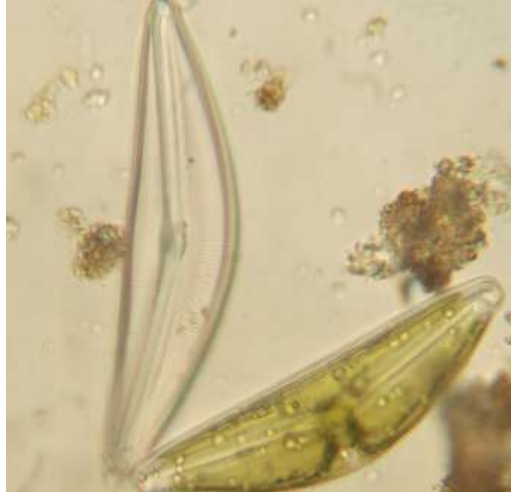


Cymbella

C.Agardh, 1830, nom. et typ. cons.

Células solitarias adheridas a sustrados o reunidas en colonias mediante pedunculos gelatinosos. Las válvas de Cymbella son ligeramente a fuertemente dorsiventral, o asimétrica al eje apical. Rafe rectilíneo o curvo, dividiendo a la valva en dos partes desiguales, una más ancha que la otra. Estrías radiales, punteadas. Crece en los hábitats bentónicos, y a menudo producen tallos mucilaginosos que son secretadas a través del conjunto de poros apicales.

Zonas de registro: Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Río Manta, Manabí; Río Santiago, Morona Santiago; Río Zamora, Zamora Chinchipe; Río Quijos, Napo. Río Pachanlica, Tungurahua.



Diploneis

Ehrenberg ex Cleve, 1894

Diatomea pennada, birrafídea, solitaria con valvas lineares a elípticas, con extremidades redondeadas. El nódulo central continúa en dos costillas silíceas que encierran el rafe. Costillas marginales radiales o paralelas que recorren la valva desde el margen hasta el canal longitudinal. Areoéolas dispuestas en líneas simples o dobles, ubicadas entre las costillas.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Epithemia

Kützing, 1844

Células solitarias. Valvas dorsiventrales, frecuentemente arqueadas y con las extremidades abruptas y ampliamente capitadas. Superficie valvar plana. El rafe sigue los bordes ventrales hasta la zona central, donde se arquea algunas veces hasta la zona dorsal. Costillas transversales bien marcadas extendiéndose de margen a margen. Estrías uniseriadas con areolas complejas. Terminaciones proximales y distales externas simples o levemente expandidas.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Río Santiago, Morona Santiago.



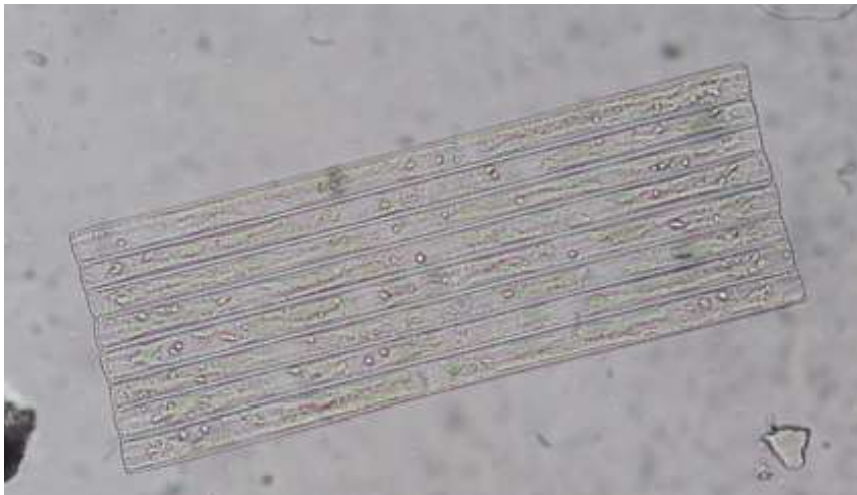
Fragilaria

Lyngbye, 1819

Diatomea arrafídea y pennada. Las células solitarias o unidas, formando cadenas lineales o en zigzag. Valvas lineales, lineallanceoladas o elípticas. El pseudorrafe se extiende hasta los márgenes, observándose un área central cuadrada o rectangular. Estrías transapicadas uniseriadas, que se extienden por el manto valvar con disposición alterna. Areolas pequeñas, circulares y porosas.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna del Yambo, Cotopaxi; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha; Río Manta, Manabí; Río Santiago, Morona Santiago; Río Zamora, Zamora

Chinchipe; Río Copueno, Morona Santiago; Río Quijos, Napo; Río Abanico, Morona Santiago; Río Pachanlica, Tungurahua.



Gomphonema

Ehrenberg, 1832, nom. et typ. cons.

Frústulos o células coloniales adheridos a un sustrato por un filamento de mucilago secretado por una estructura localizada en la extremidad basal de la valva. Valvas lineales a lanceoladas o heteropolares. Estrías uniseriadas o biseriadas. Rafe central o levemente sinuoso, con terminaciones proximales expandidas o rectas. Terminaciones distales levemente curvadas.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna El Salado, Carchi; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna Toreadora, Azuay; Río Manta, Manabí; Río Santiago, Morona Santiago; Río Zamora, Zamora Chinchipe; Río Quijos, Napo; Río Abanico, Morona Santiago; Río Pachanlica, Tungurahua.



Gyrosigma

Hassall, 1845, nom. cons.

Valvas sigmoideas en el contorno de la valva. La zona axial es estrecha y también sigmoidea, con rafe sigmoideo. El área central es redonda a elíptica. Los extremos del rafe proximal y externos son desviados en direcciones opuestas una de la otra. Gyrosigma es característico de hábitats epipélicos y endopélicos, ampliamente distribuida en las aguas dulces y con algunas especies que se encuentran en aguas salobres.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna del Yambo, Cotopaxi; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Melosira

C.Agardh, 1824, nom. cons.

Frústulos cilíndricos o subesféricos unidos en cadenas filamentosas por un mucilago secretado por poros localizados en la superficie valvar. Gránulos o pequeños espinos se encuentran propagados por la superficie valvar. Manto valvar delicadamente ornamentado con estrías. Las areolas se encuentran dispersas u organizadas en filas por la superficie y manto valvar. Espinos alargados e irregulares a manera de corona, formando un círculo localizado entre el manto y la región central valvar.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha; Río Manta, Manabí; Río Zamora, Zamora Chinchipe.



Navicula

Bory, 1822

Células solitarias. Valvas lanceoladas a lineares con extremidades abruptas, rostradas o capitadas. Rafe simple, central en las dos valvas; terminaciones proximales simples, expandidas en poros como en ganchos en dirección a los lados de la valva; terminaciones distales externas simples o en forma de gancho. Estrías rectas o radiadas a lo largo de la valva.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna El Salado, Carchi; Laguna del Yambo, Cotopaxi; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Río Manta, Manabí; Río Santiago, Morona Santiago; Río Zamora, Zamora Chinchipe; Río Copueno, Morona Santiago; Río Quijos, Napo; Río Abanico, Morona Santiago; Río Pachanlica, Tungurahua; Río Apaquí, Carchi.



Nitzschia

Hassall, 1845, nom. cons.

Células solitarias o formando colonias estrelladas o lineares. Pueden estar dentro de tubos de mucílago. Valvas rectas o sigmoides; lineales, lanceolados o elípticas, algunas veces expandidas en la zona central. Ápices rostrados o capitados. Rafe excéntrico, continuo o interrumpido en el centro de la valva. Estrías uniseriadas. Género marino o de agua dulce, generalmente epipélico o planctónico.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Río Manta, Manabí; Río Quijos, Napo; Río Pachanlica, Tungurahua.



Pinnularia

Ehrenberg, 1843, nom. et typ. cons.

Células solitarias, raramente formando colonias. Valvas lineares, lanceoladas o elípticas, a veces con los márgenes ondulados. Rafe central mediana presenta una sinuosidad característica. Estrías dispuestas paralelamente entre si, y perpendiculares al rafe a ambos lados del mismo. Terminaciones proximales expandidas. Fisuras terminales largas y curvadas.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Río Zamora, Zamora Chinchipe; Río Quijos, Napo; Río Abanico, Morona Santiago; Río Pachanlica, Tungurahua.



Rhoicosphenia

Grunow, 1860

Frústulos individuales o coloniales sobre largos pedúnculos gelatinosos; heterovalvares y curvos. En vista pleural tiene forma de cuña, torcida en ángulo obtuso. Valvas lineares a linear-lanceoladas, biseriadas, paralelas a levemente radiadas próximo a las extremidades. Sistema de rafe central. Valva cóncava con terminaciones distales y rafe alargado. Valva convexa con fisuras de rafe muy cortas, restringidas en las extremidades de la valva.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha; Río Quijos, Napo.



Rhopalodia

O.Müller, 1895, nom. cons.

Células libres, unidas en grupos o aisladas. Frústulos lineares y lanceolados; la vista cingular es inconfundible por su forma rectangular ensanchada en el centro. Valvas lineares o arqueadas y fuertemente asimétricas en plano apical. Rafe dorsal, marginal a lo largo de de la cara valvar. Estrías uni a multiseriadas. Costillas transapicales robustas extendiéndose de margen a margen.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Río Zamora, Zamora Chinchipe; Río Quijos, Napo; Río Pachanlica, Tungurahua.



Stauroneis

Ehrenberg, 1843

Diatomea pennada, birrafídea; solitaria o raramente colonial. Valvas lanceoladas a elípticas, con extremos capitados. Valvas ornamentadas con estrías perpendiculares al rafe. Zona hialina sin estrías, que parte del centro de la valva hacia los márgenes llamado stauro, de ahí el nombre al género. El rafe y stauro dibujan una cruz en la valva.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Surirella

Turpin, 1828

Células solitarias. Frústulos rectangulares en vista cingular. Valvas planas, elípticas lanceoladas o lineares; extremos iso o heteropolares. El Rafe se encuentra alrededor de toda la circunferencia de la valva. Superficie valvar plana o cóncava, a veces ornamentada con gruesas costillas transversales que van de margen a margen; estrías multiseriadas. Género marino o de aguas continentales, epipélico.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha; Río Copueno, Morona Santiago; Río Quijos, Napo; Río Abanico, Morona Santiago; Río Pachanlica, Tungurahua.



Synedra

Ehrenberg, 1830

Células solitarias con valvas isopolares, grandes, lineares, muy rara vez con el eje apical curvo. Extremos redondos, capitados, abultados o finos. Estrías transversales y finas. Área central presente o ausente. Un cloroplasto con numerosos pirenoides.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna El Salado, Carchi; Laguna de San Marco, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Río Zamora, Zamora Chinchipe; Río Pachanlica, Tungurahua.



Tabellaria

Ehrenberg ex Kützing, 1844

Frústulos unidos formando cadenas en zig-zag parcialmente lineales o estrelladas, a través de un mucilago secretada por los campos de areolas localizados en las

extremidades valvares. Células rectangulares en vista pleural, con septos longitudinales distintos e interrumpidos en la región media. Valvas alargadas, entumecidas en la región central y con extremidades capitadas. Estrías uniseriadas irregulares.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura; Laguna del Yambo, Cotopaxi; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna Toreadora, Azuay; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha; Río Abanico, Morona Santiago.



CHAROPHYTA

Actinotaenium curtum

(Brébisson ex Ralfs) Teiling ex Růžička & Pouzar 1978

Células fusiformes; seno poco profundo; márgenes laterales convexos y estrechados hacia los ápices; ápices ampliamente redondeados. Dimensiones: 28 - 32 μm largo; 17 - 19 μm ancho.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha.



Closterium acerosum

Ehrenberg ex Ralfs, 1848

Célula ligeramente curva, más larga que ancha, casi recta, margen ventral ligeramente cóncavo, margen dorsal semi-recto, con polos redondeados; cloroplasto con 7-9 pirenoides. Dimensiones: 255-264 μm largo; 23-29 μm ancho.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Río Manta, Manabí.



Closterium acutum

Brébisson 1848

Célula semi-recta, más larga que ancha, ligeramente curvo en los polos, margen ventral casi recto, margen dorsal convexo, polos redondeados; cloroplasto con 2-4 pirenoides. Dimensiones: 154-167 μm largo; 5-8 μm ancho.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna del Yambo, Cotopaxi; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Closterium diana

Ehrenberg ex Ralfs 1848

Célula lunada, más larga que ancha, margen ventral cóncavo, margen dorsal convexo, polos oblicuo-truncados; cloroplasto con 3-6 pirenoides. Dimensiones: 152-172 μm largo; 25-28 μm ancho.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura.



