UEA Biología Lago Agrio
PrePrint UEA

Sección Biología "Lago Agrio"
Vol. BLGEL2324. ep08–91

| Recibido: 14/03/2024 |
| Aceptado: 29/04/2024 |
| Publicado: 19/11/2026 |

Diversidad de diatomeas epífitas de la laguna Charapita del parque ecológico recreativo Lago Agrio (Perla), Nueva Loja, provincia de Sucumbíos, Ecuador

Diversity of epiphytic diatoms in Charapita lagoon at the Lago Agrio ecological recreational park (Perla), Nueva Loja, Sucumbíos province, Ecuador.

Yelitza Mishell Castillo Moya[1], Kerly María Toapanta Narváez[1] Blanca Germania Tirado Valladares[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBLGEL2324ep08-91 Crossref

Resumen

El presente estudio se realizó en la laguna Charapita del Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio (PERLA). Ante la falta de información sobre la ecología de las diatomeas que existe en el cantón Lago Agrio, y considerando el descubrimiento constante de nuevas especies. Se realizó esta investigación con el objetivo de determinar la diversidad de diatomeas epífitas de la laguna Charapita del parque PERLA, provincia de Sucumbíos. Para ello, se seleccionaron cinco puntos de muestreo durante los meses de julio, agosto y septiembre. En la fase de campo, se raspó el biofilm que se encontraban en las raíces de las macrófitas. Posteriormente, en el laboratorio se limpiaron las muestras con peróxido de hidrógeno al 30%. Además, se prepararon láminas permanentes con Naphrax para llevar a cabo el recuento e identificación taxonómica de las diatomeas. Como resultados, se identificó 6000 individuos de diatomeas clasificados en 78 especies y variedades, pertenecientes a 25 géneros. La diversidad de diatomeas de la laguna Charapita resultó baja. Además, se encontró una similitud entre los puntos de muestreo con un rango del 60 al 72,5%. En conclusión, se determinó una baja diversidad de diatomeas epífitas, debido a la modificación del hábitat. El análisis de variabilidad intra e inter específica determinó la necesidad de observar el grupo poblacional de las especies para una adecuada identificación taxonómica. Además, existió una ligera variación en la similitud entre los puntos, debido a las diferentes características físicas que presentan cada punto de muestreo.

Palabras clave

variabilidad, puntos, muestreo, epífitas, riqueza

Abstract

The present study was conducted in the Charapita lagoon of the Recreational Ecological Park Lago Agrio (PERLA). Given the lack of information on the ecology of diatoms that exists in in the Lago Agrio canton, and considering the constant discovery of new species. This research was carried out with the objective of determining the diversity of epiphytic diatoms in the Charapita lagoon of the PERLA park, province of Sucumbíos. For this purpose, five sampling points were selected during the months of July, August and September. In the field phase, the biofilm found on the roots of the macrophytes was scraped. Subsequently, in the laboratory, the samples were cleaned with 30% hydrogen peroxide. In addition, permanent plates were prepared with Naphrax to count and taxonomically identify the diatoms. As results, 6000 individuals of diatoms were identified, classified in 78 species and varieties, belonging to 25 genera. The diversity of diatoms in Charapita Lagoon was low. In addition, a similarity between sampling points was found with a range of 60 to 72.5%. In conclusion, a low diversity of epiphytic diatoms was determined, due to habitat modification. The analysis of intra- and inter-specific variability determined the need to observe the population group of the species for an adequate taxonomic identification. In addition, there was a slight variation in the similarity between points, due to the different physical characteristic of each sampling point.

Keywords

variability, points, sampling, epiphytes, richness

Direcciones

[1]Universidad Estatal Amazónica. Sucumbíos, Ecuador. Email: ym.castillom@uea.edu.ec, km.toapantan@uea.edu.ec, bg.tiradov@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia

Yelitza Mishell Castillo Moya. Universidad Estatal Amazónica. Sucumbíos, Ecuador. Email: ym.castillom@uea.edu.ec

Cómo citar

CASTILLO MOYA, Yelitza Mishell , TOAPANTA NARVÁEZ, Kerly María and TIRADO VALLADARES, Blanca Germania 2026. Diversidad de diatomeas epífitas de la laguna Charapita del parque ecológico recreativo Lago Agrio (Perla), Nueva Loja, provincia de Sucumbíos, Ecuador. PrePrint UEA. Vol. BLGEL2324. p. ep08–91. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBLGEL2324ep08-91

Editores Académicos Jorge Lenin León Arcos

Editorial Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright

Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.
Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

Las diatomeas son organismos unicelulares, eucariontes, fotosintéticos, pertenecientes a la división Bacillariophyta . Se estima que existe más de 200.000 especies, distribuidas en 250 géneros son considerados como los cromistas más diversos a nivel mundial . Sin embargo, las estimaciones del número exacto de especies aún son discutibles, ya que cada año se descubren aproximadamente 50 a 100 especies de diatomeas nuevas para la ciencia .

Las diatomeas proliferan en aguas dulces y saladas donde sus hábitats incluyen ríos, lagos, marismas, océanos y suelos húmedos . En términos ecológicos, las diatomeas son utilizadas como bioindicadores de calidad de agua, debido a su sensibilidad a una amplia gama de factores ambientales (contaminación, concentración de nutrientes, el pH, salinidad, acidez y los sólidos en suspensión) . Además, desempeñan un rol fundamental para el mantenimiento del planeta, produciendo del 20%-25% de oxígeno y 40% de carbono .

La preservación de la diversidad de diatomeas es un componente esencial del monitoreo ambiental, protección de especies y los procesos paleoecológicos . Para evitar la descomposición y la pérdida de la estructura celular, la valva, las estrías y el rafe . Se realiza la preservación in situ mediante la protección de los hábitats naturales de las diatomeas, mientras que la preservación ex situ consiste en recolectar y almacenar muestras en colecciones, mediante protocolos estandarizados (.

El Ecuador se destaca como uno de los países con mayor biodiversidad por unidad de área a nivel mundial . Sin embargo, los estudios de diversidad y ecología de diatomeas en nuestro país aún son incipientes . A nivel nacional, cuenta con estudios publicados en revistas científicas que ha sido realizados por: . Mientras que, en la provincia de Sucumbíos cuenta dos estudios: uno en la laguna de la reserva de producción Faunística Cuyabeno, pertenecientes al cantón Cuyabeno y otro en la laguna de la reserva biológica de Limoncocha pertenecientes al cantón Shushufindi . En cuanto al cantón Lago Agrio, solo cuenta con investigaciones de pregrado, las cuales no se encuentran publicadas en revistas indexadas.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo general: Determinar la diversidad de diatomeas epífitas de la laguna Charapita del Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio (PERLA), Nueva Loja, provincia de Sucumbíos, Ecuador. Sus objetivos específicos son; (1) Analizar la variabilidad intra e interespecífica de diatomeas epifitas de la laguna; (2) Identificar taxonómicamente las diatomeas encontradas en la laguna Charapita del parque PERLA y (3) comparar la similitud entre los puntos de muestreo en cuanto a la presencia de especies de diatomeas.

