

## Resumen

El presente estudio se realizó en el Estero Orienco, ubicado en la provincia de Sucumbíos, Cantón Lago Agrio, ciudad de Nueva Loja, debido a la falta de información y carencia de estudios se planteó como objetivo determinar la diversidad de diatomeas epilíticas. La recolección de muestras se realizó en ocho puntos, se llevó a cabo durante los meses de noviembre, diciembre de 2022 y enero del 2023, para la fase de campo se realizó un raspado de las biopelículas de las rocas, para posteriormente limpiarlas con peróxido de hidrogeno, luego se selló las muestras con Naphrax, lo que permitió la identificación taxonómica en el microscopio Cnoptec bajo un aumento 1000x. Los resultados obtenidos fueron 2400 especímenes, 18 familias y 22 géneros. Donde sobresalen *Nitzschia palea*, *Pinnularia saprophila*, *Luticula goeppertiana* y *Gomphonema parvulum* en los tres periodos de muestreo. Mediante el análisis del índice de *Shannon-Weiner* se determinó un rango de valor normal en cuanto a diversidad de especies de diatomeas. En la prueba no paramétrica de *Kruskal-Wallis* se obtuvo una correlación de  $P > 0,66$ , es decir, es un valor no significativo en cuanto a la riqueza en los puntos de muestreo. El análisis de Clúster determino similitudes en cuanto a especies en los puntos de muestreo con un rango desde el 95 % hasta el 65 %. Como conclusión se determina que si existe biodiversidad morfológica acorde a su similitud.

## Palabras clave

distribución; hábitat; especies; muestras; bioindicador.

## Abstract

This study was conducted in the Estero Orienco, located in the province of Sucumbíos, Canton Lago Agrio, city of Nueva Loja, due to the lack of information and lack of studies, the objective was to determine the diversity of epilithic diatoms. The collection of samples was carried out in eight points, during the months of November, December 2022 and January 2023, for the field phase a scraping of the biofilms of the rocks was performed, to later clean them with 30% hydrogen peroxide, then the samples were sealed with naphrax, which allowed the taxonomic identification in the Cnoptec microscope under a 1000x magnification. The results obtained were 2400 specimens, 18 families and 22 genera. *Nitzschia palea*, *Pinnularia saprophila*, *Luticula goeppertiana* and *Gomphonema parvulum* stood out in the three sampling periods. A normal value range for diatom species diversity was determined by Shannon-Weiner index analysis. In the Kruskal-Wallis non-parametric test, a correlation of  $P > 0.66$  was obtained, i.e. it is a non-significant value in terms of richness in the sampling points. The cluster analysis determined similarities in terms of species at the sampling points with a range from 95 % to 65 %. As a conclusion, it is determined that there is morphological biodiversity according to their similarity with each other.

## Keywords

distribution; habitat; species; samples; bioindicator.

### Direcciones

<sup>1</sup> Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. [kd.enriquezt@uea.edu.ec](mailto:kd.enriquezt@uea.edu.ec); [la.fariase@uea.edu.ec](mailto:la.fariase@uea.edu.ec); [bg.tiradov@uea.edu.ec](mailto:bg.tiradov@uea.edu.ec)

### Autor para la correspondencia

Keren Damaris Enríquez Torres. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. email: [kd.enriquezt@uea.edu.ec](mailto:kd.enriquezt@uea.edu.ec)

### Como citar

ENRÍQUEZ TORRES, Keren Damaris, FARIAS ESPINOZ, Luis Alberto and TIRADO VALLADARES, Blanca Germania, 2024. Diversidad de diatomeas epilíticas en el Estero Orienco del cantón Lago Agrio provincia de Sucumbíos. PrePrint UEA. 2024. Vol. BLGEL2324, ep04-44. DOI <https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBLGEL2324ep04-44>

### Editores Académicos

Jorge Lenin León Arcos

### Editorial

Editorial de la Universidad Estatal Amazónica  
2025

### Copyright:

Derechos de autor 2023-2025 UEA | PrePrint UEA

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

Los autores del artículo autorizan a PrePrint UEA, a que este artículo se distribuya y sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0)

## 1. Introducción

Las diatomeas de acuerdo con Graham y Wilcox (2000) son microorganismos unicelulares, solitarios o coloniales son eucariontes. Están pigmentados de clorofila a, clorofila c y pigmentos tales como B-caroteno, fucoxantina, *diadinoxantina*, *diatoxantina*, pertenecen a la clase *Bacillariophyceae* (Cubas 2008). El número de especies aceptadas es muy variado, algunos autores establecen que se han identificado 12.000 especies de diatomeas (Morales, Fernández y

Chávez 2009). Otros como Illana y Blanco (2008) estima que existen más de 100 000 especies a nivel mundial. Mientras que Rosero (2016) estima que el número de especies existentes es de 200 000 y solo 15 000 especies descritas donde actualmente se conocen 350 géneros de los cuales 155 son extintos conociéndose solamente su registro fósil.

La morfología y taxonomía de las diatomeas se distinguen por su pared celular denominada frústulo compuesta por dióxido de silicio hidratado ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )

(Pacheco 2015), la forma y el tamaño de este varían considerablemente entre las diferentes especies, lo que las convierte en un factor clave para su identificación, esta estructura está compuesta por dos valvas de sílice que se diferencian en tamaño: la epiteca (de menor tamaño) y la hipoteca (de mayor tamaño), ambas se mantienen unidas por el cingulo, el cual presenta patrones específicos para cada especie tal como lo señalan Zepeda (2013) y Mora, Carmona y Cantoral-Uriza (2015).