Closterium glacile

Brébisson ex Ralfs 1848

Célula semi-recta, más larga que ancha, margen ventral recta con ligera curvatura en la región apical, margen dorsal convexo, polos obtusos y truncados; cloroplasto con 5-6 pirenoides. Dimensiones: 110-200 μm largo; 3-6 μm ancho.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna El Salado, Carchi; Laguna Toreadora, Azuay; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Closterium kuetzingii

Brébisson 1856

Célula estriada fusiforme-lanceolada, más larga que ancha, margen ventral y dorsal convexos, con ligera curvatura en la región apical, procesos apicales largos setaceos, polos redondeados; cloroplasto con 4-6 pirenoides. Dimensiones: 392-420 μm largo; 8-10 μm ancho.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura.



Closterium moniliferum

Ehrenberg ex Ralfs 1848

Célula lunada, más larga que ancha, margen ventral cóncavo hinchado en la región media, margen dorsal convexo, polos redondeados; cloroplasto con 7-10 pirenoides. Dimensiones: 162-210 μm largo; 31-38 μm ancho.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Río Santiago, Morona Santiago.



Closterium parvulum

Nägeli 1849

Célula semi-lunada, más larga que ancha, margen ventral cóncavo a casi recto en el medio, margen dorsal convexo, polos redondeados y puntiagudos; cloroplasto con 2-6 pirenoides. Dimensiones: 90-145 μm largo; 9-11 μm ancho.

Zonas de registro: Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Closterium striolatum

Ehrenberg ex Ralfs 1848

Célula con pared celular marrón y estriada, ligeramente curva, más larga que ancha, margen ventral cóncavo, margen dorsal convexo, polos redondeados; cloroplasto con 5-6 pirenoides. Dimensiones: 180-490 μm largo; 24-45 μm ancho.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura.



Closterium venus

Kützing ex Ralfs 1848

Célula lunada, más larga que ancha, margen ventral cóncavo a casi recto, margen dorsal ligeramente convexo, polos redondeados y puntiagudos; cloroplasto con 2-3 pirenoides. Dimensiones: 75-88 μm largo; 10-11 μm ancho.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura.



Cosmarium bioculatum

Brébisson ex Ralfs 1848

Célula de tamaño pequeño, tan larga como ancha; seno ligeramente cerrado cerca al istmo y distalmente abierto; semi-células elipsoides alargadas; pared celular lisa; cloroplasto axial con 1 pirenoide por semi-célula; vista lateral circular, vista apical alargada elíptica. Dimensiones: 16,5-18 μm largo; 17-17,5 μm ancho; 4-5 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Cosmarium botrytis

Meneghini ex Ralfs 1848

Célula más larga que ancha; seno lineal y algo dilatado cerca al istmo; semi-células piramidales; pared celular cubierta con gránulos dispuestos uniformemente; cloroplastos axiales dicéntrico con 2 pirenoides por semi-célula; vista lateral y apical elíptica. Dimensiones: 55-59 μm largo; 50-55 μm ancho; 14-18 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna de La Mica, Napo-Pichincha; Arroyo Agua Amarilla, Carchi.



Cosmarium formosulum

Hoff 1888

Célula más larga que ancha; constricción media profunda, seno abierto en toda su extensión; semi-células trapezoidales a subsemicirculares en vista frontal, ángulos basales redondos, lados con 6-7 ondulaciones; ápice ligeramente truncado con 4-5 ondulaciones; ornamentación en toda la célula concentrada en la parte central y lateral; pared celular granulada; cloroplasto con 2 pirenoides por semi-célula. Dimensiones: 26-27 μm largo; 28-30 μm ancho; 8,8-9 μm istmo.

Zonas de registro: Arroyo Agua Amarilla, Carchi.



Cosmarium goniodes

West & G.S.West 1895

Células diminutas más largas que anchas; ligeramente constreñidas; semi-células subcilíndricas o alargadas-rectangulares, bordes laterales ligeramente convexos, puntas truncadas ligeramente convexas con esquinas apicales redondeadas; membrana punteada, puntos dispuestos en series transversales a lo largo de la semicelda. Dimensiones: 17-21 μm largo; 6,5-7 μm ancho; 6,5 μm istmo.

Zonas de registro: Arroyo Agua Amarilla, Carchi.



Cosmarium humile

Nordstedt ex De Toni 1889

Células pequeñas más larga que anchas; seno profundo y lineal; semi-células trapeziformes con base ancha; ángulo basal redondeado, brazos inferiores paralelos o ligeramente divergentes, brazos superiores angularmente convergentes, ápice truncado y ligeramente ondulado. Dimensiones: 17-18 μm largo; 15,8-18 μm ancho, 5-6 μm istmo.

Zonas de registro: Arroyo Agua Amarilla, Carchi.

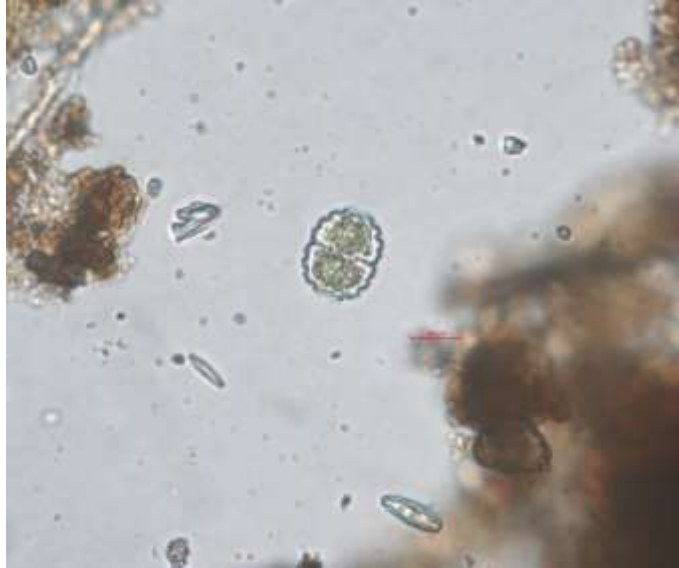


Cosmarium impressulum

Elfving 1881

Célula más larga que ancha; seno profundo, lineal, cerrado la mayor parte; semi-células con 8 ondulaciones en los ángulos basales y apicales; pared celular lisa; cloroplastos con 1 pirenoide por semi-célula; vista apical elíptica. Dimensiones: 25-30 μm largo; 16-20 μm ancho; 5-6 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura; Arroyo Agua Amarilla, Carchi.



Cosmarium punctulatum

Brébisson 1856

Célula más larga que ancha, a veces tan larga como ancha; seno cerrado; semi-células trapeziformes, márgenes ligeramente ondulados, ángulos redondeados, ápice truncado; pared celular granulada; cloroplastos con 1 pirenoides por semi-célula; vista lateral semicircular, vista apical elíptica. Dimensiones: 25-27 μm largo; 23-26 μm ancho; 9-11 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna Toreadora, Azuay; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Cosmarium pyramidatum

Brébisson in Ralfs 1848

Célula más larga que ancha; seno profundo, lineal, cerrado la mayor parte; semi-células piramidales, esquina basal redondeada, ápice aplanado; pared celular densamente punteada; cloroplastos axiales con 1-2 pirenoides por semi-célula; vista lateral y apical elíptica. Dimensiones: 65-90 μm largo; 40-55 μm ancho; 14-19 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna de la Mica, Napo-Pichincha.



Cosmarium quadratum

Ralfs ex Ralfs 1848

Célula más larga que ancha; seno ligeramente abierto hacia el istmo; semi-células rectangulares, esquinas apicales ampliamente redondeadas; pared celular lisa; cloroplastos con varios pirenoides por semi-célula; vista lateral y apical elíptica. Dimensiones: 55-70 μm largo; 30-38 μm ancho; 20-26 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura; Laguna de la Mica, Napo-Pichincha; Arroyo Agua Amarilla, Carchi.

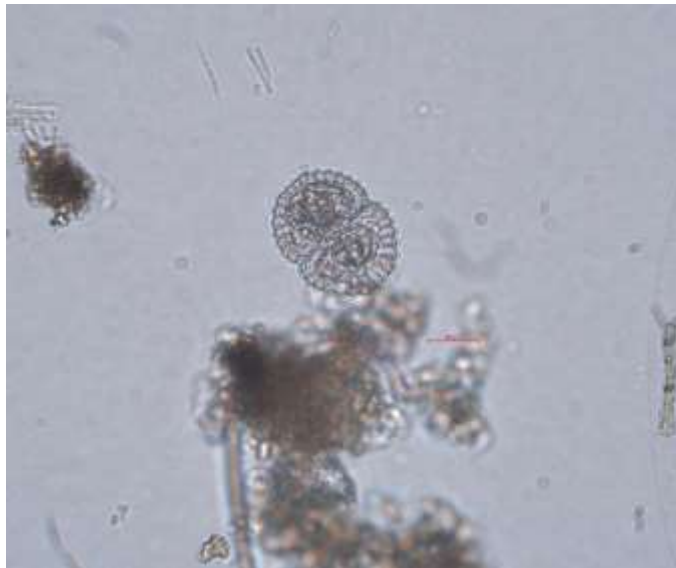


Cosmarium quadrifarium

P.Lundell 1871

Célula más larga que ancha, a veces tan larga como ancha; seno ligeramente abierto; semi-células semi-circulares, ápice convexo; pared celular con gránulos en pares formando líneas hacia la región media; cloroplastos con 2 pirenoides por semi-célula; vista lateral semi-circular, vista apical oval. Dimensiones: 65-90 μm largo; 40-55 μm ancho; 14-19 μm istmo.

Zonas de registro: Arroyo Agua Amarilla, Carchi.



Cosmarium regnelii

Wille 1884

Célula más larga que ancha; seno mediano cerrado; semi-células rectangulares, esquinas basales y apicales redondeadas, ápice ampliamente truncado; pared celular lisa con proyecciones; cloroplastos con 1 pirenoide por semi-célula; vista lateral semi-circular, vista apical oblonga. Dimensiones: 13-14 μm largo; 11-12 μm ancho; 3.5-4 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura; Laguna de la Mica, Napo-Pichincha.



Cosmarium subspeciosum

Nordstedt 1875

Célula más larga que ancha; seno cerrado; semi-células piramidales truncadas, esquinas basales redondeadas, ápice truncado; pared celular granular con pares de gránulos en series radiales; cloroplasto con 2 pirenoides por semi-célula; vista lateral y apical oblonga. Dimensiones: 44-51 μm largo; 35-37 μm ancho; 12,5-13 μm istmo.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Cosmarium trilobulatum

Reinsch 1866

Célula más larga que ancha; seno cerrado; semi-células trilobuladas, márgenes laterales convergentes, ápice ampliamente truncado; pared celular puntuada; cloroplastos con 1 pirenoides por semi-célula; vista lateral semi-circular, vista apical elíptica. Dimensiones: 16-22 μm largo; 10-18 μm ancho; 4-7 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha; Arroyo Agua Amarilla, Carchi.



Elakatothrix

Wille 1898

Células solitarias o en colonias de células dispersas dentro de una envoltura mucilaginosa amplia y homogénea. Células fusiformes, cilíndricas, elipsoidales u ovales, de extremos romos o agudos, formando a veces pseudofilamentos. Cloroplastos parietales de tipo laminar con uno o dos pirenoides céntricos.

Zonas de registro: Lago San Pablo; Imbabura; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha; Río Santiago, Morona Santiago.



Euastrum bidentatum

Nägeli 1849

Célula más larga que ancha; constricción media profunda, seno casi cerrado, semi-célula semielíptica de polos redondeados con márgenes ondulados, margen apical angular con una amplia incisión en forma de V, ornamentada con espinas en los ángulos terminales. Cara de la semi-célula con un saliente medio ornamentado con gránulos; pared celular lisa; cloroplasto con un pirenoide por semi-célula. Dimensiones: 26,5-31 μm longitud; 17-21 μm ancho; 4-5 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Arroyo Agua Amarilla, Carchi.