2. Metodología

2.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la laguna Charapita del Parque "PERLA" (**Figura 1**), se encuentra ubicado en el cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos, mide aproximadamente 2000 metros de largo, 300 m de ancho y 5 metros de profundidad media . El parque cuenta con 110 hectáreas, y presenta un clima tropical húmedo. La temperatura oscila entre 22°C a 30°C, con una precipitación media anual de 2900 a 3250 mm y una altitud de 297 msnm . La estación lluviosa se extiende de septiembre a mayo, mientras que la estación seca comprende los meses junio a agosto . De acuerdo al Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental alberga un bosque siempreverde de tierras bajas Aguarico Putumayo Caquetá. Dentro del parque se puede encontrar la zona administrativa y el bosque nativo . La laguna Charapita se encuentra en la zona administrativa, la misma que se encuentra influenciada por actividades turísticas como el canotaje .

2.2. Fases de campo

Este estudio se realizó mediante tres muestreos en cinco puntos georreferenciados durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2023 (**Tabla 1**). Las coordenadas se registraron utilizando la aplicación GAIA GPS. Para la recolección de diatomeas epífitas se siguió los protocolos establecidos por European Commite of Standardization ; ; . Estos protocolos mencionan que, los puntos de muestreo deben poseer luminosidad y el agua no debe ser estancada. Además, se consideró la influencia antropogénica del parque (cercanía a los muelles, los senderos y la desembocadura del río Aguas Negras). Mientras que, para la recolección de las muestras, se realizó mediante el raspado del biofilm de las raíces de 3 a 5 macrófitas de manera cuidadosa con un cepillo de dientes, considerando que su tamaño sea de 10 cm.

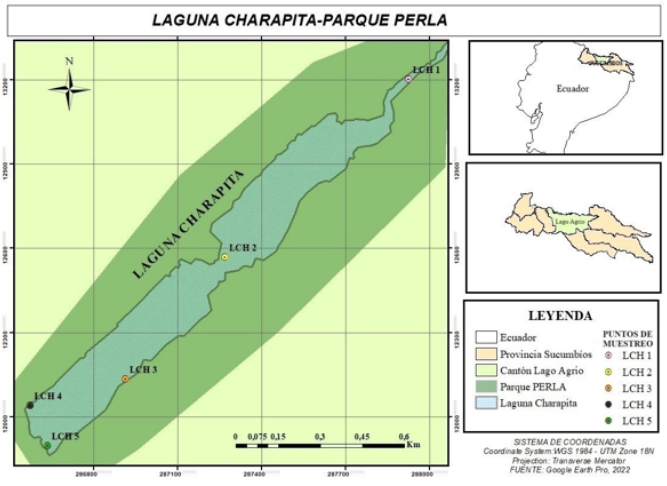

Figura 1 | Área de estudio de la Laguna Charapita y puntos de muestreo

Se obtuvieron 15 muestras recolectadas en frascos esterilizados de 100ml y etiquetados con datos de lugar de muestreo, código, coordenadas geográficas, fecha y responsables del muestreo. Se preservó con alcohol etílico al 70% las muestras, posteriormente se trasladó en un recipiente isotérmico con hielo a una temperatura aproximada de 5°C al laboratorio de Biología de la UEA - sede Sucumbíos para su posterior análisis.

Tabla 1 | Coordenadas de los puntos de muestreo de la Laguna Charapita.

N°	Punto de muestreo	Coordenadas geográficas				Macrófita
		Zona horaria	m.s.n.m	X	Y	
1	LCH 1	18 N	297 m.s.n.m	287925,54	13201,32	*Pistia stratiotes* *Eichhornia azurea*
2	LCH 2	18 N	297 m.s.n.m	287270,84	12568,78	*Pistia stratiotes* *Eichhornia azurea*
3	LCH 3	18 N	297 m.s.n.m	286916,76	12134,18	*Eichhornia azurea*
4	LCH 4	18 N	297 m.s.n.m	286576,06	12041,30	*Eichhornia azurea*
5	LCH 5	18 N	297 m.s.n.m	286637,28	11898,63	*Eichhornia azurea*

2.3. Fase de laboratorio

2.3.1. Preparación y fijación de las muestras de diatomeas

Se añadió peróxido de hidrógeno (H2O2 al 30%) al tubo de ensayo de 80 ml que contenía la muestra para realizar el proceso de oxidación de la materia orgánica. Luego el tubo se sometió a una temperatura de aproximadamente 90°C hasta que el pellet obtuvo una coloración amarillenta o blanca, hasta eliminar por completo los cloroplastos y la materia

orgánica (ECS, 2003). Luego, se realizó el lavado de la muestra con agua destilada cada 24 horas durante tres días para eliminar el H2O2.

Para fijar las diatomeas se colocó alícuotas de la muestra en la superficie del cubre objeto redondo de 18*18mm con un espesor de 0.13-0.17mm y se dejaron secar a temperatura ambiente, libre de agentes externos como polvo, vibraciones u otra sustancia. Se selló los portaobjetos con resina Naphrax®, con un índice de refracción de 1,74.

2.3.2. Recuento e identificación taxonómica de diatomeas

Se realizó en el microscopio óptico CNOPTEC, adaptando la cámara AmScope, con un aumento de 100x. Para capturar y procesar las imágenes de las valvas de diatomeas se utilizó el programa CorelDraw Graphics Suite 2022 para ajustar las imágenes a un tamaño de 10 µm.

Para identificar taxonómicamente las especies de diatomeas se describió la variabilidad intra e inter específica, mediante la obtención de la morfología de la valva, tamaño (largo y ancho), y las características merísticas de acuerdo a la especie (cantidad de estrías, fíbulas y/o areolas). Los individuos de la misma especie se agruparon en conjuntos poblacionales según el tamaño de la valva, desde mayor a menor. Además, se empleó fuentes bibliográficas especializadas como: . También, se utilizó páginas web como: Academy of Natural Sciences Philadelphia: ANSP (`http://symbiont.ansp.org/dntf/`), AlgaeBase (`https://www.algaebase.org/`) y Diatoms of North America (`https://diatoms.org/`).