Además, su importancia ecológica en los diferentes ecosistemas radica en que estos organismos aportan el 20 % del oxígeno que se respira (Castillejo et al. 2022). Debido a su naturaleza unicelular, el fitoplancton experimenta ciclos vitales cortos y consistentes, lo que le permite reproducirse rápidamente en respuesta a posibles cambios en las condiciones favorables en su entorno, por lo tanto, la composición de la comunidad de diatomeas en cualquier ubicación es un reflejo de la calidad biológica del agua a lo largo de ciertos periodos de tiempo (Blanco 2010).

En el Ecuador existen estudios de diatomeas en diferentes regiones del país, sin embargo, la aportación sobre la diversidad, distribución y ecología aún siguen siendo insuficientes, cabe mencionar investigaciones, tales como; (Benito et al. 2018; 2019; Ballesteros et al. 2020; Quevedo et al. 2021; Chamorro et al. 2022). En el caso particular de la provincia de Sucumbíos investigaciones desarrolladas por la bióloga Steinitz (1987) en la laguna Limoncocha, de igual manera por Oliveira y Steinitz (1992) “La flora de diatomeas de la reserva faunística Cuyabeno, Amazonía ecuatoriana”, carece de estudios específicos en el cantón Lago Agrio, especialmente en el Estero Orienco. Por lo tanto, resulta relevante aportar información valiosa a la comunidad científica y generar un registro para futuras investigaciones.

De esta manera, se propone como objetivo general: determinar la diversidad de diatomeas epilíticas en el Estero Orienco, el mismo que atraviesa por zonas urbanas de la ciudad de Nueva Loja. Se planteo los siguientes objetivos específicos; 1\_ identificar morfológicamente las especies de diatomeas epilíticas halladas en el Estero Orienco; 2\_ conocer la similitud que existen entre los periodos de recolección; 3\_ comparar resultados de los puntos de muestreo aplicando el análisis de Clúster.

## 2. Metodología

### 2.1. Área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el Estero Orienco, el mismo que cuenta con una longitud total de 6 878,49 m. Ubicado en la provincia de Sucumbíos, en el Cantón Lago Agrio, que abarca una superficie de 379,8 km<sup>2</sup>. La zona de estudio se encuentra a una

altitud de 300 metros sobre el nivel del mar. El programa (Spark. 2014) se utilizó para evaluar las condiciones climáticas, temperatura media anual de 29 °C, la humedad media es 83 %, la precipitación media anual es de 2385 mm (Figura 1).

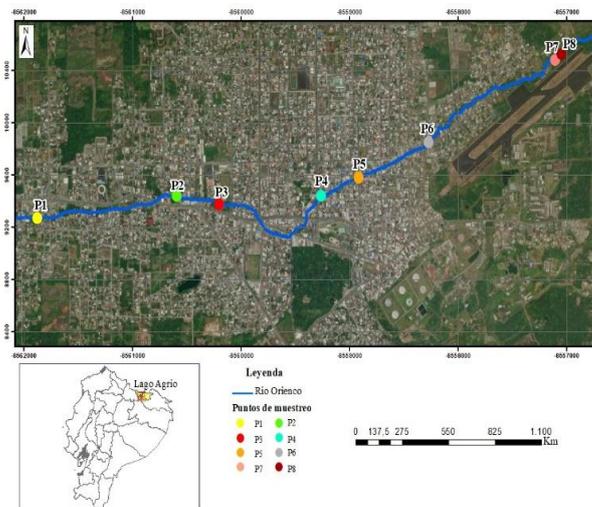


Figura 1 | Ubicación del área de estudio Estero Orienco y puntos de muestreo.

### 2.2.1. Fase de campo

Esta fase se realizó desde noviembre de 2022 hasta enero del 2023 en 8 puntos de muestreo (Figura 1). Para la recolección de diatomeas epilíticas se utilizó el protocolo ECS (2003) las muestras se recolecto de 2 a 4 piedras con la ayuda de un cepillo se raspo, tomando en cuenta la cubierta denominada biopelícula, se lavaron cuidadosamente con agua destilada. Posteriormente, fueron colocadas las muestras en frascos estériles de 100 mL, se etiquetaron con los siguientes datos: “Lugar de muestreo, código, coordenadas geográficas, fecha, responsable del muestreo”, se colocó alcohol al 70 % para preservar. Se trasladó en un cooler al laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica - sede Sucumbíos para su respectivo análisis (Tabla 1).

### 2.3. Fase de laboratorio

#### 2.3.1 Limpieza, tratamiento y montaje de las diatomeas

Se colocaron las muestras en tubos de ensayo para la eliminación de materia orgánica y cloroplastos colocando peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 30 % en las muestras a una temperatura de 90 °C por siete días. Luego con la ayuda de una pipeta pasteur de 5 ml se tomó las muestras para colocar en el cubreobjetos, dejando por 24 horas que se seque a temperatura ambiente libre de agentes externos, se selló con Naphrax (resina termoplástica de naftaleno y aldehído fórmico), para adherir y preservar las muestras.

#### 2.3.2. Análisis taxonómico de las diatomeas epilíticas

El análisis taxonómico de las diatomeas se realizó bajo el procedimiento recomendado por la "Asociación

Española de Normalización y Certificación" (AENOR, 2014). Se observó en el microscopio Cnoptec bajo un aumento 1000x (Battarbee, 1986; Battarbee et al, 2001), adaptando una cámara de la marca AmScope MD35 observando y contando la presencia de las diatomeas.

Para contabilizar las valvas se empleó el método propuesto por Blanco et al. (2010). Mismo que se basa en la escala de Vernier generando coordenadas de manera aleatoria en los portaobjetos circulares en el eje X y eje Y del microscopio con la posición inicial del centro se realizó la función de números en los campos visuales por cada lámina sellada.