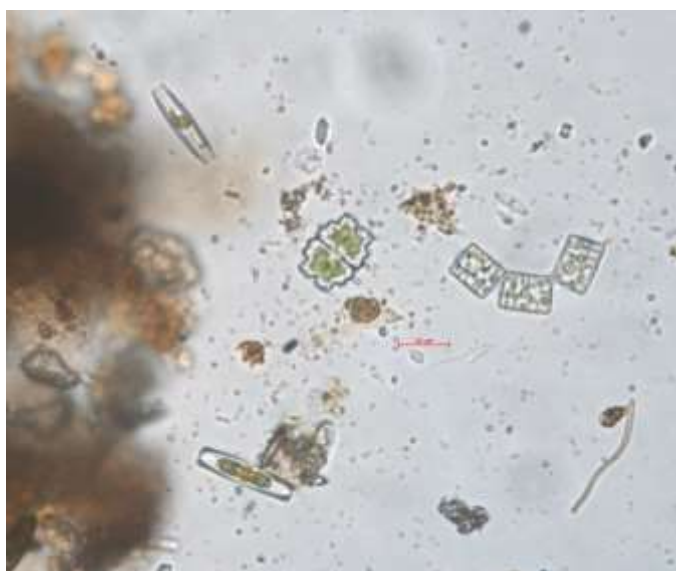


Euastrum denticulatum

F.Gay 1884

Célula ligeramente más larga que ancha; constricción mediana profunda, seno casi completamente cerrado, ligeramente abierta en los extremos; incisiones semi-cuadrangulares, de 3 lóbulos, poco profundas; lóbulos laterales termina con un ápice convexo; lóbulo polar con seno profundo semioval; margen apical recto del lóbulo polar y márgenes angulares con pequeños procesos. Dimensiones: 23-28 μm longitud, 20-22 μm ancho; istmo: 5-6 μm .

Zonas de registro: Arroyo Agua Amarilla, Carchi.



Hyalotheca

Ehrenberg ex Ralfs, 1848

Células más o menos cilíndricas, unidos en línea uniseriada con o sin una ligera constricción media (Istmo) donde las paredes de las semicélulas se superponen. Pared celular lisa con poros dispuestos en filas transversales. Vaina mucilaginosa delgada o ancha. Dos cloroplastos axiales por célula, con pirenoide central. Núcleo entre los cloroplastos.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura.



Micrasterias americana

Ehrenberg ex Ralfs 1848

Células más anchas que largas; semi-célula bilobulada. Lóbulos basales divididos en dos, lóbulos polares cóncavos, ápice con dos procesos superiores laterales que terminan en pequeñas espinas. Sinus abierto. Pared celular con gránulos irregulares y dentición en los márgenes de los lóbulos. Dimensiones: 112.5 – 114 μm largo; 125 - 126 μm ancho; 20 – 21 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Micrasterias laticeps

Nordstedt 1870

Célula más ancha que larga; constricción mediana profunda, seno central cerrado cerca del istmo y luego abierto; semi-célula semiorbicular de 3 lóbulos; incisiones interlobulares abiertas y profundas, en forma de V; ápices de los lóbulos lateral y polar orientados hacia la apertura del seno, lóbulo polar más grande que los lóbulos laterales, lóbulos con ángulos acuminados. Dimensiones: 65-80 μm longitud, 85-98 μm ancho; istmo: 14-16 μm .

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha; Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura.



Micrasterias truncata

Brébisson ex Ralfs 1848

Célula tan ancha como larga; constricción media profunda, seno central cerrado cerca del istmo y luego abierto; semi-célula semiorbicular de 5 lóbulos; incisiones interlobulares abiertas, basalmente lanceoladas, ligeras entre los lóbulos laterales y profundas entre los lóbulos polar y lateral; lóbulos laterales bifurcados, ápices bidenticulados; lóbulo polar deltoides invertido con ángulos acuminados, margen apical convexo del lóbulo polar; lóbulo polar más ancho que los lóbulos laterales. Dimensiones: 35-53 μm longitud, 35-56 μm ancho; istmo; 10-11 μm .

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura.



Penium margaritaceum

Brébisson 1848

Células más largas que anchas, cilíndricas; ápices redondeados, márgenes rectos a ligeramente convexos; estrías verticales en el centro de la hemi-células; pared celular granulada; cloroplastos en forma de bandas longitudinales con varios pirenoides. Dimensiones: 112,5 μm largo, 25,6 μm ancho, 22.5 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha.



Pleurotaenium trabecula

Nägeli 1849

Célula alargada, cilíndrica; semi-células con una inflación basal pronunciada, márgenes laterales rectos, con una ligera atenuación en los ápices redondeado-truncados; pared celular densamente punteada; dos cloroplastos con bandas irregulares y numerosos pirenoides. Dimensiones: 455-670 μm longitud; 33-42 μm ancho, istmo: 27-31 μm .

Zonas de registro: Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.

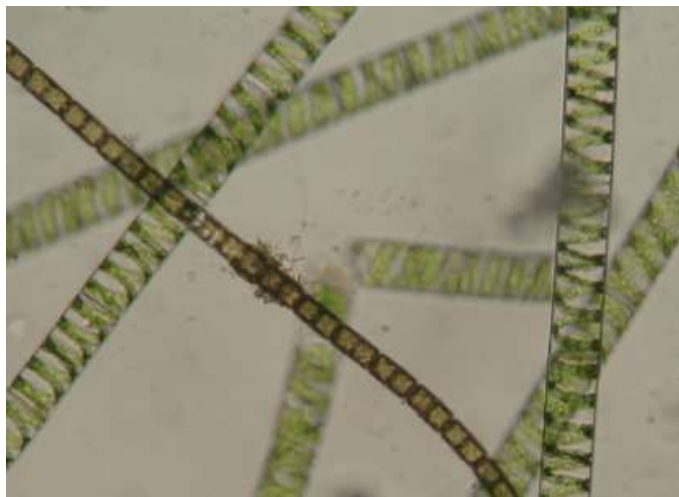


Spirogyra

Link, 1820

Filamentos libres y en raros casos están fijos a un sustrato; uniseriados, simples o constituidos por células cilíndricas. Pared celular lisa de dos capas: una interna de celulosa y una externa cubierta de mucílago. Cada célula contiene de 1 a 16 cloroplastos de situación parietal de forma helicoidal (espiral), con numerosos pirenoides dispuestos en serie.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna El Salado, Carchi; Laguna Toreadora, Azuay; Río Copueno, Morona Santiago; Río Quijos, Napo; Río Abanico, Morona Santiago.



Staurastrum furcigerum

(Brébisson) W.Archer 1861

Semi-células elípticas; seno acuto; brazos cortos y robustos con 2 espinas terminales; ápice con un proceso similar a los laterales, vista vertical triangular. Dimensiones: longitud sin procesos: 43-45 μm , con procesos 75-78 μm , ancho: 70 μm ; istmo 20 μm .

Zonas de registro: Laguna Toreadora, Azuay.



Staurastrum manfeldtii

Delponte 1878

Célula con procesos; semi-células en forma de copa, procesos horizontales o ligeramente convergentes que terminan en 3 espinas; pared celular lisa, con gránulos en cada proceso; vista polar de 3 radiaciones. Dimensiones: 36-38 μm longitud, 38-40 μm ancho, 9,5-10 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Laguna Toreadora, Azuay; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.

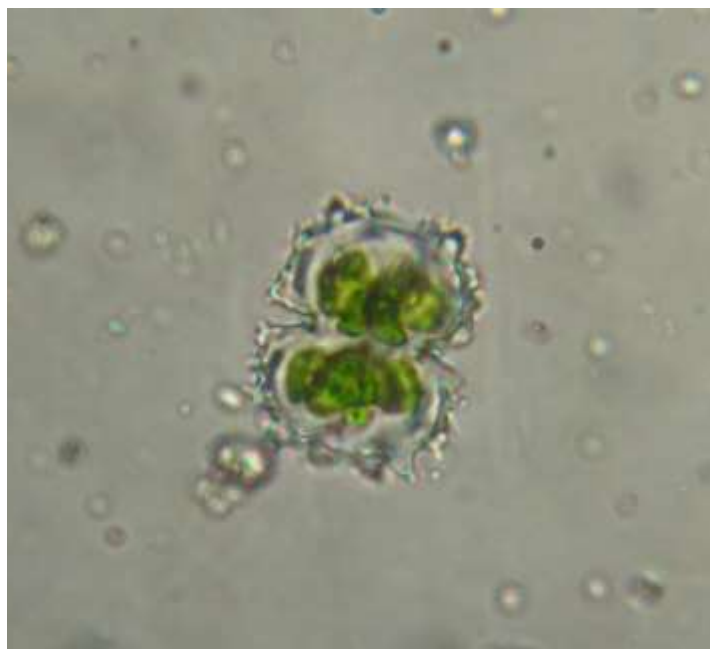


Staurastrum spongiosum

Brébisson ex Ralfs 184

Células tan anchas como largas, profundamente constreñidas en el medio, sinus agudamente abierto hacia afuera; semi-células subtrapeziformes, ángulos apicales y basales con verruga biespinada, con una serie transversal de verrugas a lo largo de la región media de la semicélula; vista frontal contorno trapezoidal; vista apical semi-células triangulares con lados rectos y ángulos redondeados. Dimensiones: 47-53 μm largo; 44-50 μm ancho, 12-13 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna Toreadora, Azuay.

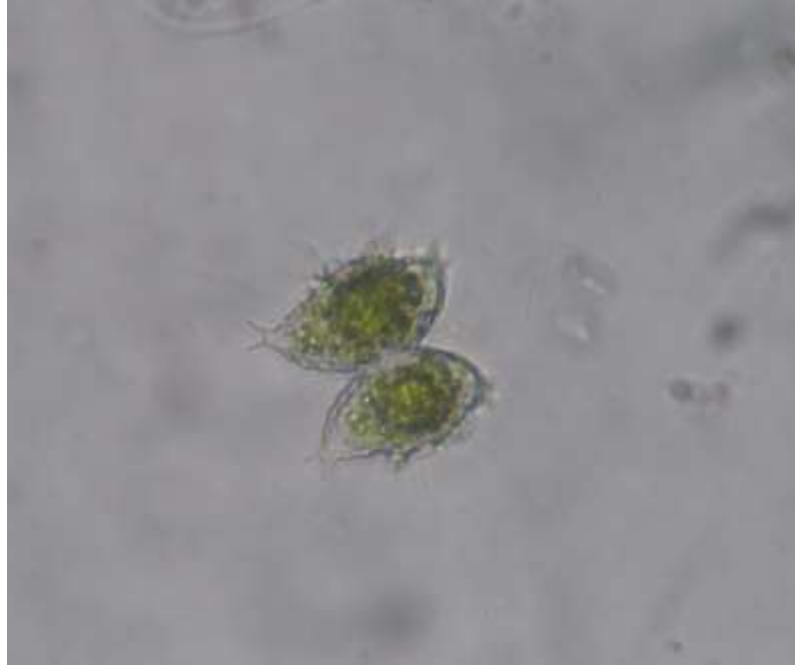


Staurastrum subavicula

(West) West & G.S.West 1894

Células sin brazos, con espinas; semi-células subelípticas; ápices con un círculo de espinas y márgenes con 5-6 espinas bífidas. Vista polar triangular. Dimensiones: 30-32 μm longitud, 33-34 μm de ancho, istmo 12-12,3 μm .

Zonas de registro: Laguna Toreadora, Azuay.



Staurodesmus dejectus

(Brébisson) Teiling 1954

Células tri-rradiatas. Semi-células en forma de copa, ápices con una espina corta proyectada hacia arriba. Dimensiones: 24-26 μm longitud, 21-25 μm ancho, 5-9 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Staurodesmus extensus

(O.F.Andersson) Teiling 1948

Células más anchas que largas; semi-células triangulares; seno mediano abierto y redondeado; margen apical recto; margen lateral ondulado, ángulos prolongados sobre espinas largas y paralelas. Dimensiones: 25-43 longitud, 34-55 μm ancho, 4-6,5 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura; Laguna El Salado, Carchi; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Staurodesmus gibberulus

(Joshua) Teiling 1967

Semi-células hexagonales a elípticas; ápice algo plano; espinas laterales largas y convergentes; seno linealmente abierto. Dimensiones: 35-42 μm longitud, 33-42 μm ancho, 6-9 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura.