2.3.3. Análisis de datos

Para el conteo de valvas los datos fueron recopilados en una hoja de cálculo de excel determinando la abundancia absoluta (Ai) y abundancia relativa (Ai%) de cada muestra. Posteriormente, los valores de Ai% de las especies y categorías infraespecíficas se importaron al software PAST versión 4.03 para calcular la riqueza (S), diversidad de Shannon (H'), la dominancia de Simpson (1-D) y equitatividad de Pielou (J'). Además, se empleó la prueba de Kruskall-Wallis para evaluar la significancia de la riqueza específica entre los puntos de muestreo. También, se generó la curva de acumulación de especies para garantizar la cantidad mínima de submuestras representativas. Finalmente, se utilizó el índice de similitud de Bray-Curtis con datos de abundancia para conocer la similitud entre los puntos de muestreo en cuanto a la presencia de diatomeas y para observar gráficamente dicha similitud se realizó el análisis de agrupamiento (Clúster).

3. Resultados y discusión

3.1. Análisis de variabilidad inter e intraespecífica e identificación taxonómica

En el presente estudio se realizó un análisis de la variabilidad intra e interespecífica, mediante características morfológicas (Anexo 1), dimensiones y recuentos de estrías, areolas y fíbulas (Anexo 2). Este análisis, permitió la identificación de 6000 individuos de diatomeas, que se clasifican en 78 especies y variedades, pertenecientes a 25 géneros, 17 familias y 5 clasificaciones morfológicas (Anexo 3). Las especies de mayor abundancia fueron: *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (9,67%), *Diadesmis confervaceae* (8,40%), *Ulnaria ulna* (7,85%), *Encyonema neomesianum* (4,70%) y *Nitzschia amphibia* (4,70%) (Figura 2). Por otro lado, *Nitzschia palea* (0,02%), *Pinnularia johansenii* (0,02%), *Pinnularia* sp2 (0,02%) y *Pinnularia tagliaventiae* (0,02%) fueron las especies que presentaron menor abundancia (**Figura 2**).

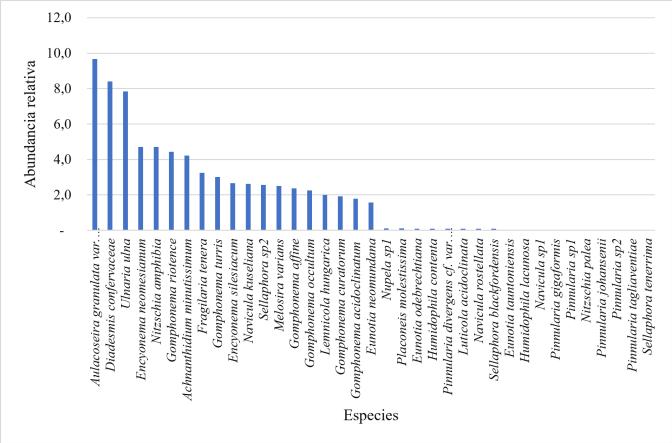

Figura 2 | Especies de diatomeas epifitas de la laguna Charapita que presentan mayor y menor abundancia relativa (Ai%)

3.1.1. Riqueza y abundancia de diatomeas por puntos de muestreo

En la laguna Charapita, se observó que el punto de muestreo LCH5 ubicado al final de la laguna, con acceso limitado y vegetación arraigada, se exhibió mayor riqueza con la presencia de 62 especies de diatomeas. Seguido de este el punto LCH2, cercano al muelle del canopy, mostró 60 especies de diatomeas. Además, el punto LCH1, ubicado cerca del sendero "Psasa Pari Jaira" y con desembocadura en el río Aguas Negras, se registró una riqueza de 57 especies de diatomeas. Mientras que el punto LCH3 ubicado cerca del sendero "Hoatzin" mostró una riqueza de 56 especies. Finalmente, en el punto de muestreo LCH4 se obtuvo una menor riqueza de diatomeas con 51 especies (**Tabla 2**).

Tabla 2 | Riqueza de diatomeas epifitas en los respectivos puntos de muestreo de la Laguna Charapita.

	PUNTOS DE MUESTREO				
	LCH1	**LCH2**	**LCH3**	**LCH4**	**LCH5**
Riqueza (S)	57	60	56	51	62

Las especies más abundantes en el punto LCH1 fueron: *Diadesmis confervacea* (14,42%), *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (11,75%), *Ulnaria ulna* (6,17%). En el punto LCH2 se encontró que las especies más abundantes fueron: *Ulnaria ulna*, *Melosira varians* (9,08%) y *Encyonema neomesianum* (7%). En el punto de muestreo LCH3 fueron: *Achnanthidium minutissimum* (9%), *Ulnaria ulna* (8,83%), *Diadesmis confervaceae* (7,17%). En el punto de muestreo LCH4 fueron: *Ulnaria ulna* (11,58%), *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (9,92%) y *Gomphonema riotence* (8,83%). Mientras, que en el punto LCH5 las especies más abundantes fueron: *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (21%), *Diadesmis confervaceae* (9%) y *Nitzschia amphibia* (4,75%)

(**Figura 3**).

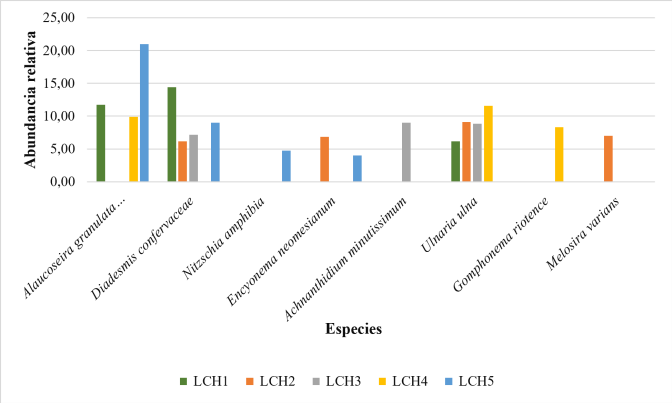

Figura 3 | Especies de diatomeas epífitas de los puntos de muestreo (LCH1-LCH5) que presentan mayor abundancia relativa

3.1.2. Diversidad de especies por puntos de muestreo

En el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') se determinó los siguientes valores LCH1 (3,4), LCH2 (3,6), LCH3 (3,5), LCH4 (3,3) y LCH5 (3,4) (Tabla 3). Lo que indica que todos los puntos de muestreo poseen una diversidad baja.

El índice de dominancia de Simpson (1-D), mediante el estudio de diatomeas de la laguna Charapita se obtuvo valores de: 0,94 para LCH1 y LCH4; 0,96 para LCH2 y LCH3; 0,93 para LCH5 (Tabla 3). Estos resultados dan a conocer que existe un alto nivel de dominancia de especies en todos los puntos de muestreo.