**Tabla 1** | Ubicación y recolección de muestras de diatomeas epilíticas.

Puntos de muestreo en el Estero Orienco	Coordenadas UTM (X)	Coordenadas UTM (Y)	Características del área de estudio
1	286535	10009098	Abundante maleza, mal olor.
2	287802	10009280	Zona de descarga de aguas servidas, mal olor, presencia de basura en sus aguas y alrededores escombros.
3	288303	10009386	Intervención antropogénica, desecho de basura directamente al Estero Orienco.
4	289610	10009215	Maleza a su alrededor, intervención antropogénica, descarga directa sin tratamiento de efluentes de lubricadora y lavadora de vehículos, llantas de vehículos cerca al Estero.
5	290226	10009569	Árboles alrededor del Estero, sin intervención antropogénica, pequeños peces en grandes cantidades.
6	290967	10001000	Unión de alcantarillado directamente al estero sin ningún control, basura a sus alrededores
7	292799	10011193	Recolección de todas las aguas servidas de la ciudad y abundante basura, además de palos y árboles secos arrastrados por la corriente, contiene espuma en grandes cantidades impidiendo la correcta oxigenación del agua.
8	292823	10011197	Raíces de <i>Fargesia murielae</i> , sin presencia de mal olor ni basura a su entorno

El programa *Corel Draw Graphics Suite 2022* versión 23.0, permitió editar y reducir las fotografías tomadas durante el análisis, realizando mediciones de longitud, ancho, cantidad de estrias y areolas colocando a una escala de 10µm.

Para la identificación de las diferentes especies de diatomeas se comparó con material de referencia, revisión de fuentes especializadas como libros y publicaciones científicas para las especies de diatomeas encontradas y mediante la utilización de bibliografías como: (Metzeltin y Lange-Bertalot 1998; Metzeltin, Lange-Bertalot y Garcia-Rodriguez 2005; Rumrich, Lange-Bertalot y Rumrich 2000; Lobo et al. 2016; Blanco et al. 2010; Heinrich et al. 2019) y sitios específicos de diatomeas como (<https://www.algaebase.org>), (<https://diatoms.org>).

#### 2.4. Análisis de datos

Los datos obtenidos para realizar el conteo de valvas fueron recopilados en una matriz de Excel para calcular tanto la abundancia absoluta ( $A_i$ ) como la abundancia relativa ( $A_i\%$ ) de las especies obtenidas en cada muestra. De acuerdo con estos datos el análisis de diversidad se llevó a cabo mediante el programa PAST v4, en cada muestra se calculó la riqueza específica de especies (S), el índice de Shannon-Wiener (H), la dominancia de Simpson (D), e índice de equidad de Pielou (J). Para la evaluación de las diferencias entre la riqueza entre cada punto y periodo de muestreo se empleó la prueba de *Kruskall-Wallis*. Para determinar la similitud entre los puntos de muestreos y la presencia de diatomeas se utilizó el análisis de Clúster jerárquico, aplicando el índice de similitud de *Bray-Curtis*.

### 3. Resultados.

#### 3.1 Identificación de las especies de diatomeas epilíticas

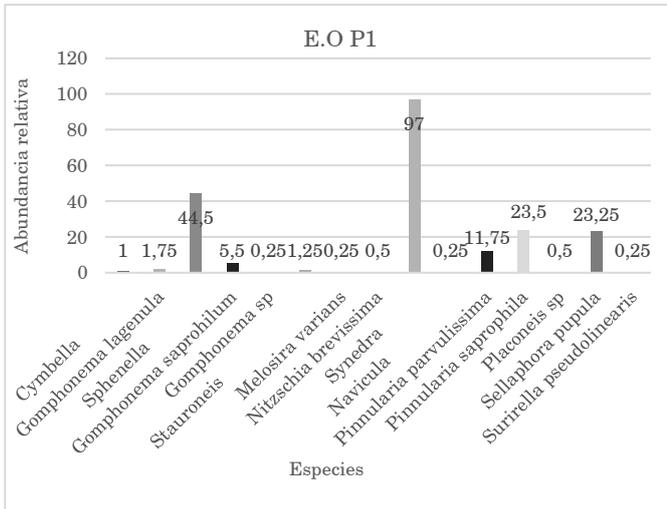
Se identificaron mediante los análisis de datos obtenidos. Dando un total de 2 400 especímenes las cuales se agruparon 18 familias y 22 géneros. Además, se encontró una riqueza total de 114 especies siendo el punto 4 el que posee mayor riqueza en relación con los demás puntos de muestro (**Tabla 2**).

**Tabla 2** | Riqueza de especie por punto de muestreo

Punto de muestreo	Riqueza
E.O 1	15
E.O 2	16
E.O 3	14
E.O 4	17
E.O 5	15
E.O 6	10
E.O 7	15
E.O 8	12
Total	114

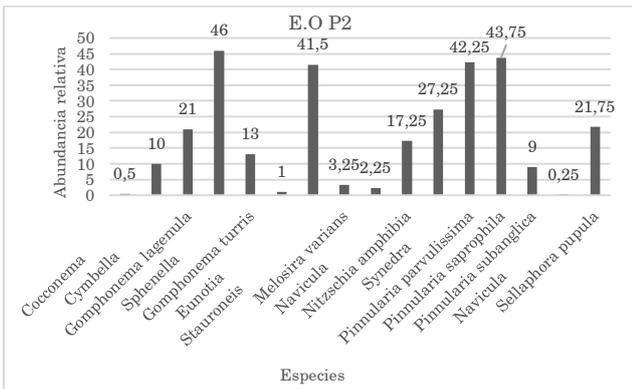
##### 3.1.1. Especies por punto de recolección

Las especies que sobre salen en el E.O P.1 son: *Synedra* palea con una abundancia relativa de 97%, precedida por *Sphenella parvula* con 44,5% y finalmente *Pinnularia saphophila* con un 23,5% (**Figura 2**).