Xanthidium octocorne

Ehrenberg ex Ralfs 1848

Célula más larga que ancha; contorno aproximadamente rectangular, constricción mediana profunda, seno mediano excavado; semi-células subtrapeziformes a subhexagonales, márgenes apicales y basales ligeramente cóncavos, ángulos ligeramente redondeados; una espina simple, recta; pared celular lisa; cloroplasto sin pirenoides. Dimensiones: 25-29 μm longitud con espinas, 23-25 μm ancho con espina, 4-5 μm istmo.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



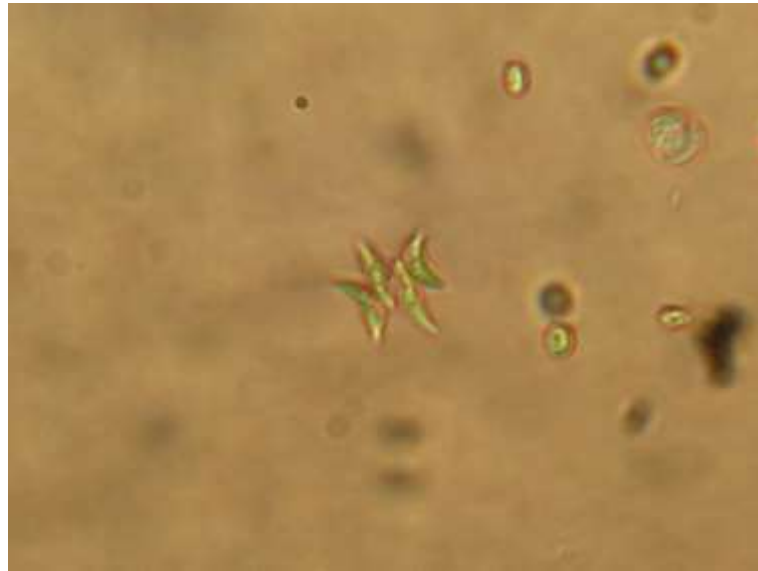
CHLOROPHYTA

Acutodesmus acuminatus

(Lagerheim) P.M.Tsarenko 2000

Cenobio plano, formado por 4-8 células dispuestas de forma lineal o alterna; células internas fusiformes o ligeramente curvadas, células externas semilunares, 19-26 μm longitud, 5-6 μm ancho, polos puntiagudos; pared celular lisa; cloroplasto parietal con un pirenoide.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura.



Acutodesmus bernardii

(G.M.Smith) E.Hegewald, C.Bock & Krienitz 2013

Cenobio formado por 2-8 células; células internas fusiformes, células externas lunadas, 26-30 μm longitud, 3-6.5 μm ancho; polos puntiagudos; pared celular lisa; cloroplasto parietal con un pirenoide.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha.

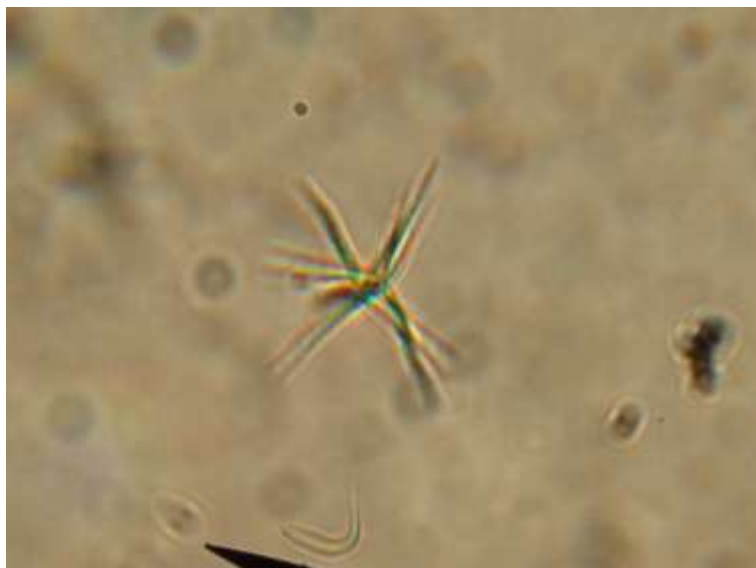


Ankistrodesmus fusiformis

Corda sensu Korshikov 1953

Colonias de 2, 4, 8 células dispuestas radialmente o cruzadas. Células de 2,5 μm de diámetro y 63 μm de longitud; alargadas, fusiformes, rectas o ligeramente curvas, 26-35 veces más largas que anchas, gradualmente ahusadas y con ápice puntiagudo. Único cloroplasto parietal sin pirenoides.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay.



Ankistrodesmus spiralis

(W.B. Turner) Lemmermann 1908

Colonias con fascículo, compuestas por 8 células fusiformes de 1,8 μm de diámetro por 54 μm de longitud; unidas entre sí y retorcidas en forma helicoidal en la región medial, con ápices ahusados; Cloroplasto parietal único sin pirenoides.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura.



Ankyra judayi

(G.M. Smith) Fott 1957

Células elongado-fusiformes de 22,6 μm de largo y 2,3 μm de diámetro; más largas que anchas, rectas a levemente curvadas; con extremo basal bifurcado; cloroplasto parietal con pirenoide.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.

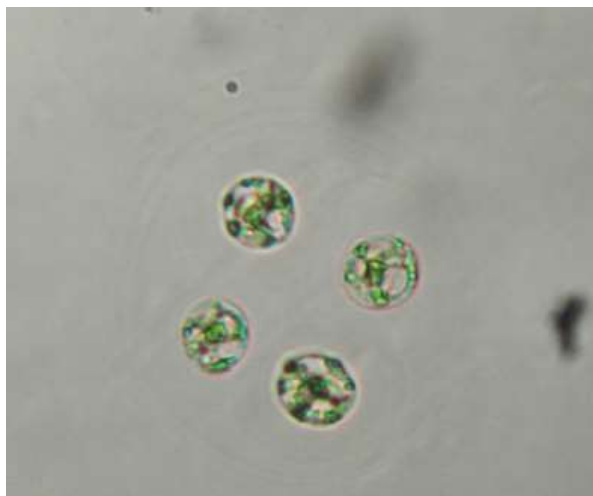


Asterococcus

Scherffel, 1908

Células esféricas a elipsoides raramente aisladas y generalmente se unen en grupos de 2,4,8 o 16 para formar colonias microscópicas con mucílago uniforme o a veces lamelado. Pared celular lisa. Cloroplasto único por célula, localizado axial o centralmente en forma de estrella con proyecciones loboides que irradian de un centro común. Pirenoide central en el cloroplasto.

Zonas de registro: Laguna de Papallacta, Napo.

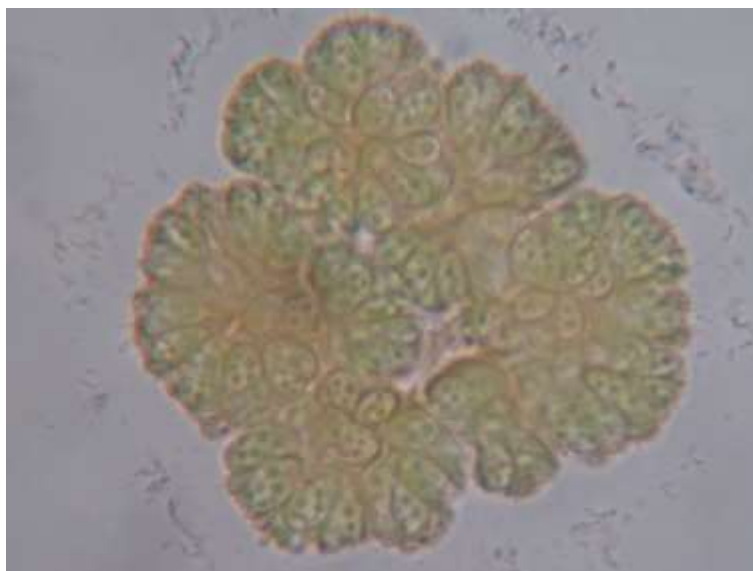


Botryococcus braunii

Kützing, 1849

Colonias irregulares, formadas por numerosas células ovoides, 6-9 μm de longitud, 3,5-5 μm de ancho; distribuidas en mucílago denso. Colonias compuestas unidas entre si mediante pedúnculos de mucílago. Cloroplasto parietal, pirenoide no observado; se puede apreciar gotas de aceite en el interior de las células.

Zonas de registro: Laguna de La Mica, Napo-Pichincha; Río Manta, Manabí.

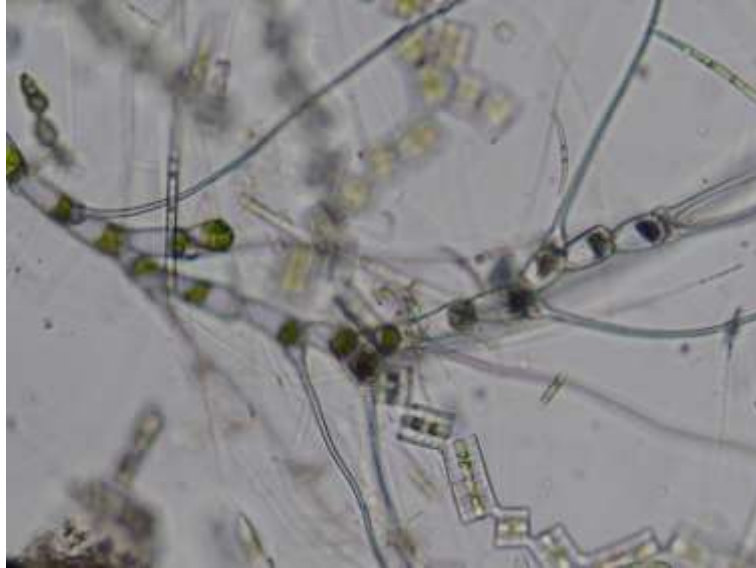


Bulbochaete

C.Agardh, 1817

Filamentosa, erecta, unilateralmente ramificada; célula basal de unión es más voluminosa que las demás del filamento; células intermedias con polo distal (en relación al sustrato) más ancho que el proximal; estrías transversales de la pared celular resultan del proceso de división celular y solo ocurren en la célula terminal de las ramas de las plantas de este género; células intercaladas desviadas hacia un lado, célula pilosa con una base bulbosa, que es la característica de este género y de la que proviene su nombre.

Zonas de registro: Laguna de La Mica; Napo-Pichincha; Río Manta, Manabí.

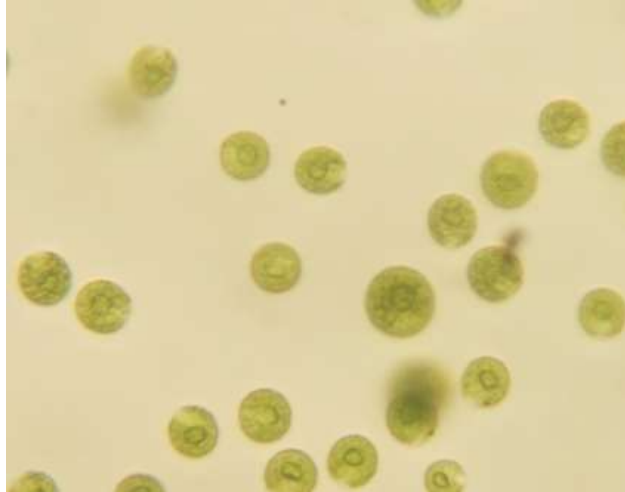


Chlamydomonas

Ehrenberg, 1833

Individuos de hábito solitario y libre. En vista frontal la célula muestra una diversidad de formas como elipsoide u ovoide. Pared celular nítida de espesura variada. Cloroplasto parietal, uno por célula que puede ser urceolado, tubular o dividido en varias porciones discoides. Uno o varios pirenoides. Los dos flagelos presentan tamaño desigual entre sí, homodinámicos y se insertan apicalmente en el polo anterior de la célula. Vacuolas contráctiles en el polo anterior de la célula o distribuidos en todo el protoplasma. Estigma conspicuo rojizo.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Río Santiago, Morona Santiago; Río Pachanlica, Tungurahua.

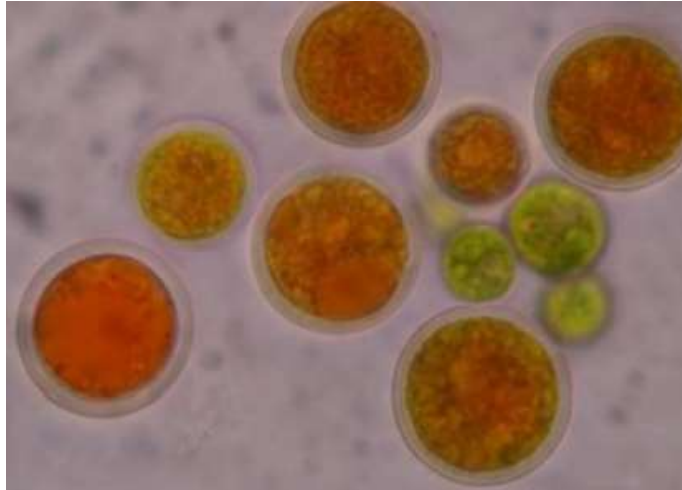


Chlorococcum

Meneghini, 1842, nom. cons.

Individuos unicelulares y de vida libre, incluso en suelos y raramente se agrupan envueltos por un mucilago muy delgado, casi imperceptible. Célula esférica con un único cloroplasto parietal en forma de copa o esférica, con uno o varios pirenoides.

Zonas de registro: Laguna de Papallacta, Napo; Río Pachanlica, Tungurahua.