El índice de equidad de Pielou (J´) demostró valores que oscilan entre 0,83 a 0,89 (**Tabla 3**), indicando un alto grado de homogeneidad en la abundancia de especies en todos los puntos de la laguna Charapita.

Tabla 3 | Índices de diversidad de diatomeas de los puntos de muestreo de la Laguna Charapita.

	PUNTOS DE MUESTREO				
INDICES	**LCH1**	**LCH2**	**LCH3**	**LCH4**	**LCH5**
Simpson_1-D	0,94	0,96	0,96	0,94	0,93
Shannon_H	3,3	3,5	3,4	3,2	3,3
Pielou_J	0,83	0,87	0,85	0,82	0,81

3.1.3. Riqueza y abundancia de diatomeas por periodos de muestreo

En este análisis se determinó que la mayor riqueza de especies se encontró en el segundo periodo de muestreo (agosto), con un total de 61 especies. En los periodos de julio y septiembre se registraron una riqueza ligeramente menor, con 57 y 56 especies respectivamente (**Tabla 4**).

Tabla 4 | Riqueza de diatomeas epifitas en los periodos de muestreo de la Laguna Charapita.

	PERIODOS DE MUESTREO		
	JULIO	**AGOSTO**	**SEPTIEMBRE**
Riqueza (S)	57	60	56

En el primer periodo de muestreo (julio) las especies más abundantes fueron: *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (18,55%), *Diadesmis confervaceae* (10,13%) y *Nitzschia amphibia* (4,8%). En agosto las especies fueron: *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (8,5%), *Achnanthidium minustissimum* (8,45%) y *Gomphonema riotence* (6,25%). Mientras que, en el tercer periodo (septiembre) fueron: *Ulnaria ulna* (11,2%), *Diademis confervacea* (10,3%) y *Encyonema neomesianum* (6,2%) (**Figura 4**).

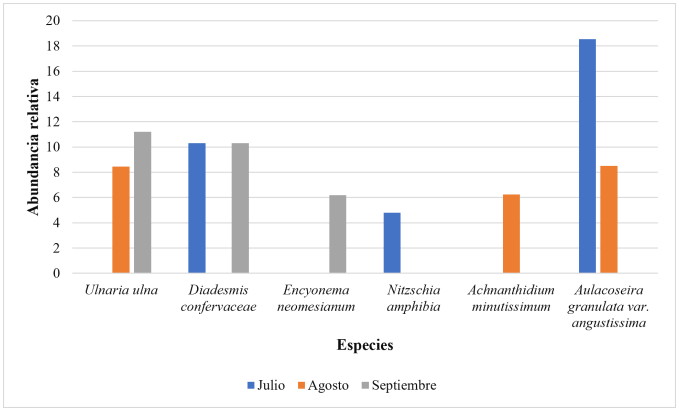

Figura 4 | Especies de diatomeas epifitas de los tres periodos de muestreo (julio, agosto y septiembre) de la laguna Charapita que presentan mayor abundancia relativ

3.1.4. Diversidad de especies por periodos de muestreo

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') determinó los siguientes valores para; julio (3,33), agosto (3,5) y septiembre (3,4). Los puntos de muestreo poseen una diversidad baja.

El índice de dominancia de Simpson (1-D) arrojó valores de: 0,93 para julio y 0,95 para agosto y septiembre (**Tabla 5).** Estos resultados revelan una dominancia alta de especies en todos los puntos de muestreo, lo que implica una menor diversidad.

El índice de equidad de Pielou (J´) demostró valores que oscilan entre 0,83 a 0,85 (**Tabla 5**), lo que indica un alto grado de homogeneidad en la abundancia de especies en todos los periodos de muestreo.

Tabla 5 | Índices de diversidad de diatomeas de los periodos de muestreo de la Laguna Charapita.

	PERIODOS DE MUESTREO		
INDICES	**JULIO**	**AGOSTO**	**SEPTIEMBRE**
Simpson_1-D	0,93	0,95	0,95
Shannon_H	3,3	3,4	3,4
Pielou_J	0,83	0,82	0,85

3.1.5. Significancia de riqueza específica entre los puntos de muestreo

La significancia de riqueza específica de las especies se determinó mediante la prueba de Kruskall-Wallis. Cada barra de error muestra la media y, por otro lado, las líneas verticales indican la desviación estándar en cada caso.

El análisis arrojó un valor p de 0,65, lo que indica que no hay diferencias significativas en la riqueza específica entre los

puntos de muestreo. Esto se debe a que el valor p es mayor a 0,05 (**Figura 5).**

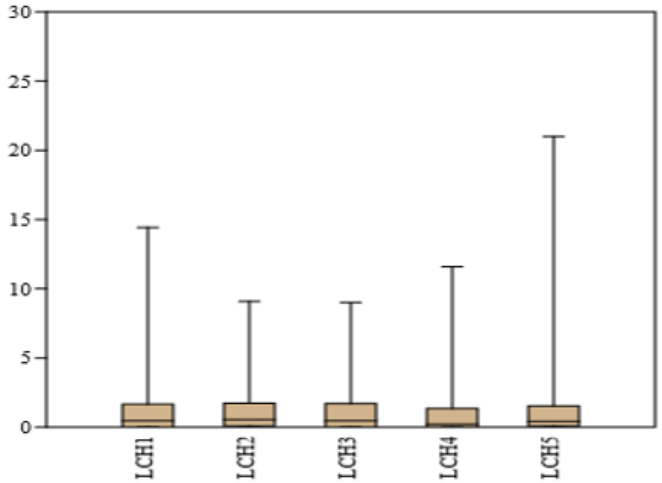

Figura 5 | Significancia de la riqueza específica (S) entre los puntos de muestreo de la Laguna Charapita

3.1.6. Curva de acumulación de especies La curva se generó con un intervalo de confianza del 95% (**Figura 6**). En particular, los puntos LCH1, LCH2, LCH3 y LCH4 se estabilizaron, lo que indica que el conteo de 400 valvas en estos 4 puntos de muestreo fue idóneo para recolectar la mayor cantidad de especies de diatomeas epífitas. Sin embargo, el punto LCH5 mostró una curva ascendente, lo que indica que aún no se ha logrado recolectar la riqueza total de especies presente en este punto de muestreo.