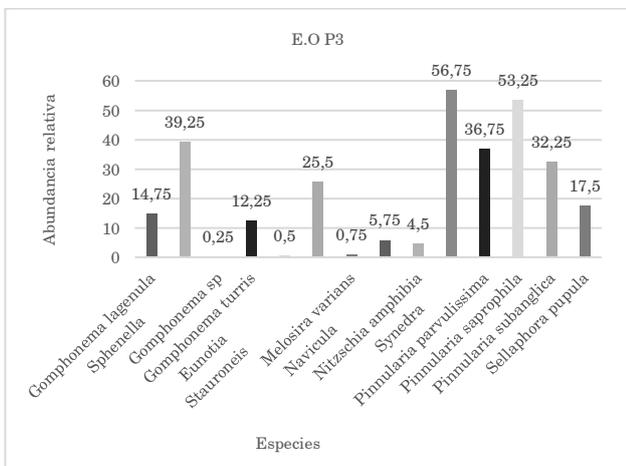
**Figura 2** | Especies punto de muestreo E.O P1.

El punto de muestreo E.O. P2 las especies que predominan principalmente son: *Sphenella parvula* con una abundancia relativa de 46 %, luego encontramos a *Pinnularia saprophila* con un 43,75% y finalmente encontramos a *Pinnularia parvulissima* con un total 42,25 % (Figura 3).



**Figura 3** | Especies punto de muestreo E.O P2

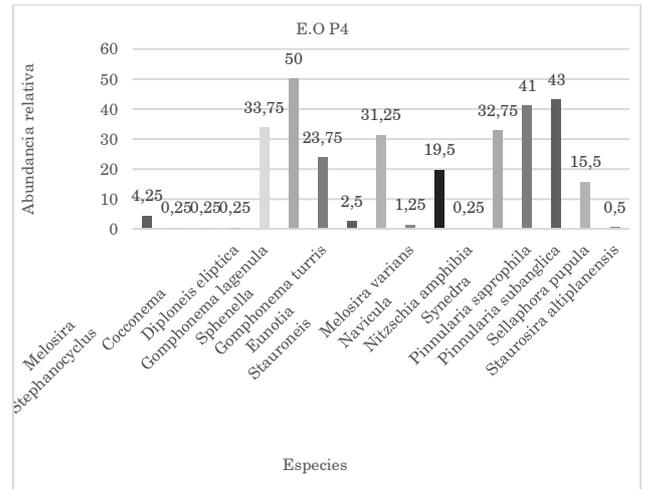
E.O. P3 presentó *Synedra palea* con una abundancia relativa de 56,75 %, seguida de *Pinnularia saprophila* con un 53,25% y finalmente tenemos a *Sphenella parvula* con un total de 39,25 % (Figura 4).



**Figura 4** | Especies punto de muestreo E.O P3.

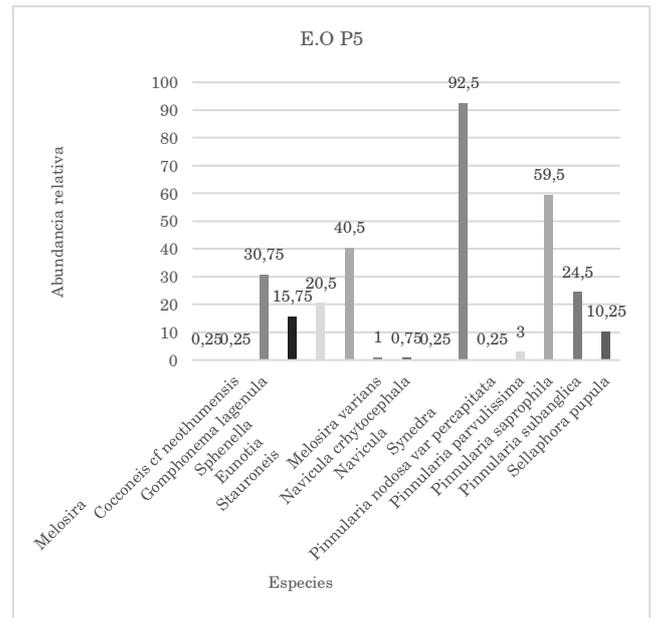
En el punto de recolección E.O. P4 predominó especies tales como *Sphenella parvula* con una abundancia relativa de 50 %, precedida por *Pinnularia subanglica*

con un total de 43% y finalmente encontramos a *Pinnularia saprophila* con un total de 41 % (Figura 5).



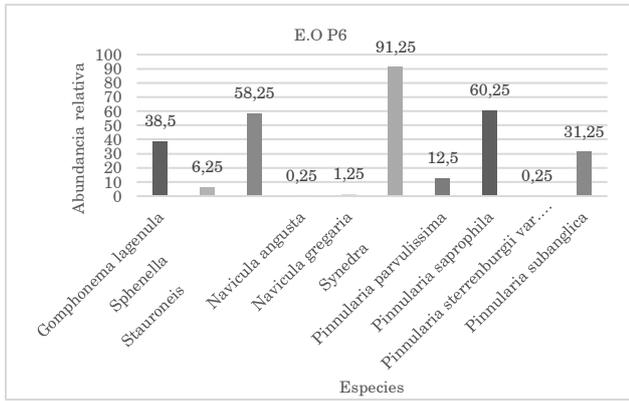
**Figura 5** | Especies punto de muestreo E.O P4.

Las especies de diatomeas encontradas en el E.O. P5 que presentaron una mayor abundancia fueron las siguientes: *Synedra palea* con una abundancia relativa de 92,5 %, seguida de *Pinnularia saprophila* con un total de 59,5 % y finalmente *Stauroneis goeppertiana* con un total del 40,5 % (Figura 6).