Coelastrum indicum

W.B.Turner 1892

Cenobios esféricos, formados por 8-16-32 células con espacios intercelulares; diámetro de los cenobios entre 22 y 38 μm ; células sub-ovadas en vista lateral y redondeadas en vista apical; ápices de células redondeadas; longitud 5,5-10 μm ,

ancho 4,5-10 μm .; células con cinco procesos de unión, cada uno de los cuales se vincula a una célula vecina; cloroplasto único parietal, con un pirenoide.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna Toreadora, Azuay.



Coelastrum microporum

Nägeli 1855

Cenobios esféricos, formados por 16-32 células; diámetro de los cenobios 11-30 μm ; células esféricas de 4-10 μm de diámetro; cloroplasto único, parietal, con un pirenoide.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Río Santiago, Morona Santiago.



Comasiella arcuata

(Lemmermann) E.Hegewald, M.Wolf, Al.Keller, Friedl & Krienitz 2010

Coenobios formados por 4 u 8 células, dispuestas en dos filas, sin espacios intercelulares en su mayoría; células cilíndricas ovaladas con polos redondeados; longitud 8-9,5, ancho 4,5-5 μm ; células exteriores ligeramente cóncavas; cloroplasto con pirenoide central.

Zonas de registro: Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha; Río Manta, Manabí.



Desmodesmus communis

(E.Hegewald) E.Hegewald 2000

Coenobios formados por 2, 4 u 8 células dispuestas linealmente; células de ovoides a elipsoides; longitud 8-12 μm ; ancho 2,5-5,5 μm ; células exteriores con márgenes ligeramente convexos; espinas principales en disposición lineal; cloroplasto único parietal, con un pirenoide.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna El Salado, Carchi; Laguna de Papallacta, Napo; Río Santiago, Morona Santiago.

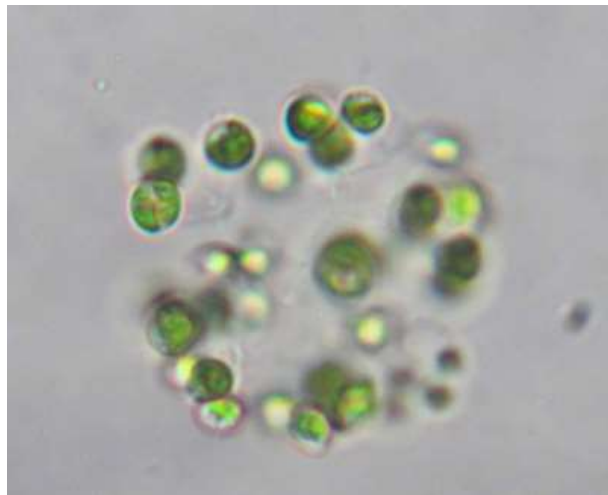


Dictyosphaerium pulchellum

H.C.Wood 1873

Colonias esféricas, formadas por grupos de cuatro células esféricas de 8-9 μm de diámetro; células unidas entre sí por filamentos de mucílago; cloroplasto único poculiforme, con un pirenoide.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura.

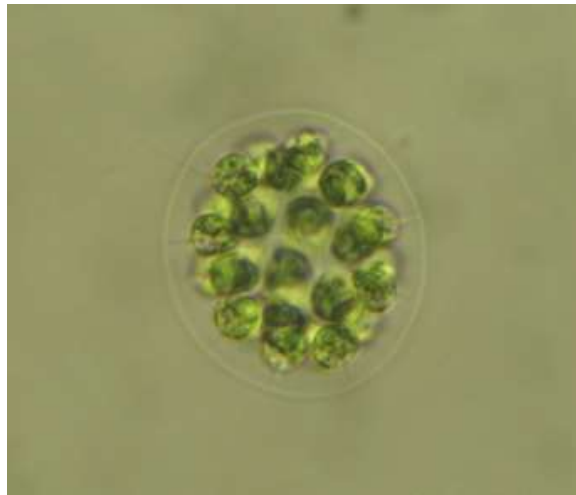


Eudorina elegans

Ehrenberg 1832

Colonia esférica formada por 8, 16, 32 células distribuidas radialmente en una matriz gelatinosa; células esféricas con dos flagelos; cloroplasto parietal poculiforme con uno o varios pirenoides. Dimensiones: 13,1 μm de diámetro.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Río Santiago, Morona Santiago.

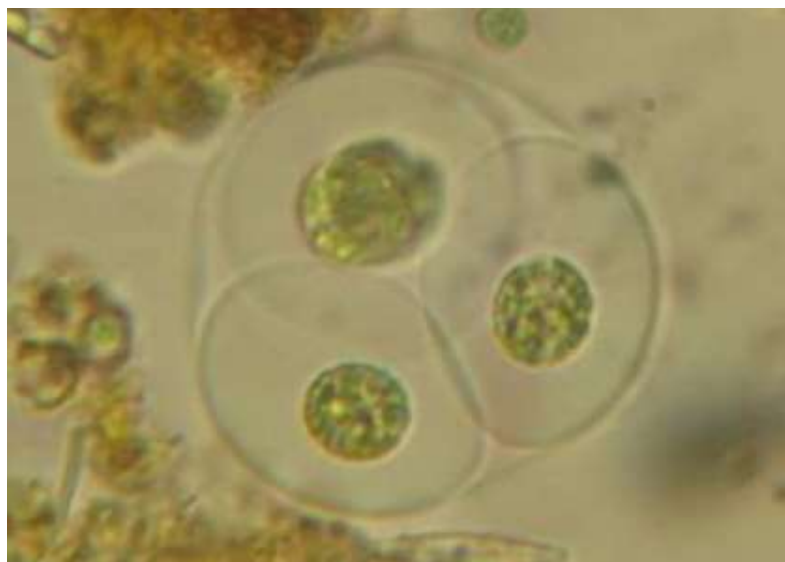


Gleocystis

Nägeli, 1849

Coloniales, raramente unicelulares; células incluidas en un mucílago irregular y esférico. Vaina mucilaginosa alrededor de cada célula o grupo de células. Células esféricas u ovales, con paredes celulares delgadas. Células uninucleadas; cloroplasto único, parietal y con un solo pirenoide. Reproducción asexual por autoesporas. Género planctónico en aguas dulces, aéreo en rocas o madera, en el suelo o asociadas a musgos, ampliamente distribuido en climas templados a tropicales.

Zonas de registro: Laguna Toreadora, Azuay.

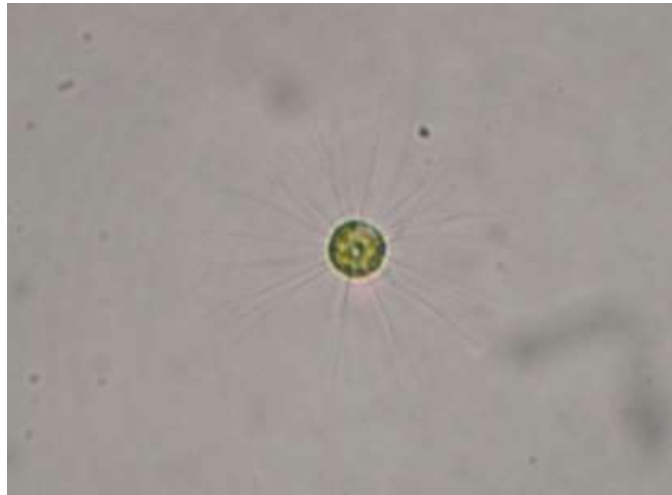


Golenkinia

Chodat, 1894

Células generalmente solitarias, esféricas, rodeadas por una gelatina. Pared celular envuelta y ornamentada de un gran número de setas radiales, hialinas o de color café con impregnación de sales férricas. Cloroplasto parietal con un pirenoide oval-reniforme con una cubierta de almidón fragmentada.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Laguna Toreadora, Azuay.



Gonium pectorale

O.F.Müller 1773

Cenobio elipsoidal a esférico; de 8, 16, 32 células, $\frac{1}{3}$ distribuidas en la parte central y las demás periféricamente, separadas a juntas, células esféricas con dos flagelos; cloroplasto poculiforme con un pirenoide basal. Dimensiones: 7,6 μm de diámetro.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura.

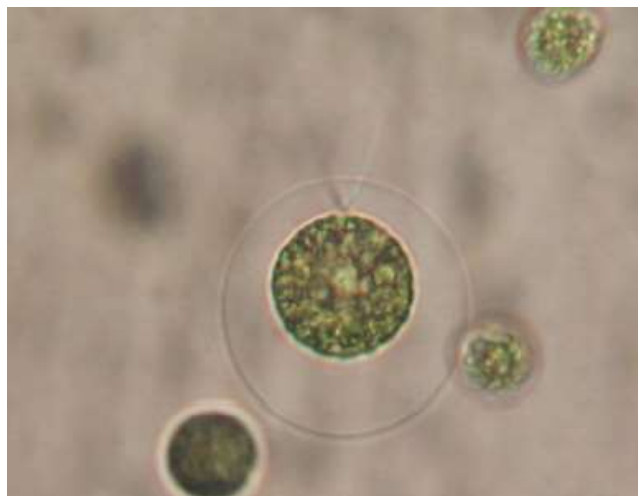


Haematococcus

Flotow, 1844

Unicelulares. Células biflageladas, elipsoides o casi globosas. El protoplasma se encuentra a cierta distancia de la pared celular. Cloroplasto es en forma de copa y con un núcleo central con un cloroplasto. Haematococcus es capaz de acumular elevadas concentraciones del carotenoide astaxantina, de ahí la coloración rojiza. La reproducción es asexual por la división de las células en 4-8 zoosporas.

Zonas de registro: Laguna de San Marcos, Pichincha.



Kirchneriella lunari

(Kirchner) Möbius 1894

Colonias esféricas a irregulares, con 16 células de 10-12 μm longitud, 4,5-5 μm ancho, dispuestas en grupos radiales de 4-8; células curvadas, en forma de media luna, con polos puntiagudos.

Zonas de registro: Laguna de San Marcos, Pichincha.



Lagerheimia ciliata

(Lagerheim) Chodat 1895

Células ovaladas, elípticas, con extremos redondeados de 17-23 μm longitud, 11-15 μm ancho; en cada polo se forma un anillo de 5 espinas incoloras; espinas rectas o curvadas de 20-22 μm de largo; cloroplasto parietal con un pirenoide.

Zonas de registro: Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.

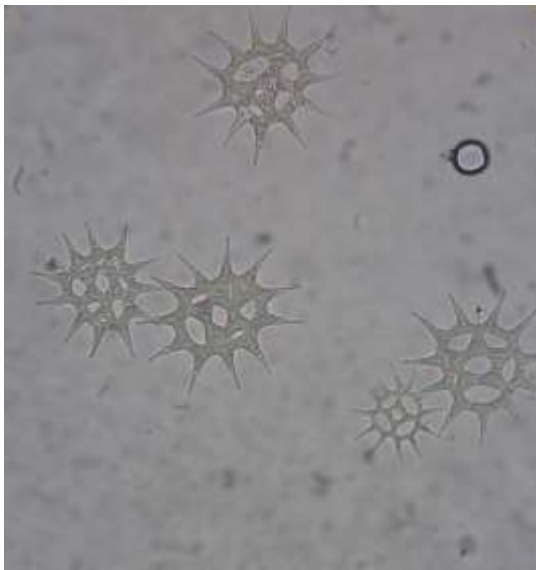


Monactinus simplex

(Meyen) Corda 1839

Cenobio plano conformado por 4,8,16, 32 células; células trapezoidales 14-16 μm longitud, 7-9 μm ancho, extremo distal cilindricoalargado formando series concéntricas; células internas con o sin espacios intercelulares o con un espacio central; pared celular finamente punteada; cloroplasto parietal con un pirenoide.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Río Manta, Manabí.

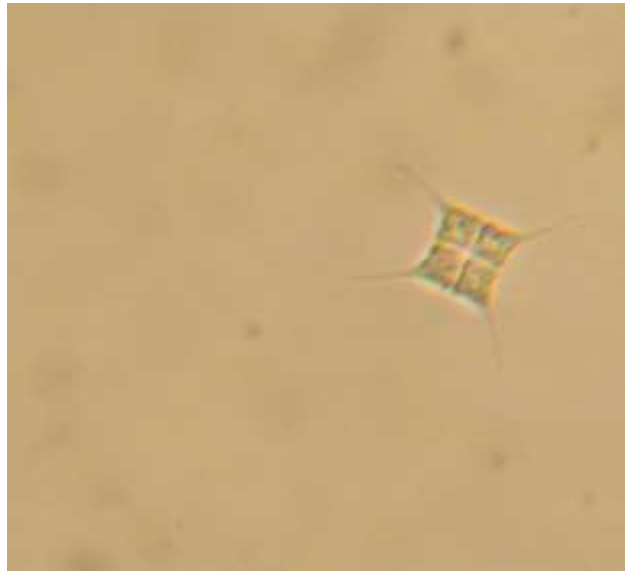


Monactinus simplex var. Echinulatum

(Wittrock) Pérez, Maidana & Comas 2009

Cenobio plano; células globosas 25-32 μm longitud, 10-15 μm ancho, extremo distal aproximadamente cilíndricoalargado en series concéntricas; pared celular ornamentada con pequeñas proyecciones espiniformes; cloroplasto parietal con un pirenoide.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura.