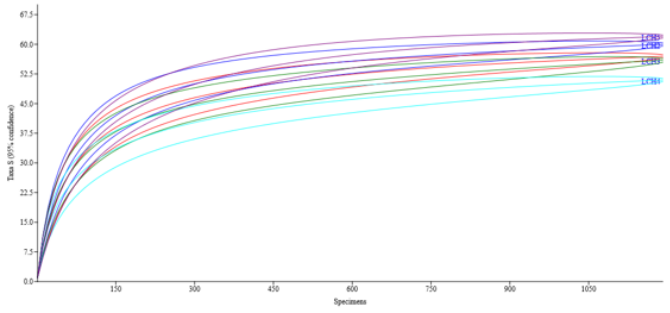

Figura 6 | Curva de acumulación de especies de diatomeas por puntos de muestreo en la laguna Charapita del parque PERLA

3.1.7. Comparación de la similitud entre puntos de muestreo y la presencia de diatomeas

Para conocer la similitud entre los puntos de muestreo se realizó un análisis de conglomerado (Clúster), utilizando el índice de Bray-Curtis (**Figura 7**). La mayor similitud (72,5%) se observó entre los puntos LCH2 y LCH3, seguida del 65% entre los puntos LCH2, LCH3 y LCH4. Además, el punto LCH1 mostró la similitud más baja (60%) con los otros puntos (Figura 7).

Las especies que compartieron en los puntos LCH2 y LCH3 fueron: *Achnanthidium minutissimum*, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Diadesmis confervaceae*, *Encyonema neomesianum*, *E. silesiacum*, *Eunotia neomundana*, *Gomphonema affine*, *G. gracile*, *G. riotence*, *Melosira varians*, *Navicula kuseliana*, *Nitzschia amphibia*, *Pinnularia acrosphaeria* y *Ulnaria ulna*.

Mientras que las especies que compartieron entre los puntos LCH2, LCH3 y LCH4 fueron: *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Caloneis* sp1, *Encyonema neomesianum*, *E. silesiacum*, *Eunotia neomundana*, *E. monodon*, *Gomphonema affine*, *G. curatorum*, *G. riotence*, *Lemnicola hungarica*, *Navicula gregaria*, *Nitzschia sublinearis*, *Staurosira aventralis* y *Ulnaria ulna*.

Las especies que se comparten en el punto LCH1 con los demás puntos de muestreo son: *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Diadesmis confervaceae*, *Encyonema neomesianum*, *E. silesiacum*, *Eunotia neomundana*, *Gomphonema affine*, *G. gracile*, *G. riotence*, *Navicula kuseliana*, *Nitzschia amphibia* y *Ulnaria ulna*.

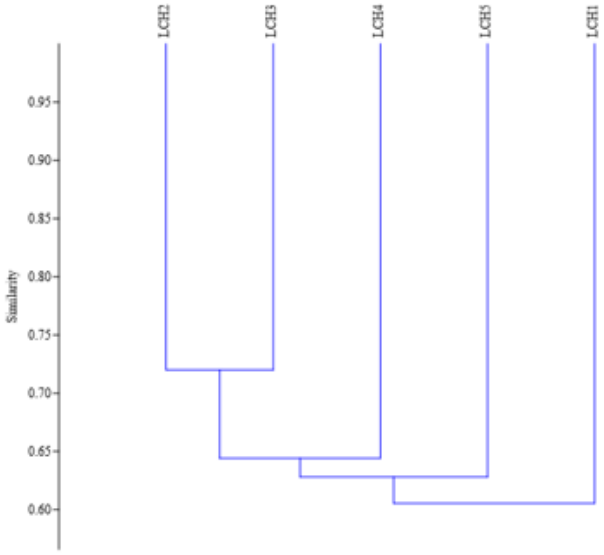

Figura 7 | Análisis Clúster entre los puntos de muestreo y presencia de diatomeas

3.2. Discusión

En el estudio realizado en la laguna Charapita del parque Ecológico Recreativo Lago Agrio (PERLA) las especies de mayor abundancia fueron: *Aulacoseira granulata* var. *angustissima, Diadesmis confervaceae*, *Ulnaria ulna* y *Nitzschia amphibia*. Estas especies comparten las características de ser cosmopolitas y dulceacuícolas. Cabe mencionar que, el presente estudio no se enfocó en determinar la calidad de agua. Sin embargo, es importante destacar que las especies identificadas son tolerantes a la contaminación, lo cual indican que, existe mala calidad de agua y eutrofización del ecosistema .

En nuestro estudio, se observó que durante la temporada seca se obtuvo una menor cantidad de especies de diatomeas, mientras que en la temporada de lluvia se registró una mayor abundancia de diatomeas epífitas. Aunque en los estudios realizados por señalan que la cantidad de diatomeas disminuyen durante las temporadas de lluvias, debido a su cambio de hábitat. Sin embargo, los resultados de nuestro estudio no coinciden con esta tendencia. En la temporada seca, en el mes de septiembre se logró obtener la menor can-

tidad de especies. Esta diferencia probablemente radica en la actividad de canotaje que se realiza en la cuenca hídrica, en donde el movimiento y la fuerza que ejercen en el agua podrían desprender el biofilm y como consecuencia provocaría la perdida de diatomeas.

La baja diversidad de diatomeas podría estar influidas por las actividades antropogénicas como la pesca ilegal y la contaminación por residuos sólidos, así como las variaciones en las precipitaciones durante los tres periodos de muestreo. Los autores mencionan que, las actividades antropogénicas generan un impacto significativo a la diversidad y composición de diatomeas, ya que modifican las condiciones físicas y químicas de su hábitat, como también el sustrato donde se adhieren.

En la curva de acumulación, los puntos LCH1, LCH2, LCH3 y LCH4 se lograron estabilizar. Sin embargo, el punto LCH5 mostró una curva ascendente. Esto podría atribuirse a los procesos de limpieza de la materia orgánica, y la presencia de valvas destruidas más del 75% que no podían ser identificadas. Según estudios realizados por la mencionan que, durante el proceso de limpieza de la materia orgánica (oxidación de la muestra) es común la perdida de las diatomeas. Esto se debe a que algunas especies son sensibles a elevadas temperaturas, lo cual experimentan fragmentación o destrucción de la valva, lo cual dificulta su identificación.

El punto LCH1 mostró una similitud baja del 60% en comparación con los otros puntos de muestreo. Esto podría deberse a las diferencias en el flujo del agua en este punto especifico, ya que desemboca en el río Aguas negras. Blanco et al. (2010) señala que al muestrear en lugares donde existe mayor corriente de agua la comunidad de diatomeas se va a encontrar afectada significativamente, ya que el arrastre hace que se laven los sustratos y las diatomeas se desplacen a zonas más bajas, por la limitación que tienen para adherirse al sustrato.

4. Conclusiones

En la laguna Charapita del parque Ecológico Recreativo Lago Agrio (PERLA) se determinó una baja diversidad de diatomeas epífitas, debido a la modificación del hábitat, generadas por las actividades antrópicas como el canotaje, pesca ilegal y la contaminación por residuos sólidos.