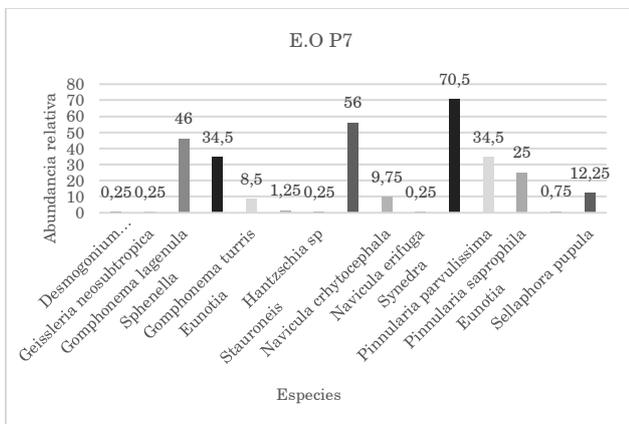
**Figura 6** | Especies punto de muestreo E.O P5.

En el lugar de recolección E.O P6 las especies de diatomeas encontradas son las siguientes: *Synedra palea* con una abundancia relativa de 91,25 %, seguida de *Pinnularia saprophila* con una de presencia del 60,25 % y finalmente *Stauroneis goeppertiana* con un total de 58,25 % (Figura 7).



**Figura 7** | Especie punto de muestreo E.O P6

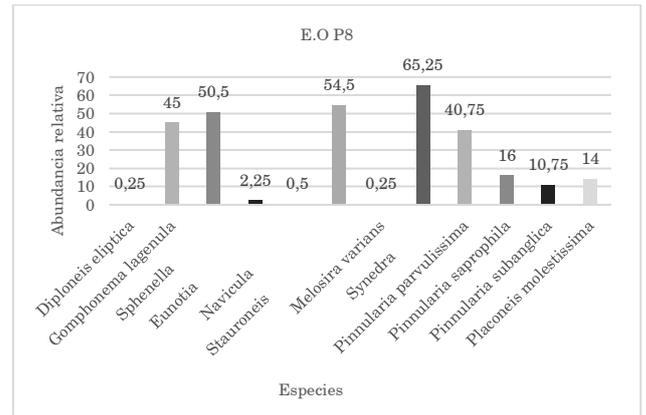
El punto E.O P7 las especies que predominó *Synedra palea* con una abundancia relativa del 70,5 %, seguida de *Stauroneis goeppertiana* con un total de 56 % y *Gomphonema lagenula* con un total 46 % (**Figura 8**).



**Figura 8** | Especie punto de muestreo E.O P7.

En el punto de muestreo E.O P8 las especies que sobresalen son las siguientes *Synedra palea* con una abundancia relativa de 65,25 %, *Stauroneis*

*goeppertiana* con total 54,5 % y *Sphenella parvula* con total 50,5 % (**Figura 9**).



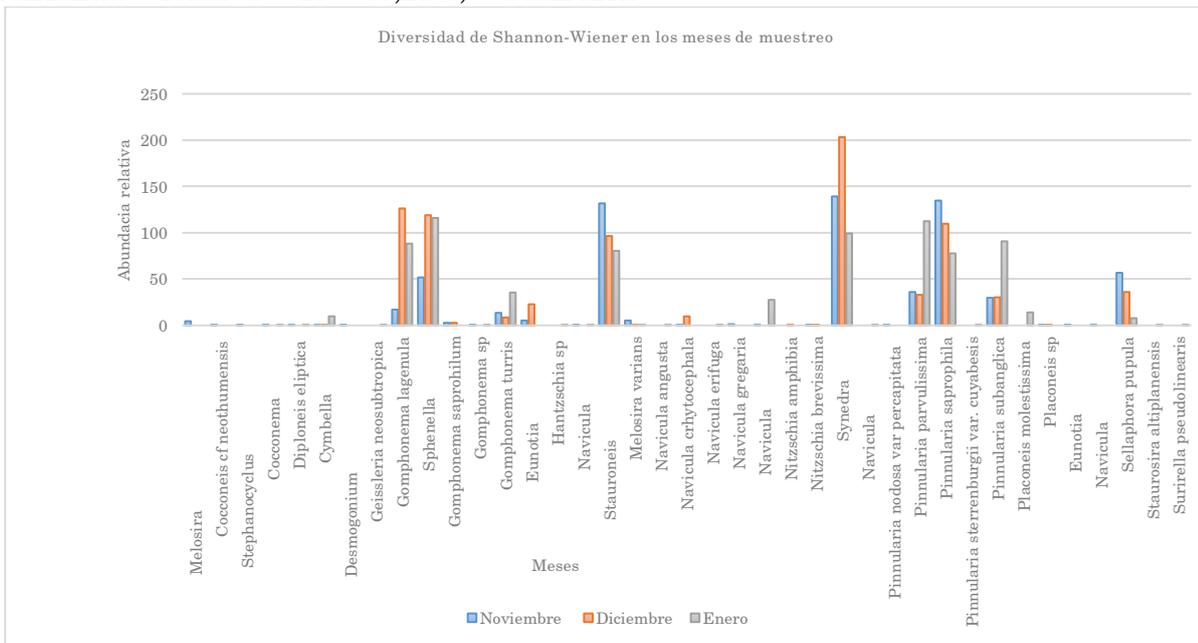
**Figura 9** | Especies punto de muestreo E.O P8

### 3.2 Diversidad de Shannon-Wiener

El índice de Shannon-Wiener relaciona la abundancia y riqueza de las especies y acorde a los datos que se obtienen, el punto de muestreo E.O P2 posee el valor más alto 2,352 (**Tabla 3**), en este punto existe la mayor abundancia de especies en cuanto a comparación con los demás puntos de muestreo. De acuerdo con el rango de clasificación de Shannon-Wiener se determina que se encuentra dentro del valor normal (2-3).