Monoraphidium contortum

(Thuret) Komárková-Legnerová 1969

Células solitarias, irregularmente curvadas, sigmoide o espiral, ápices gradualmente ahusados, extremos puntiagudos; cloroplasto parietal único sin pirenoides; 7-12 μm longitud, 1,5-2 μm ancho.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura.



Monoraphidium griffithii

(Berkeley) Komárková-Legnerová 1969

Células solitarias, fusiformes, alargadas, rectas o ligeramente curvadas, estrechándose gradualmente y terminando en una espina aguda; cloroplasto parietal sin pirenoides; 48-58 μm longitud, 2-3 μm ancho.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura.



Oedogonium

Link ex Hirn, 1900

Filamentos no ramificados unidos al sustrato. Las células vegetativas son de gran tamaño y de forma cilíndrica con vacuolas y reticulada, cloroplasto parietal con varios pirenoides. La reproducción es asexual por medio de zoosporas, también se da por fragmentación de los filamentos y la germinación de aplanosporas y acinetos.

Zonas de registro: Laguna El Salado, Carchi; Laguna Toreadora, Azuay.



Oocystis lacustris

Chodat 1897

Colonias de 2, 4 células; células elípticas, ápices redondeados, 10-13 μm longitud, 3-5 μm ancho, con o sin nódulos polares irregularmente distribuidas en un mucílago; cloroplasto parietal con o sin pirenoide.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna El Salado; Carchi; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Oocystis naegeli

A.Braun 1855

Colonias de 2, 4, 8 células; células elípticas alargadas, con el extremo redondeado y el borde periférico algo hinchado, 24-28 μm longitud, 11-14 ancho, encerradas dentro de un mucílago elíptico, rara vez de una sola célula. Uno o dos cloroplastos parietales sin pirenoides.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura.

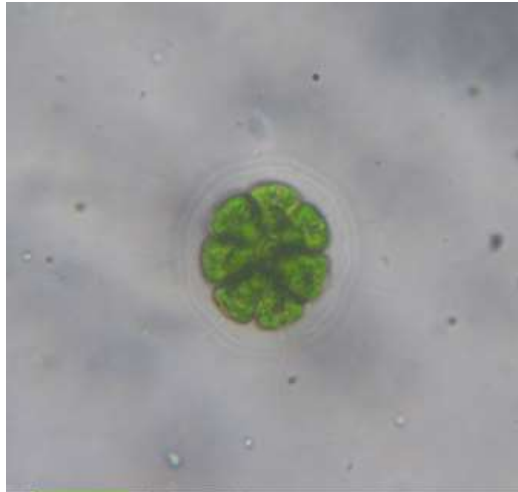


Pandorina morum

(O.F.Müller) Bory 1826

Colonia globosa de 4,8,16 0 32 células; células piriformes a redondeadas, 13-15 µm longitud, 10-14 µm ancho, biflageladas, contenidas de una vaina mucilaginosa; cloroplasto poculiforme.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Laguna Caricocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Río Zamora, Zamora Chinchipe; Río Apaquí, Carchi.



Pectinodesmus javanensis

(Chodat) E.Hegewald, C.Bock & Krienitz 2013

Cenobio formado por 4-8 células alternas; células externas semilunares, células internas asimétricas con uno de los polos conectado a la región media de la célula vecina, excepto las células centrales, que se unen a través de la región media; diámetro de la célula 4,5-7 µm; cloroplasto único parietal con un pirenoide.

Zonas de registro: Laguna de San Marcos, Pichincha.



Pediastrum dúplex

Meyen 1829

Cenobio plano, formado por 4-64 células; células marginales 6-7.5 μm longitud, 2-5 μm ancho, con dos procesos largos con ápices truncados; células internas poliédricas, 2.5-3 μm longitud, 3-5 μm ancho, con espacios intercelulares; un cloroplasto parietal con pirenoide por célula.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura.

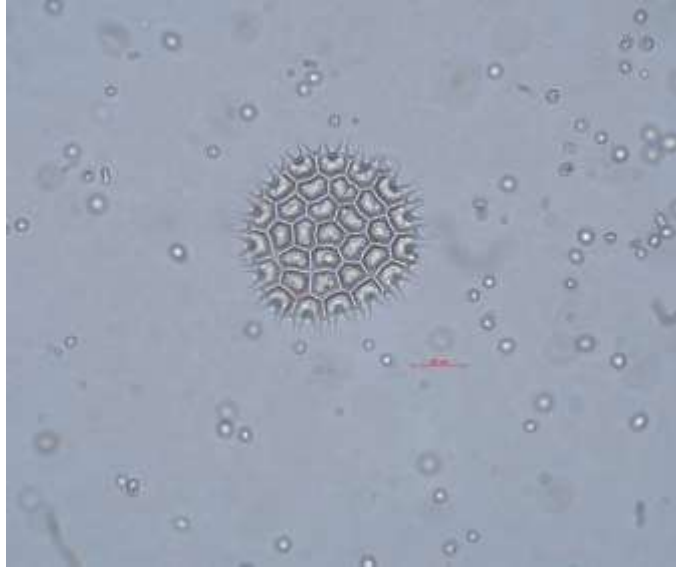


Pseudopediastrum boryanum

(Turpin) E.Hegewald 2005

Cenobio plano, circular; células externas bilobuladas, 12-14 μm longitud, 7-10 μm ancho; lóbulos con prolongaciones tipo espinas; pared celular granulada.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha.

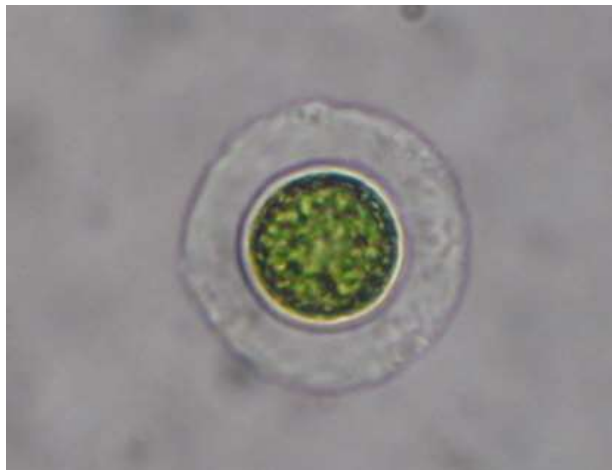


Planktosphaeria gelatinosa

G.M.Smith 1918

Célula solitaria, esférica, 9-19 μm diámetro; envuelta en una vaina de mucílago transparente; cloroplasto con un pireonide.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura.

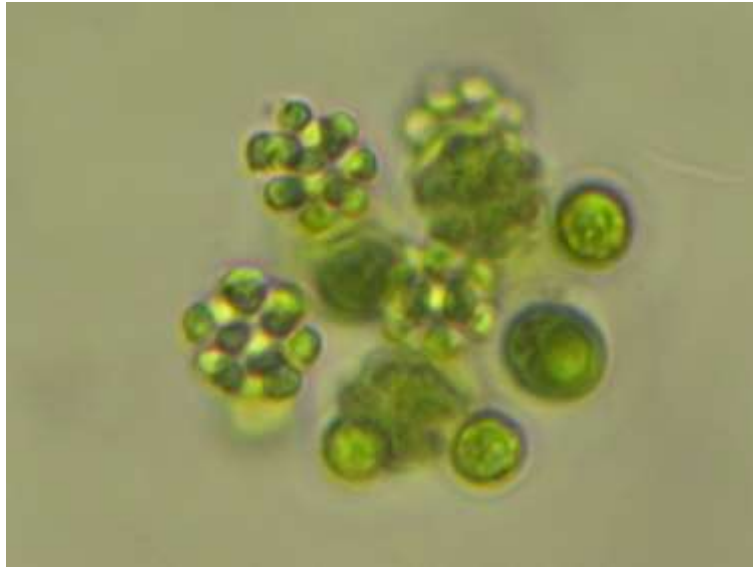


Sphaerocystis

R.Chodat, 1897

Colonia esférica mucilaginososa; células esféricas o globosas, formando grupos de 2-4; cloroplasto poculiforme con o sin pirenoide.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha.

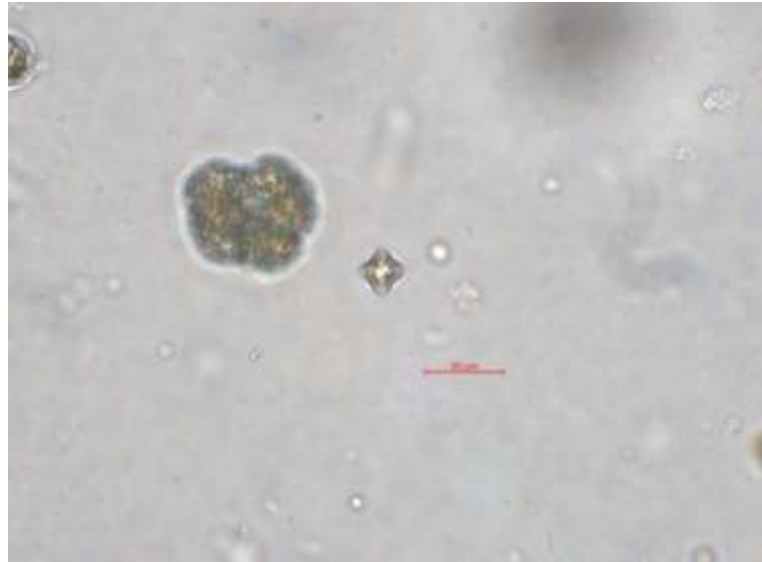


Tetraëdron minimum

(A.Braun) Hansgirg 1889

Células pequeñas, planas, tetragonales, 8-11 μm diámetro, ángulos redondeados sin espinas ni procesos; lóbulos a veces dispuestos en forma de cruz; márgenes de las células cóncavas.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna El Salado, Carchi; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Río Manta, Manabí.



Tetraëdron tumidulum

(Reinsch) Hansgirg 1889

Células piramidales, los márgenes rectos, cóncavos o convexos; los ángulos redondeados sin rodeos o, a veces, con protuberancias como protuberancias; células de 12 a 15 μm de diámetro.

Zonas de registro: Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Volvox aureus

Ehrenberg 1832

Colonia globosa 300-3000 células; células esféricas, biflageladas, 5-8 μm diámetro; células asociadas en una capa, en contacto entre sí a través de finas conexiones que unen a cada célula con seis células vecinas más próximas. Cada célula dirige sus flagelos hacia el exterior de la colonia.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



CRYPTISTA

Cryptomonas

Ehrenberg, 1831

Célula poco aplanada dorsiventralmente y de contorno variado, generalmente elíptica, oblonga, obovada, cilíndrica o sigmoidea en vista lateral. Polo anterior de la célula truncado oblicuamente y tiene una porción dorsal redondeada; puede ser cónico, redondeado, obtuso e incluso agudo, recto o curvo hacia la superficie dorsal de la célula. Dos flagelos ligeramente diferentes en tamaño y emergen ventralmente a través del citostoma. La citofaringe corre longitudinalmente a través de la célula hasta aproximadamente dos tercios de su longitud. Pueden observarse pirenoides.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura.



EUGLENOPHYTA

Euglena

Ehrenberg, 1833

Género constituido por individuos unicelulares, solitarios, libres y altamente metabólicos. La célula en estado de reposo presenta una gran variedad de formas pudiendo ser globosa, elipsoide, fusiforme y cilíndrica. Presenta dos flagelos desiguales entre sí. Película estriada helicoidalmente. Cloroplastos de forma discoidea, acintados, con margen lisa o lobulada, disposición irregular o regular en la periferia de la célula. Los pirenoides pueden o no estar presentes. Habitan aguas ricas en materia orgánica.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de Papallacta, Napo; Río Manta, Manabí; Río Santiago, Morona Santiago; Río Pachanlica, Tungurahua.