El análisis de variabilidad intra e inter específica de las especies de diatomeas, permitió la identificación de 6000 individuos clasificados en 78 especies y variedades, que demostró la necesidad de observar el conjunto poblacional de todas las diatomeas para una adecuada identificación taxonómica, ya que algunas especies presentan una alta variabilidad morfológica.

Respecto a la similitud entre los puntos de muestreo en cuanto a la presencia de las especies de diatomeas, existió una ligera variación, debido a las diferentes características físicas como el flujo de agua, la proximidad a los senderos, muelles y el acceso limitado. En efecto, el punto que presentó mayor similitud fue LCH2-LCH3 con el 72,5%. Mientras que, la similitud más baja se registró entre LCH1 con los demás puntos de muestreo con el 60%, la cual compartió especie como *Achnanthidium minutissimum*, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima y Diadesmis confervaceae.* Estas especies son conocidas como bioindicadores de mala calidad de agua.

Contribuciones de los autores

Yelitza Mishell Castillo Moya: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Kerly María Toapanta Narváez: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Blanca Germania Tirado Valladares: Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Todos los autores aporbaron la version enviada y editada.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

AGUILERA, W., 2019. Inventario de especies forestales alimenticias para primates existentes en el parque PERLA, ubicado en el cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos. Tesis de pregrado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

ALLAN, D. y CASTILLO, M., 2007. Stream Ecology. Structure and Function of Running Waters. S.l.: s.n. vol. 6. ISBN 9786021018187.

BALLESTEROS, I., CASTILLEJO, P., HARO, A.P., MONTES, C.C., HEINRICH, C. y LOBO, E.A., 2020. Genetic barcoding of Ecuadorian epilithic diatom species suitable as water quality bioindicators. Comptes Rendus - Biologies, vol. 343, no. 1, ISSN 16310691. DOI: https://doi.org/10.1016/j.crvi.2011.04.001.

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 [en línea], vol. 7, no. 1, ISSN 23766808. DOI: https://doi.org/10.1080/23766808.2021.1920296. Disponible en: https://doi.org/10.1080/23766808.2021.1920296.

BARBER, H. y HAWORTH, E., 1981. A guide to the morphology of the diatom frustule. Freshwater Biological Association.

BENITO, X., FRITZ, S.C., STEINITZ-KANNAN, M., VÉLEZ, M.I. y MCGLUE, M.M., 2018. Lake regionalization and diatom metacommunity structuring in tropical South America. International Journal of Business Innovation and Research, vol. 8, no. 16, ISSN 20457758. DOI: https://doi.org/10.1002/ece3.4305.

BLANCO, S., CEJUDO-FIGUEIRAS, C., ÁLVAREZ-BLANCO, I., VAN DONK, E., GROSS, E.M., HANSSON, L.A., IRVINE, K., JEPPESEN, E., KAIRESALO, T., MOSS, B., NÕGES, T. y BÉCARES, E., 2013. Epiphytic diatoms along environmental gradients in Western European shallow lakes. Clean Soil Air Water, vol. 42, no. 3, ISSN 18630650. DOI: https://doi.org/10.1002/clen.201200630.

BONA, F., FALASCO, E., FENOGLIO, S., LORIO, L. y BADINO, G., 2008. Response of macroinvertebrate and diatom communities to human-induced physical alteration in mountain streams. River Research and Applications, vol. 24, no. 8, ISSN 1535-1459. DOI: https://doi.org/10.1002/rra.1110.

BRAVO, E., 2014. La biodiversidad en el Ecuador. ABYAYALA. S.l.: s.n.

BRODIE, J. y LEWIS, J., 2007. Unravelling the algae the past, present, and future of algal systematics. CRC Press. S.l.: s.n. vol. 6. ISBN 9786021018187.

CABALLERO, M., MORA, L., MUÑOZ, E., ESCOLERO, O., BONIFAZ, R., RUIZ, C. y PRADO, B., 2020. Anthropogenic influence on the sediment chemistry and diatom assemblages of Balamtetik Lake, Chiapas, Mexico. Environmental Science and Pollution Research, vol. 27, no. 14, ISSN 0944-1344. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-019-04581-9.

CABRERA, M., SEGURA, E., SINCHE, F., MALDONADO, L. y TIERRES, J., 2019. Estructura y estimación del carbono acumulado en el estrato arbóreo de un bosque siempreverde de tierras bajas: Caso Parque Ecológico Recreacional Lago Agrio, Sucumbíos. Ciencia y Tecnología, vol. 12, no. 2, ISSN 1390-4051. DOI: https://doi.org/10.18779/cyt.v12i2.329.

CASALLAS, J.E. y GUNKEL, G., 2001. Algunos aspectos limnologicos de un lago altoandino: el lago San Pablo, Ecuador. . S.l.

CASTILLEJO, P., CHAMORRO, S., PAZ, L., HEINRICH, C., CARRILLO, I., SALAZAR, J.G., NAVARRO, J.C. y LOBO, E.A., 2018. Response of epilithic diatom communities to environmental gradients along an Ecuadorian Andean River. Comptes Rendus - Biologies, vol. 341, no. 4, ISSN 17683238. DOI: https://doi.org/10.1016/j.crvi.2018.03.008.

CASTILLEJO, P., ORTIZ, S., BALLESTEROS, M., HEINRICH, C., RÍOS, B. y LOBO, E., 2022. Diatomeas Epiliticas De Los Andes Ecuatorianos. Universidad de Las Américas Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas.

CASTILLEJO, P., ORTIZ, S., JIJÓN, G., LOBO, E.A., HEINRICH, C., BALLESTEROS, I. y RIOS-TOUMA, B., 2024. Response of macroinvertebrate and epilithic diatom communities to pollution gradients in Ecuadorian Andean rivers. Hydrobiologia, vol. 851, no. 2, ISSN 15735117. DOI: https://doi.org/10.1007/s10750-023-05276-6.

CHAMORRO, S., MOYÓN, J., ARAYA, F., SALAZAR, J., NAVARRO, J.C., BÉCARES, E. y BLANCO, S., 2022. The ecology of diatoms inhabiting cryoconite holes in Antisana Glacier, Ecuador. Journal of Glaciology, vol. 68, no. 267, ISSN 00221430. DOI: https://doi.org/10.1017/jog.2021.108.

CONFEDERACIÓN HIDROLÓGICA, D.E., 2007. Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva marco del agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro: protocolos de muestreo y análisis para: Fitoplancton, Fitobentos (Microalgas bentónicas), Macrofitos, Invertebrados bentónicos, Ictiofauna. Centro de Publicaciones, Ministerio de Medio Ambiente.

CONFEDERACIÓN HIDROLÓGICA DEL EBRO, 2005. Metodología para el establecimiento el Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolo de muestreo y análisis para fitobentos.