**Tabla 3.** Índice de Shannon-Wiener por estación de muestreo.

	E.O P1	E.O P2	E.O P3	E.O P4	E.O P5	E.O P6	E.O P7	E.O P8
Diversidad Shannon-Wiener	1,295	2,352	2,209	2,261	1,949	1,749	2,05	1,975



**Figura 10** | Variación de diversidad de diatomeas epifíticas en los meses de muestreo.

### 3.2.1 Diversidad de Shannon Wiener por meses de muestreo.

La variedad de diatomeas epifíticas encontradas en las diferentes estaciones de muestreo durante los

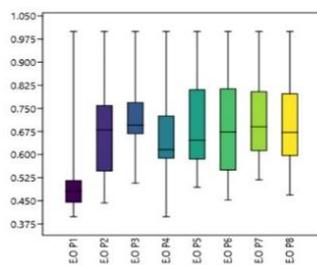
meses de noviembre y diciembre del año 2022 y enero de 2023. Se observaron variaciones en las especies dominantes a lo largo del tiempo. En el mes de noviembre del 2022, las especies con mayor abundancia relativa fueron: *Sphenella parvula* con 139,35 %, *Stauroneis goeppertiana* con 131,75 % y *Synedra palea* con 139,25 % (Figura 10).

En el mes de diciembre del 2022, las especies de diatomeas epilíticas con mayor abundancia relativa encontradas son: *Gomphonema lagenula* con 126,25 %, *Sphenella parvula* con 119 % y *Stauroneis goeppertiana* 96,5 %.

En el mes de enero del 2023, las especies epilíticas con mayor abundancia relativa encontradas: *Gomphonema lagenula* 88,25 %, *Sphenella parvula* 116 % y *Gomphonema turris* 35,5 %.

### 3.3 Variación de la riqueza específica

Se empleo la prueba no paramétrica de *Kruskal-Wallis* basados en los rangos y medianas, como resultado se obtuvo  $P > 0.66$  por lo cual no hay diferencia significativa de manera que son estaciones, que no señalan las diferencias que existen con los demás puntos de muestreo, donde el P3 tiene una mayor riqueza a diferencia de P1 que muestra menor riqueza (Figura 11).



**Figura 11** | Variación de riqueza específica (S) en los ocho estaciones de muestreo.

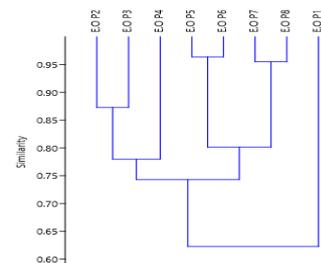
### 3.4 Análisis de Clúster

El análisis de Clúster determino similitudes en cuanto a especies en los puntos de muestreo con un rango desde el 95 % hasta el 65 %. Como resultado tenemos la formación de 2 grupos en donde los puntos de muestreo tienen similitud de especies (Figura 12) en la parte izquierda observamos los puntos E.O P2 y E.O P3 que se encuentra relacionado con E.O P4 de tal manera que se encuentran compartiendo especies tales como *Cocconeis cf. neothumensis*, *Stephanocyclus meneghinianus*, *Diploneis elíptica*, *Desmogonium rabenhorstianum*, *Geissleria neosubtropica*, *Hantzschia sp.*, *Navicula contenta*. Del lado derecho están los puntos E.O P8 y E.O P7 que están relacionados con E.O P6 y E.O P5 de tal manera que estos se encuentran compartiendo las especies *Melosira crenulata var. ambigua*, *Cocconeis cf. neothumensis*, *Hantzschia sp.*, *Navicula contenta*, *Navicula angusta*, *Navicula crhytocephala*, *Navicula erifuga*, *Navicula gregaria*, *Pinnularia nodosa var.*

*percapitata*, *Pinnularia sterrenburgii var. Cuyabenensis*, *Placoneis molestissima*, *Eunotia gibberula*. Por último, el punto E.O P1 comparte entre los dos grupos la especie *Synedra palea*.

### 3.5 Discusión

Las especies *Synedra palea*, *Sphenella parvula*, *Cocconeis cf. Neothumensis*, *Stephanocyclus meneghinianus* y *Desmogonium rabenhorstianum*, se encuentran presentes en todos los puntos de muestreo. La especie *Synedra palea* se encuentran en aguas con una gran carga de materia orgánica, como son ambientes eutróficos y con un alto impacto antropogénico (Andrade-Servín y Israde-Alcántara 2021) esto es corroborado por Urrea y Sabater (2009) manifestando que su presencia es muy común en las secciones altamente contaminadas debido a malas prácticas causadas por el hombre como la agricultura, ganadería, residuos urbanos, actividades industriales, contaminación atmosférica y actividades forestales en sistemas hidrológicos. Hernández (2016) menciona que existen otros factores que intervienen en cambios de las variables fisicoquímicas, donde estas especies se ven favorecidas al estar en un medio ácido y óptimas para el hábitat de las mismas.



**Figura 12** | Análisis de Clúster por estación de muestreo de especies de diatomeas epilíticas en el Estero Orienco.

Se encontró especies tales como *Sphenella parvula* la misma que se ha localizado tanto en ambientes mesotróficos como eutróficos, además Céspedes (2014) es una especie que abunda en aguas vertidas, con una correlación negativa con la concentración de oxígeno, pero que es positiva con el fosfato reactivo disuelto.