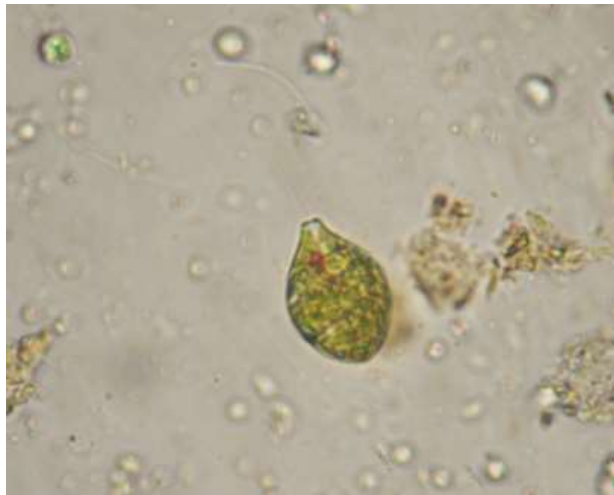


Lepocinclis

Perty 1849, nom. cons

Célula de forma definida que puede variar entre elipsoide, fusiforme a ovoide a causa de la película rígida. Película estriada helicoidalmente con un flagelo emergente que presenta inserción apical en la célula. Plastidios de forma discoide, localizados periféricamente en el protoplasma. Gránulos de paramilón anulares aunque pueden ser numerosos y discoidales. Presentes en aguas moderadamente eutrofizadas.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Ibarra; Río Manta, Manabí.

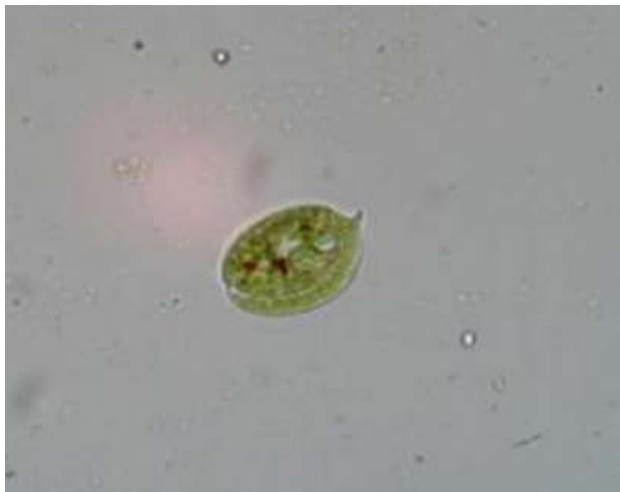


Phacus

Dujardín, 1841

Forma celular redondeado o elíptico, con una escotadura en el extremo anterior que puede prolongarse en un surco. Extremo distal redondeado con un apéndice o ápice caudal. Dorsiventralmente aplanadas, con torciones sobre el eje longitudinal. Película rígida ornamentada con estrías dispuestas longitudinalmente o helicoidales. Paramilón globoso, discoidal aplanado o con prominencia. Numerosos cloroplastos de posición parietal y discoides, sin pirenoides. El estigma es común en todas las especies de este género y se localiza apicalmente a la célula.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura.



Trachelomonas armata

(Ehrenberg) F. Stein 1878

Células anchas elipsoidales, entre 41 y 44 μm de largo y de 33-36 μm de ancho. Lórica con grandes espinas en el extremos basal y apical. Espinas del extremo basal de mayor longitud que las espinas del extremo apical. La superficie de la lórica presenta espinas pequeñas. Collar circular de 1,5-2,3 μm de largo y 7-7,4 μm de ancho.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura.



Trachelomonas hispida

(Perty) F. Stein 1878

Células globosas, entre 20 y 21,5 μm de largo, 17-18 μm de ancho. Lórica provista de espinas uniformes en toda la superficie. Collar corto.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Laguna Caricocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de Papallacta, Napo.

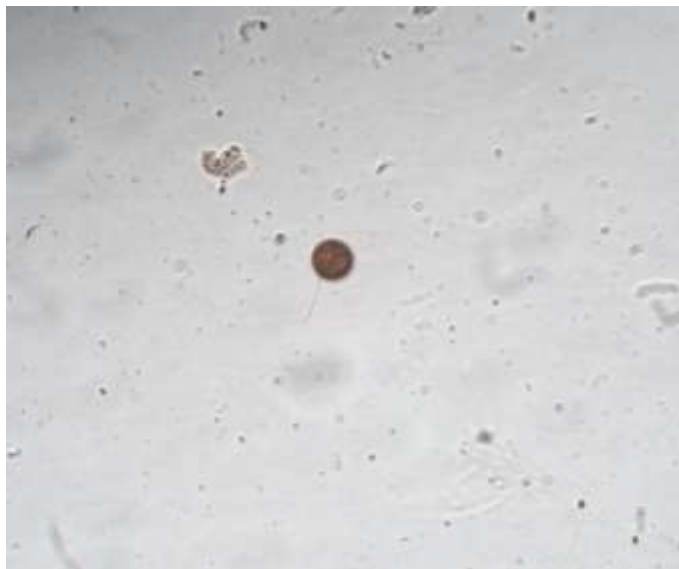


Trachelomonas volvocina

(Ehrenberg) Ehrenberg 1834

Células esféricas entre 12,5 y 17 μm de diámetro. Lórica esférica y lisa de color pardo rojiza. Poro apical sin collar. Flagelo dos veces más largo que la célula.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha.



MIOZOA

Ceratium

F.Schrank, 1793

Género con especies marinas y dulceacuícolas. Presenta una hipovalva prologongada en dos o tres apéndices a manera de cuernos de longitud desigual, el mediano es recto y largo mientras que los laterales son más cortos y divergentes. La epivalva con un solo cuerno axial recto o curvo. Cingulum formado por cuatro o cinco placas que se interrumpen en el sulcus constituido de placas ventrales de ornamentación más discreta.

Zonas de registro: Laguna de Yahuarcocha, Imbabura.



Peridinium

Ehrenberg, 1830

Poseen dos flagelos uno de ellos se extiende como cometa y se dispone longitudinalmente en una hendidura esculpida en su cubierta, el otro flagelo posee un sulco el mismo que rodea como si fuera un cinturón por el centro, también protegido por otra hendidura perpendicular a la anterior, denominada hendidura del cíngulo. Una característica de este género es su movimiento giratorio y su cubierta se encuentra formada por placas de celulosa denominadas tecas las mismas que poseen diferentes estructuras y formas.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



OCHROPHYTA

Dinobryon

Ehrenberg, 1834

Células de vida libre, solitarias o unidos en colonias ramificadas; rodeada por una lórica hialina cilíndrica o en forma de embudo, con paredes lisas u onduladas, en pocas especies con engrosamientos helicoidales. Las células pueden presentar forma elíptica o fusiforme, con dos flagelos desiguales. Cada célula está adherida a la lórica por un filamento basal contráctil llamado epipodio.

Zonas de registro: Lago San Pablo, Imbabura; Laguna de San Marcos, Pichincha; Laguna de Papallacta, Napo; Laguna Toreadora, Azuay; Laguna de La Mica, Napo-Pichincha.



Pseudostaurastrum limneticum

(Borge) Guiry 2021

Célula tetraédrica o poliédrica, 20-25 μm diámetro; esquinas celulares proyectan brazos; cuerpo robusto y ramificado.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura.



Synura

Ehrenberg, 1834

Microalga flagelada asociada en racimos esféricos. Cada individuo presenta flagelos desiguales que se suspenden hacia el exterior dando un movimiento giratorio a la colonia de este proceso se deriva el nombre de “synura” que quiere decir reunión de colas. Las células de la colonia son piriformes u ovoides, estas células están compuestas por unas escalas de sílice imbricadas, poseen una placa basal perforada con un borde vuelto hacia arriba y en la mayoría de las especies de una columna vertebral apical.

Zonas de registro: Laguna Caricocha, Imbabura; Lago San Pablo, Imbabura.



GLOSARIO

Acicular: forma de aguja

Acineto: en cianobacterias células especializadas del filamento con paredes celulares gruesas; a veces ovoides y de gran tamaño; con gránulos intracelulares por reservas de compuestos. Resistente a condiciones extrema de temperatura y deficiencia de nutrientes. Puede germinar para dar origen a un nuevo filamento en condiciones ambientales adecuadas.

Aerofítico: tendencia colonizar sub-aérea o hábitats terrestres, a menudo en condiciones de alta humedad.

Aerotopo: vesículas de gas con estructura esférica o cilíndrica en cianobacterias y que pueden ser visible al microscopio óptico. El término más antiguo corresponde a vacuolas de gas.

Aglomeración: agregación laxa de las células. En general colonias con forma indeterminada o disposición celular.

Aguas eutróficas: cuerpos de agua con elevados niveles de nutrientes disueltos (especialmente nitrógeno y fósforo) y alta productividad. A veces con reducción del oxígeno disuelto y baja transparencia del agua.

Alloficocianina: pigmento proteico hidrosoluble de color azul e incluido en el grupo de las ficobiliproteínas. Abundante en Anabaena, Arthrospira, Spirulina, Lyngbya, Leptolyngbya.

Apéndice caudal: prolongación del extremo posterior en euglenofitas. A veces, extremo posterior abruptamente terminado en un proceso caudal breve, cónico y curvo como en el caso Phacus brachykentron.

Apical: célula situada en el extremo de un filamento o talo; a menudo el sitio de crecimiento meristemático.

Aplanospora: espora o célula no mótil producido por divisiones de célula parental. Puede tener el potencial de producir flagelos en algunos grupos de algas. Término designado a las células de Haematococcus que han dejado de ser móviles y se caracterizan por acumular astaxantina.

Areola: en las diatomeas, una perforación o poros a través de la valva. Un término más específico que “puntos lagrimales,” que es un término general para una abertura en la pared de la válvula.

Astaxantina: pigmento carotenoides (xantofila) de color naranja presente (temporal o permanente) en algunas microalgas (*Chlorococcum*, *Euglena*, *Haematococcus*) dependiendo de las condiciones de nutrientes, luz, temperatura, salinidad.

Autospora: espora no flagelada y similar en apariencia a la célula vegetativa que lo produjo.

Bentónico: microalga o alga asociada a sedimentos o rocas.

Blooms: afloramiento masivo o visible de microalgas, por lo general planctónicas y, a menudo formando natas superficiales.

Calyptra: masa gelatinosa exudada por células apicales en tricomas de cianobacterias en forma de capuchón.

Carotenoides: pigmentos liposolubles, y accesorios de la fotosíntesis; incluyen los carotenos (amarillo o naranja) y xantofilas (amarillo o dorado).

Célula cocoide: tipo de célula simple, esférica, subesférica o en forma bacilar.

Célula eucariota: caracterizada por la presencia de organelos incluyendo un núcleo, mitocondrias, retículo endoplásmico, y cloroplastos.

Cenobio: forma de colonia en la que el número de células es determinada genéticamente y que el número de células no cambia durante el desarrollo o ciclo de vida de la microalga.

Cíngulo: parte de la cintura asociado con una de las valvas de la diatomea. Consiste en el epicíngulo y el hipocíngulo. Término colectivo que designa los elementos estructurales que unen las dos valvas.

Cloroplasto: organelo presente en microalgas y ausente en cianobacterias; con capacidad fotosintética y organizado en tilacoides conformados por complejos de proteínas de clorofila y carotenoides.

Colonia: grupo de células que se pueden conectar o mantenerse unidas por los filamentos citoplasmáticos, mucílago, o de la pared celular de los padres.

Cygospora: cigoto enquistado e incluso con pared celular gruesa ornamentada o rugosa, bien sea dentro de la célula receptora o en el medio del tubo de conjugación en desmidiáceas.

Dendroide: colonias ramificadas con o sin lórica.

Diatomea céntrica: diatomea con valvas simétricas alrededor de un punto, también llamada simetría radial.

Edáfica: Microalga o cianobacteria presente en suelos.

Epilitica (epiliton): microalga asociada a la superficie de una roca o sustratos de piedra.

Epiteca: parte superior o anterior de los dinoflagelados tecados y de las diatomeas.

Estigma: estructura fotorreceptora o mancha ocular sensible a la luz.

Frústulo: pared celular en diatomeas caracterizada por un elevado contenido de silicato.

Hipoteca: parte menor de las dos tecas que componen el frústulo en diatomeas. Se compone de la hipovalva y el hipocíngulo.

Hormogonio: en cianobacterias filamentosas, filamentos separados del filamento matriz, como producto de la escisión del necridio o disco de separación.

Lórica: envoltura o periplasto mineralizada, que protege al protoplasto de la euglenofita *Trachelomonas* y *Strombomonas*.

Necridio: en cianobacterias, células muertas que funcionan como un disco biconvexo para inducir la separación de filamentos o pseudofilamentos.