CUESTA, C., 2022. Turismo Sostenible y Parques Ecológicos en la Parroquia Nueva Loja. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Ambato.

DE OLIVEIRA, P.E. y KANNAN, M.S., 1992. The diatom flora (Bacillariophyceae) of the Cuyabeno Faunistic Reserve, Ecuadorian Amazonia. Nova Hedwigia [en línea], vol. 54, Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/303211185.

ECS, 2003. Water quality — Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers.

ELORANTA, P. y SOININEN, J., 2002. Ecological status of some Finnish rivers evaluated using benthic diatom communities. Journal of Applied Phycology, vol. 14, no. 1, ISSN 09218971. DOI: https://doi.org/10.1023/A:1015275723489.

FLOWER, R.J. y RYVES, D.B., 2009. Diatom preservation: differential preservation of sedi-mentary diatoms in two saline lakes. Acta Bot. Croat, vol. 68, no. 2, ISSN 0365-0588.

FRITZ, S.C., BENITO, X. y STEINITZ-KANNAN, M., 2019. Long-term and regional perspectives on recent change in lacustrine diatom communities in the tropical Andes. Journal of Paleolimnology, vol. 61, no. 2, ISSN 0921-2728. DOI: https://doi.org/10.1007/s10933-018-0056-6.

GERECKE, R., FISHER HARTIG, L. y STEINITZ KANNAN, M., 1996. Centrolimnesia boopis (Hydrachnellae: Limnesiidae), a new planktonic mite from lake limoncocha in the Amazonian Region of Ecuador. Studies on Neotropical Fauna and Environment, vol. 31, no. 3-4, ISSN 01650521. DOI: https://doi.org/10.1076/snfe.31.3.193.13337.

GÓMEZ, N., RIERA, J.L. y SABATER, S., 1995. Ecology and morphological variability of Aulacoseira granulata (Bacillariophyceae) in Spanish reservoirs. Journal of Plankton Research, vol. 17, no. 1, ISSN 0142-7873. DOI: https://doi.org/10.1093/plankt/17.1.1.

HEINRICH, C.G., PALACIOS-PENÃRANDA, M.L., PENÃ-SALAMANCA, E., SCHUCH, M. y LOBO, E.A., 2019. Epilithic diatom flora in Cali River hydrographical basin, Colombia. Rodriguesia, vol. 70, ISSN 21757860. DOI: https://doi.org/10.1590/2175-7860201970041. INAMHI, 2023. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. [en línea]. [consulta: 27 febrero 2024]. Disponible en: https://www.inamhi.gob.ec/.

INAMHI, 2023. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. [en línea]. [consulta: 27 febrero 2024]. Disponible en: https://www.inamhi.gob.ec/.

ISRADE ALCÁNTARA, I., GARCÍA ZÁRATE, M.A. y GONZÁLEZ ACEVEDO, Z.I., 2023. Diatom assemblages from different environments of the Acoculco Caldera associated to hydrothermal and anthropogenic activity. Environmental Monitoring and Assessment, vol. 195, no. 4, ISSN 0167-6369. DOI: https://doi.org/10.1007/s10661-023-11125-9.

JIMÉNEZ, R., 2014. Diatomeas y silicoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR, Ecuador, vol. 19, no. 1.

KOCIOLEK, J., BLANCO, S., COSTE, M., ÉCTOR, L., LIU, Y., KARTHICK, B., KULIKOVSKIY, M., LUNDHOLM, N., LUIS, T., POTAPOVA, M., RIMET, F., SABBE, K., SALA, S., SAR, E., TAYLOR, J., VAN DE VIJVER, B., WETZEL, C., WILLIAMS, D., WITKOWSKI, A. y WITKOWSKI, J., 2023. DiatomBase. [en línea]. Disponible en: https://www.diatombase.org/.

KOCIOLEK, J.P., 2018. A worldwide listing and biogeography of freshwater diatom genera: a phylogenetic perspective. Diatom Research, vol. 33, no. 4, ISSN 21598347. DOI: https://doi.org/10.1080/0269249X.2019.1574243.

KRAMMER, K., 1997. Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 2. Encyonema part., Encyonopsis and Cymbellopsis. Bibliotheca diatomologica, vol. 37.

KRAMMER, K., 2002. Diatoms of Europe: Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Cymbella. S.l.: ARG Gantner Verlag KG. ISBN 3904144847.

KRAMMER, K. y LANGE-BERTALOT, H., 1986. Bacillariophyceae: 1. Teil: Naviculaceae; 206 Tafeln. S.l.: Fischer.

KRAMMER, K. y LANGE-BERTALOT, H., 1987. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. S.l.: s.n.

KRAMMER, K. y LANGE-BERTALOT, H., 1989. Achnanthes eine Monographie der Gattung mit Definition der Gattung Cocconeis und Nachträgen zu den Naviculaceae. Bibliotheca Diatomologica, vol. 18.

KRAMMER, K. y LANGE-BERTALOT, H., 1991. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 02/3: Bacillariophyceae: Teil 3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. S.l.: Springer. vol. 2. ISBN 382740827X.

KUMAR, S., BAWEJA, P. y SAHOO, D., 2015. Diatoms: Yellow or golden brown algae. S.l.: Dordrecht: Springer.

LANGE-BERTALOT, H., 1980. New Species, Combinations and Synonyms in the Genus Nitzschia. . S.l.

LANGE-BERTALOT, H., 2000. Diatoms of the Andes: from Venezuela to Patagonia/Tierra del Fuego and two aditional contributions. S.l.: s.n. vol. 9(9). ISBN 3904144200.

LAVOIE, I., CAMPEAU, S., ZUGIC-DRAKULIC, N., WINTER, J.G. y FORTIN, C., 2014. Using diatoms to monitor stream biological integrity in Eastern Canada: An overview of 10 years of index development and ongoing challenges. Science of The Total Environment, vol. 475, ISSN 00489697. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.04.092.

LEIRA, M., 1998. Preservación de diatomeas en sedimentos turbosos. . S.l.:

LICURSI, M. y GÓMEZ, N., 2003. Aplicación de índices bióticos en la evaluación de la calidad del agua en sistemas lóticos de la llanura Pampeana Argentina a partir del empleo de diatomeas. Instituto de Limnología «Dr. Raúl . Ringuelet», no. 21, ISSN 0326-1638.

LOBO, E., 2016. índice trófico de qualidade da água Guia ilustrado para sistemas lóticoa subtropicais e temperados brasileiros. EDUNISC. S.l.: s.n. ISBN 9788575784310.

LOMAS, D. y RIERA JAIME, 2021. Identificación de Diatomeas Epilíticas Asociadas a Diferentes Niveles de Calidad del Agua del Río Aláquez Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, Periodo 2020 - 2021. Tesis de Pregrado. S.l.: Universidad Técnica de Cotopaxi.