De igual forma existieron especies donde su presencia era limitada como por ejemplo *Cocconeis cf. neothumensis* ya que esta tiende a preferencia por aguas con pH básico y alta materia orgánica, esta especie suele encontrarse en plantas acuáticas y algas durante el verano (Raniello et al. 2007). Así mismo, la baja observación de *Stephanocyclus meneghinianus* se atribuye a su presencia en aguas alcalinas (pH > 8) según Avendaño (2020), mientras que las aguas del Estero Orienco son más ácidas debido a la contaminación, lo que explica su baja presencia. Por otro lado, la especie *Desmogonium rabenhorstianum* prefiere hábitats oligotróficos, en cuerpos de agua con baja productividad primaria y claridad,

características que no se encuentran en las aguas oscuras y altamente contaminadas del Estero Orienco. Esta especie de diatomeas epilíticas no muestran una distribución con influencia por factores como la temperatura, precipitación y contaminación (Ballesteros et al. 2020).

Se encontró una similitud entre los meses de muestreo en cuanto a las especies de diatomeas epilíticas son *Sphenella parvula*, *Synedra palea* y *Gomphonema lagenula* según Cépedes (2014) estas especies se desarrollan en ambientes con corrientes acidas y eutróficas, son tolerantes a la contaminación especialmente en aguas vertidas, negativas en concentración de oxígeno disuelto y positivas en el fosfato.

Se analizó la similitud que se encuentra en los puntos de muestreo E.O P2 y E.O P3 que está relacionado con el E.O P4 de manera que comparte las especies *Cocconeis cf neothumensis*, *Stephanocyclus meneghinianus*, *Diploneis elíptica*, *Desmogonium rabenhorstianum*, *Geissleria neosubtropica*, *Hantzschia sp*, *Navicula contenta* esto debido a que comparten factores como adherencias en sustratos, son de ambientes loticos y están presentes en lugares contaminados Cépedes (2014) al ser estos factores convenientes para su habitad se logró obtener un similitud del 85 %. Mientras que los puntos E.O P8 y E.O P7 están relacionados con el E.O P6 y E.O P5 compartiendo las especies *Melosira crenulata var. ambigua*, *Cocconeis cf neothumensis*, *Hantzschia sp*, *Navicula contenta*, *Navicula angusta*, *Navicula crhytocephala*, *Navicula erifuga*, *Navicula gregaria*, *Pinnularia nodosa var percapitata*, *Pinnularia sterrenburgii var. Cuyabenensis*, *Placoneis molestissima*, *Eunotia gibberula* con una similitud al 95 % debido a que son especies que habitad en

ambientes eutróficos y antrópicos lo que la convierte en especies tolerantes a alta contaminación Cépedes (2014).

#### 4. Conclusiones

Se identificaron 114 especies de diatomeas epilíticas. Mediante la abundancia relativa se logró identificar 4 especies dominantes en los puntos de muestreo como son: *Synedra palea*, *Pinnularia saprophila*, *Stauroneis goeppertiana* y *Sphenella párvula* esto debió a que sus condiciones son compatibles como la tolerancia a la contaminación.

El índice de Shannon – Weiner permitió calcular la abundancia de especies de diatomeas epilíticas en el periodo de muestreo correspondiente al mes de enero en comparación a noviembre y diciembre muestra un valor de 2,39, es decir, posee una diversidad moderada durante el período analizado, debido a que el nivel de contaminación orgánica del Estero Orienco es alto permitiendo así el crecimiento normal de estos microorganismos adaptados a fuentes hídricas bastante contaminadas.

El análisis de Clúster como resultado permitió ver la formación de dos grupos y sus similitudes en cuanto a especies. El primer grupo fue localizado en los puntos E.O P2 E.O P3 y E.O P4 los cuales se encuentran relacionados entre sí, presentando un rango de similitud de 85% siendo evidente una diversidad de diatomeas en tan solo tres puntos de muestreo, el segundo grupo se encontró en los puntos de muestreo EOP5, EOP6, EOP7 y EOP8, y estos se asemejan entre sí, con una similitud muy alta es decir entre 95 % dando como conclusión de que si existe diversidad taxonómica de especies esto en cuanto a su similitud medida en porcentaje.

#### Contribuciones de los autores

**Keren Damaris Enríquez Torres:** Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

**Luis Alberto Farias Espinoza** 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

#### Conflicto de intereses de los autores

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

#### 5. Referencias

- Andrade-Servín, Arcaeli Gabriela y Isabel Israde-Alcántara. 2021. Richness and Distribution of Epilithic Diatoms as Indicators of Pollution in the Anguloriver, Tributary of the Lermariver, Mexico. *Hidrobiologica* 30 (3): 43–52.
- <https://doi.org/10.24275/UAM/IZT/DCBS/HIDRO/2021V31N1/ANDRADE>.
- Avendaño, D y Caballero, M. 2020. Especie *Cyclotella Meneghiniana*. En: *Diatomeas: Subclase*.
- Ballesteros Isabel, Pablo Castillejo, Adriana Paulina Haro, Cuthy Cristina Montes, Carla Heinrich, y Eduardo Alexis Lobo. 2020. Genetic Barcoding of