Nódulo central: en diatomeas pennadas, área central normalmente engrosada y evidente en la mitad del rafe. Área que separa las dos fisuras proximales del rafe, a veces más grueso que el resto de la valva.

Oogonio: gametangio femenino, unicelular de forma ovoide que es fertilizado por anterozoides. Típico en la microalga clorofita filamentosa *Oedogonium*.

Palmeloide (estado palmeloide): en muchos grupos de clorofitas. Células móviles que pierden sus flagelos, y se mantienen inmóviles y agrupados en una matriz mucilaginosa. Es un estado de latencia ante condiciones ambientales no favorables. Observado en *Chlamydomonas* y en *Dunaliella*.

Paramilon: polisacárido de reserva en euglenoides, y en algunas haptophytas.

Pared celular: estructura de celulosa externa y típicamente rígida que encierra la célula. En las algas, también puede contener sílice, pectina, u otros materiales.

Perifiton: comunidad microbiótica que vive sobre sustratos sumergidos de diferente naturaleza e incluye microalgas, bacterias, hongos en condiciones polisapróbicas (contenido muy alto en materia orgánica).

Pseudorafe: área hialina, sin areolas, elongada, dispuesta entre los dos ápices de la valva en diatomeas arrafideas y monorrafideas. Parte superior de la elevación valvar que lleva el rafe.

Quiste: célula protegida con pared celular engrosada ante condiciones ambientales adversas. Ejemplo observado en Euglena, dinoflagelados.

Rafe: Fisura elongada o par de fisuras a lo largo de la superficie valvar, cuya función es el movimiento de la célula. Se encuentra colocada en el centro de la valva o cerca del margen valvar.

Ramificación dicotómica: rama bifurcada en dos filamentos o ramas secundarias aproximadamente iguales.

Ramificación falsa: en cianobacterias filamentosas del orden nostocales, suelen presentarse filamentos que se asemejan a una ramificación verdadera y solo son producto del continuo el crecimiento de uno o ambos extremos de lo filamentos que se encuentran y emergen dando la impresión de una ramificación e incluso permanecen en vueltos en la vaina mucilaginosa matriz.

Ramificación verdadera: divisiones laterales del eje primario. En cianobacterias se producen divisiones longitudinalmente y las células resultantes crecen más o menos perpendiculares a la original de los tricomas. Las verdaderas ramas están conectadas fisiológicamente al tricoma o filamento matriz, a diferencia de falsa rama.

Sigmoide: diatomeas con valvas en forma de “S”, con ambos ápices curvados hacia direcciones opuestas. Gyrosigma, Pleurosigma.

β-caroteno: pigmento carotenoide de color naranjorrojizo acumulados principalmente en microalgas del género Dunaliella. También acumulado en Scenedesmus y Desmodesmus.

Sulcus: en dinoflagelados, una ranura longitudinal en la cara ventral de la célula que puede extenderse en la epiteca. En este canal se inserta el flagelo en sentido longitudinal.

Tricoma: en cianobacterias, se refiere a un filamento sin su vaina.

Vista cingular o lateral: cuando las diatomeas mantienen una posición lateral, vista al microscopio. De manera que el cinturón o parte lateral son visibles, a diferencia de la vista

Vista valvar: posición de las diatomeas exhibiendo las valvas o parte inferior o superior de la epivalva e hipovalva. En esta vista se observan las ornamentaciones de las mismas.

Referencias Bibliográficas

- Ahmed D., A. E. Ghanem, Y. El-Ayouty, F. Shehata. (2008). Studies on soil Algal flora in Kafr El-Sheikh governorate, Egypt. Egyptian Journal of Phycology. Vol. 9.
- Anagnostidis, K. y J. Komarek. (1988). Modern approach to the classification system of cyanophytes 3: Oscillatoriales. Arch. Hydrobiol. suppl. (Algological studies). 80. 1-(4 50-453) 327- 472.
- Autoridad del Canal de Panamá, Universidad de Panamá. (2012). Diatomeas del canal de Panamá, bioindicadores y otros estudios pioneros. Panamá.
- Bicudo, C. D. M y M. A. Menezes. (2006). Géneros de Algas de Aguas Continentais do Brasil. Rima Editora - me
- Bold, H.C. y Wyne M.J. (1985). Introduction to the Algae, 2nd edn. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.
- Bonilla, S., M. C. Perez y L. De Leon. (1995). Cianofíceas Planctónicas del Lago Ton-Ton, Canelones, Uruguay. Hoehnea 21: 185-192
- Bourrelly, P. C. (1988). Les algues d'eau douce: initiation a la systematique. Paris: Societe NOUvelle des editions Boubée. 182p.
- Canter-Lund, H y Lund, J.W.G. (1995). Freshwater algae: Their microscopic world explored. Biopress Ltd. Bristol. 360 p.

- Chorus, I. y J. Bartram. (1999). Toxic cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management. London, Chapman and Hall.
- Coesel, P. F. M. (1983). De Desmidiaceen van Nederland. Deel 2. Fam. Closteriaceae. Nr. 157. 49p.
- Hoogwoud N. H., y Comas A. (2009). Catálogo de las algas y cianoprocariontes dulciacuícolas de Cuba. Ed. Universo Sur. Universidad de Cienfuegos. Cuba.
- Darley, W.M. (1982). Algal Biology: A Physiological Approach. Oxford, UK, Blackwell Scientific.
- De Leon, L. (2000). Características de la comunidad fitoplanctónica de un embalse subtropical: Salto Grande (Uruguay-Argentina). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Escuela de Graduados. Concepción, Universidad de Concepción.
- Diaz-Quirós, C., y C. A. River-Rondón. (2004). Diatomeas de pequeños ríos andinos y su utilización como indicadoras de condiciones ambientales. *Caldasia*. 26 (2): 381-394.
- Ferrari, G. y S. Méndez. (2004). Harmful Algal Monitoring in Uruguay Harmful Algae Management and Mitigation. S. Hall, S. Etheridge, D. Anderson et al (Eds.) Asia Pacific Economic Cooperation (Singapore): APEC. 204-MR-04.2: 144-148
- Giannuzzi, L., A. Colombi, T. Pruyas, A. Aun, M. Rujana, M. Falcione y J. Zubieta. (2009). Cianobacterias y cianotoxinas: identificación, toxicología monitoreo y evaluación de riesgo. Corrientes, Moglia Impresiones: 238pp.
- Graham, E., Lee W. Wilcox, y Linda E. Graham. (2008). Algae (2nd Edition).
- Hoek Van Den, C., Mann, D y H. M. Jahns. (1996). Algae: Introduction to phycology. Cambridge University Press. Londres.
- Horne, A.J. y Goldman C.R. (1994). Limnology, 2nd edn. New York, USA, McGraw-Hill.

- John, D.M., Whitton, B.A., y Brook, A.J. (2002). The Freshwater Algal Flora of the British Isles. Cambridge, UK, Cambridge University Press, pp. 702.
- Komarek, J. y B. Fott. (1983). Chlorophyceae (Grünalgen), Orden Chlorococcales. In: G. Huber Pestalozzi (Ed.) Das Phytoplankton des Süßwassers. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller) Vol 7(1), 1044p.
- Komarek, J. y K. Anagnostidis. (1998). Cyanoprokariota. I. Teil: Chroococcales. In: Ettl, H., G. Gartner, H. Heynig & D. Mollenhauer (Eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1. Gustav Fischer.
- Komarek, J. y K. Anagnostidis. (2005). Cyanoprokaryota. 2. Teil: Oscillatoriales. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd 19/2. Spektrum Akademischer Verlag 759 p.
- Krammer, K. (2000). Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 1. The Genus Pinnularia. A. R. G. Gantner Verlag K. G. 703 páginas.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. (1985). Naviculaceae. Neue und wenig bekannte Taxa. Neue kombination und synonyme sowie Bemerkungen Gattungen. Bibliotheca Diatomologica. 9. 5-230. 43 láminas.
- Krammer, K. y H. Lange-bertalot. (1986). Bacillariophyceae. Teil: Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2/1: 876.
- Krammer, K. y H. Lange-bertalot. (1988). Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae. Epithemiaceae. Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 596 p.. 184 láminas y 1914 figuras.
- Krammer, K. y H. Lange-Bertalot. (1991). Bacillariophyceae. 3 Teil: Centrales. Fragilariaceae. Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2/3: 576.
- Lee, R.E. (2008). Phycology. 4th edition, Cambridge University Press, Cambridge.
- Leitao, M. y A. Coute. (2005). Guide pratique des Cyanobacteries planctoniques du Grand Ouest de la France. Honfleur, DEPEEDLM

- Margalef, R. (1983). *Limnologia*. Barcelona, Omega: 1010pp.
- Metzeltin, D. y H. Lange-Bertalot. (1998). *Tropical Diatoms of South America I. Iconographia Diatomologica*. 5: 695 p. 220 láminas.
- Metzeltin, D. y H. Lange-Bertalot. (2007). *Tropical Diatoms of South America II*. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 877 p.
- Metzeltin, D., H. Lange-Bertalot y F. García-Rodríguez. (2005). *Diatoms of Uruguay. Iconographia Diatomologica*. Vol. 15. A.R.G. Gantner Verlag K. G. 736 páginas.
- Morales E., V. Luna, L. Navarro, V. Santana, A. Gordillo y A. Arévalo. (2013). Diversidad de microalgas y cianobacterias en muestras evaluadas para la colección de cultivos de microorganismos fotosintéticos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*. Volumen XXXIV (1,2): 129-149.
- Moss, B. (1998). *Ecology of freshwaters*. Oxford, Blackwell: 557pp.
- Nuñez-Avellaneda, M. (ed.) (2008). *Microalgas acuáticas: la otra escala de la biodiversidad en la Amazonia colombiana*. Bogotá, Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. 240 p.
- Ohtsuka, T. (2002). Checklist and illustration of diatoms in the Hii River. *Diatom*. 18: 23-56.
- Patrick R, Reimer C. W. (1975). *The Diatoms of the United States*, vol. 2. Monogr. Acad. Nat. Sci, Philadelphia, pp 1–21
- Patrick, R. y CH. W. Reimer. (1966). *The Diatoms of the United States*. Vol. 1. Livingston Publishing Company. 688 p.
- Patrick, R. y CH. W. Reimer. (1975). *The Diatoms of the United States*. Vol. 2 (1). Livingston Publishing Company. 213 p.
- Pickett-Heaps, J. D. (1975). *Green Algae: structure, reproduction and evolution in selected genera*. Sinauer, Sunderland, U.S.A.
- Prescott, G. W. (1961). *Algae of the western Great Lakes area With an illustrated key to the genera of desmids and freshwater diatoms*. Revised edition. pp. i-xiii, 1-977. Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown.
- Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones

Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República. (2009). Cianobacterias Planctónicas del Uruguay: Manual para la identificación y medidas de gestión. Documento Técnico PHI N° 16.

- Reynolds, C. (1984). The ecology of phytoplankton. Cambridge University Press. 390p.
- Reynolds, C. (2006). The ecology of phytoplankton. Cambridge University Press. 535p.
- Round, F. E., Crawford, R. M., y Mann, D. G. (1990). The diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 747 p.
- Sant'Anna, C., M. T. Azevedo, L. Aujaro, M. Carvalho, L. Carvalho y R. de Souza. (2006). Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobacterias planctônicas de águas continentais brasileiras. Rio de Janeiro, Interciencias - Sociedade Brasileira de Ficologia: 57pp.
- Sant'Anna, C. L., S. S. Melcher, M. d. C. Carvalho, M. P. Gelmeço y M. T. de P. Azevedo. (2007). Planktic Cyanobacteria from upper Tiete basin reservoirs, SP, Brazil. Revista Brasileira de Botânica 30: 1-17
- Soler B., A. (1993). Contribuciones al estudio de las diatomeas (Bacillariophyceae) de Panamá. II. Epifitismo en *Hydrilla verticillata*. Revista Universidad. IV época. 48: 218 p.
- Soler B., A., M. I. Pérez A. y E. Aguilar G. (2003). Diatomeas de las Costas del Pacífico en Panamá. Estudio Florístico. I. Edición. Quebecor World Bogotá. S. A. 383 p. 52 láminas.
- Tiffany, L.H. (1944). The Oedogoniales of Florida. American Midland Naturalist, Vol. 32, No. 1. Pp. 98-136.
- Wehr, J. y Sheath, R., Eds. (2003). Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification. pp. 918. New York: Academic Press.
- Zalocar De Domitrovic, Y. y N. I. Maidana. (1997). Taxonomic and ecological studies of the Paraná River diatom flora (Argentina). Bibliotheca Diatomologica. 34: 122. 14 láminas.