LORA, M.C., LÓPEZ, F.O. y PÉREZ, C.A., 2020. Algas de cristal; diatomeas. Recursos Naturales y Sociedad. Recursos Naturales y Sociedad, vol. 6, no. 1, DOI: https://doi.org/10.18846/renaysoc.2020.06.06.01.0003.

MACHUCA, J., LÓPEZ, M. y VARGAS, E., 2021. Equilibrio ambiental precario en humedales áridos de altura en Chile. *Ciencia Latina Re-*

vista Científica Multidisciplinar, vol. 5, no. 4, ISSN 2707-2207. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.625.

MAE, 2013. Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural,

MANN, D.G., THOMAS, S.J. y EVANS, K.M., 2008. Revision of the diatom genus Sellaphora: A first account of the larger species in the British Isles. Fottea, vol. 8, no. 1, ISSN 18025439. DOI: https://doi.org/10.5507/fot.2008.002.

METZELTIN, D., 2007. Tropical Diatoms of South America II. Special remarks on biogeographic disjunction. Iconogr. Diatomol., vol. 18,

METZELTIN, D. y LANGE-BERTALOT, H., 1998. Tropishe Diatomeen in Südamerika I. Iconographia Diatomologica, vol. 5,

METZELTIN, D., LANGE-BERTALOT, H. y GARCÍA-RODRÍGUEZ, F., 2005. Diatoms of Uruguay, Compared with Other Taxa from South America and Elsewhere. Iconographia Diatomologica. 2005. S.l.: ARG Gantner Verlag KG.

MICHELUTTI, N., LEMMEN, J.L., COOKE, C.A., HOBBS, W.O., WOLFE, A.P., KUREK, J. y SMOL, J.P., 2015. Assessing the effects of climate and volcanism on diatom and chironomid assemblages in an Andean lake near Quito, Ecuador. Journal of Limnology, ISSN 1723-8633. DOI: https://doi.org/10.4081/jlimnol.2015.1323.

MORALES, E.A., FERNÁNDEZ, E. y CHÁVEZ, V.S., 2010. Diatomeas (bacillariophyta): ¿Por qué debemos incorporarlas en estudios de la biodiversidad boliviana? Inventarios y Documentación de La Biodiversidad En Bolivia. 2010. pp. 31-38.

MOYÓN DÁVILA, J.P., 2016. Taxonomia e distribuição do gênero navicula «sensu stricto» (Bacillariophyceae) em reservatórios da Bacia do Alto Tietê e de Bacias Vizinhas. Pós-Graduação. S.l.: s.n.

OCHOA, M.E., 2017. Propuesta de desarrollo turístico del Parque Recreativo Ecológico Perla, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos. S.l.: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

PARKINSON, J. y GORDON, R., 1999. Beyond micromachining: the potential of diatoms. rends Biotechnol, vol. 17, no. 5, DOI: https://doi.org/10.1016/S0167-7799(99)01321-9.

PEÑAFIEL JIMÉNEZ, D.G. y QUICALIQUIN CONSTANTE, N.S., 2019. Identificación de Diatomeas Epilíticas asociadas al nivel de eutrofización del Río Pumacunchi, Provincia De Cotopaxi, 2019. Tesis de Pregrado. S.l.: Universidad Técnica de Cotopaxi.

PORTILLA, F., 2018. Agroclimatología del Ecuador. Abya-Yala. S.l.: Universidad Politécnica Salesiana. ISBN 978-9978-10-310-4.

POTAPOVA, M.G., 2012. New species and combinations in monoraphid diatoms (family achnanthidiaceae) from North America. Diatom Research, vol. 27, no. 1, ISSN 21598347. DOI: https://doi.org/10.1080/0269249X.2011.644636.

QUEVEDO, L., MERINO, K., GODOY, S. y CARRERA, C., 2021. Ecological assessment and water quality using benthic diatom communities in an Ecuadorian amazon river. Copyright@ EM International [en línea]. S.l.: Disponible en: https://diatoms.org/.

RAMÍREZ-NAVA, M., CABALLERO, M. y AVENDAÑO, D., 2022. Variabilidad morfológica y distribución ecológica de especies del género Aulacoseira (Bacillariophyceae) en cuerpos de agua del centro de México. Revista Mexicana de Biodiversidad, vol. 93, ISSN 2007-8706. DOI: https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.4197.

REYNOLDS, C., 2006. Ecology of Phytoplankton. Cambridge. S.l.: s.n. ISBN 9780521844130.

SABATER, S., 2009. Diatoms. En: G.E.B.T.-E. of I.W. LIKENS (ed.) [en línea]. Oxford: Academic Press, pp. 149-156. ISBN 978-0-12-370626-3. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123706263001356.

SECKBACH, J., 2019. Diatoms: Fundamentals and Applications. John Wiley. S.l.: Scrivener Publishing. ISBN 9781119370734.

SETHI, D., BUTLER, T.O., SHUHAILI, F. y VAIDYANATHAN, S., 2020. Diatoms for carbon sequestration and bio-based manufacturing. 1 agosto 2020. S.l.: MDPI AG.

SPAULDING, S., POTAPOVA, M., LOWE, R., KOCIOLEK, P., EDLUND, M. y BAHLS, L., 2021. Diatoms of North America. [en línea]. Disponible en: https://diatoms.org/.

STEVENSON, J., 2014. Ecological assessments with algae: a review and synthesis. Journal of Phycology, vol. 50, no. 3, ISSN 0022-3646. DOI: https://doi.org/10.1111/jpy.12189.

VERA ACOSTA, J.A., 2020. Descripción del uso de diatomeas como correctores de suelos ácidos. Universidad Técnica de Babahoyo.

VIRTA, L., GAMMAL, J., JÄRNSTRÖM, M., BERNARD, G., SOININEN, J., NORKKO, J. y NORKKO, A., 2019. The diversity of benthic diatoms affects ecosystem productivity in heterogeneous coastal environments. Ecology, vol. 100, no. 9, ISSN 0012-9658. DOI: https://doi.org/10.1002/ecy.2765.

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, vol. 12, no. 2, ISSN 1390-5902. DOI: https://doi.org/10.54753/cedamaz.v12i2.1626.

ZHANG, Y., PENG, C., WANG, Z., ZHANG, J., LI, L., HUANG, S. y LI, D., 2018. The Species-Specific Responses of Freshwater Diatoms to Elevated Temperatures Are Affected by Interspecific Interactions. Microorganisms, vol. 6, no. 3, ISSN 2076-2607. DOI: https://doi.org/10.3390/microorganisms6030082.