- Ecuadorian Epilithic Diatom Species Suitable as Water Quality Bioindicators. *Comptes Rendus - Biologies. Academie des sciences.* <https://doi.org/10.5802/crbiol.2>.
- Benito, Xavier, Melina G. Feitl, Sherilyn C. Fritz, Pablo V. Mosquera, Tobias Schneider, Henrietta Hampel, Luis Quevedo, and Miriam Steinitz-Kannan. 2019. Identifying Temporal and Spatial Patterns of Diatom Community Change in the Tropical Andes over the Last c. 150 Years. *Journal of Biogeography* 46 (8): 1889–1900. <https://doi.org/10.1111/jbi.13561>.
- Benito Xavier, Sherilyn Fritz, Miriam Steinitz-Kannan, Maria Vélez y Michael McGlue. 2018. Lake Regionalization and Diatom Metacommunity Structuring in Tropical South America. *International Journal of Business Innovation and Research* 8 (16): 7865–78. <https://doi.org/10.1002/ece3.4305>.
- Blanco Saul, Cristina Cejudo, Irene Álvarez, Eloy Bécares, L Hoffmann y Luc Ector. 2010a. Atlas de Las Diatomeas de La Cuenca Del Duero. Área de Publicaciones. León (Spain): Universidad de León.
- Blanco Saúl. 2010. Protocolo Para El Tratamiento de Muestras de Perifiton y Montaje de Preparaciones Microscópicas de Diatomeas, 1–9.
- Castillejo Pablo, Isabel Ballesteros, Sofia Ortiz, C. Heinrich, Eduardo Lobo y Blanca Rios. 2022. Diatomeas Epilíticas de Los Andes Ecuatorianos 4 (1): 88–100.
- Céspedes Edwin. 2014. Análisis Taxonómico de Las Principales Especies de Diatomeas (Bacillariophyceae) En Seis Sitios En La Cuenca Del Rio Sarapiquí, Heredia, Costa Rica.
- Chamorro Susana, Jennifer Moyón, Franks Araya, José Salazar, Juan Carlos Navarro, Eloy Bécares y Saúl Blanco. 2022. The Ecology of Diatoms Inhabiting Cryoconite Holes in Antisana Glacier, Ecuador. *Journal of Glaciology* 68 (267): 204–8. <https://doi.org/10.1017/jog.2021.108>.
- Cubas Paloma. 2008. Bacillariophyta (Diatomeas). [http://www.funsci.com/fun3\\_en/protists/exhibition.htm](http://www.funsci.com/fun3_en/protists/exhibition.htm).
- Lobo Eduardo, Carla Giselda Heinrich Marilia Schuch, Adriana Düpont, Adilson, Ben da Costa, Carlos Eduardo Wetzel, Luc Ector. 2016. ÍNDICE TRÓFICO DE QUALIDADE DA ÁGUA.
- Heinrich Carla., Martha Palacios, Enrique Peña, Marilia Schuch y Eduardo Lobo. 2019. Epilithic Diatom Flora in Cali River Hydrographical Basin, Colombia. *Rodriguesia* 70. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201970041>.
- Hernandez Silvia. 2016. Diatomeas Como Indicadoras de Calidad de Agua En La Laguna Acahualinca(Managua, Nicaragua).
- Illana Carlos y Maria Natividad Blanco. 2008. Usos Industriales de Las Algas Diatomeas. *Quercus*.
- Kireta Amy, Euan Reavie, Geral Sgro, Ted Angradi, David Bolgrien, Brian Hill y Terri Jicha. 2012. Planktonic and Periphytic Diatoms as Indicators of Stress on Great Rivers of the United States: Testing Water Quality and Disturbance Models. *Ecological Indicators* 13 (1): 222–31. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.006>.
- Lora, María, Francisco López y Carlos Pérez. 2020. Diatomeas: Algas de Cristal. *Algas de Cristal;Diatomeas.Recursos Naturales y Sociedad.* 6 (1): 25–42.
- Metzeltin D, and H. Lange-Bertalot. 1998. Tropische Diatomeen in Südamerika Vol. 1. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>.
- Metzeltin, D., H. Lange-Bertalot, and F. Garcia-Rodriguez. 2005. Diatoms of Uruguay.
- Mora Demetrio, Javier Carmona y Enrique Cantoral-Uriza. 2015. Epilithic Diatoms in the Upper Laja River Basin, Guanajuato, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86 (4): 1024–40. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.09.004>.
- Morales Eduardo, Erika Fernández y Vania Chávez. 2009. Inventarios y Documentación de La Biodiversidad En Bolivia DIATOMEAS (BACILLARIOPHYTA): ¿POR QUÉ DEBEMOS INCORPORARLAS EN ESTUDIOS DE LA BIODIVERSIDAD BOLIVIANA?
- Oliveira Pablo y M Steinitz Kannan. 1992. The Diatom Flora (Bacillariophyceae) of the Cuyabeno Faunistic Reserve, Ecuadorian Amazonia. *Nova Hedwigia* 54 (3–4): 515–52.
- Pacheco Eduardo. 2015. IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE DIATOMEAS DEL LAGO PÁZCUARO MEDIANTE FILTROS COMPUESTOS NO LINEALES Y CARACTERIZACIÓN DE LAS VALVAS UTILIZANDO DESCRIPTORES GEOMÉTRICOS.
- Quevedo Luis, Karla Merino, Sofia Godoy, Cumanda Carrera, Centro De Investigación y Desarrollo Sostenible. 2021. Ecological Assessment and Water Quality Using Benthic Diatom Communities in an Ecuadorian Amazon River. *Eco. Env. & Cons.* 27 (1): 152–58.
- Raniello Raffaella, Monica Iannicelli, Michela Nappo, Conxita Avila y Valerio Zupo. 2007. Production of

- Cocconeis Neothumensis (Bacillariophyceae) Biomass in Batch Cultures and Bioreactors for Biotechnological Applications: Light and Nutrient Requirements. *Journal of Applied Phycology* 19 (4): 383–91. <https://doi.org/10.1007/s10811-006-9145-4>.
- Rosero Katherine. 2016. ESTABLECIMIENTO DE UN ÍNDICE BIÓTICO PARA LA CALIDAD DE AGUAS DE LOS RÍOS ANDINOS EN EL ECUADOR BASADO EN POBLACIONES DE DIATOMEAS EPILÍTICAS.
- Rumrich Ute, Horst Lange-Bertalot y Manfred Rumrich. 2000. *Iconographia Diatomologica*. Vol. 9.
- Zepeda, C. 2013. Bacillariophyta Diatomeas Guía Didáctica. *Journal of Chemical Information and Modeling* 53 (9): 1689–99.