

Distribución y abundancia del fitoplancton y zooplancton en la laguna “La María”, Quevedo, Los Ríos

Distribution and abundance off phytoplankton and zooplankton in the “La María” Lagoon, Quevedo, Los Ríos

 <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v3.n2.2025.35-53>

Recibido: 28-07-2025 **Aceptado:** 07-09-2025 **Publicado:** 31-12-2025

Bryan Ricardo Villanueva-Pérez¹

 <https://orcid.org/0000-0001-6029-0888>

Mariela Carolina Loján-Avellan²

 <https://orcid.org/0000-0003-0876-3881>

Gabriela Elizabeth Santana-Baque³

 <https://orcid.org/0000-0002-7092-0684>

Magaly Monserrate-Puente^{4*}

 <https://orcid.org/0000-0002-7733-950X>

Mariuxi Fernanda Cevallos-Chevez⁵

 <https://orcid.org/0009-0000-2297-5878>

Josselin Valeria Saltos-Icaza⁶

 <https://orcid.org/0000-0001-5705-2651>

1. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de posgrado, Maestría en Acuicultura, 120550; Quevedo, Ecuador.
2. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de posgrado, Maestría en Acuicultura, 120550; Quevedo, Ecuador.
3. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de posgrado, Maestría en Acuicultura, 120550; Quevedo, Ecuador.
4. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de posgrado, Maestría en Acuicultura, 120550; Quevedo, Ecuador.
5. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de posgrado, Maestría en Acuicultura, 120550; Quevedo, Ecuador.
6. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de posgrado, Maestría en Acuicultura, 120550; Quevedo, Ecuador.

Volumen: 3

Número: 2

Año: 2025

Paginación: 35-53

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/agricultura/index.php/ojs/article/view/66>

***Correspondencia autor:** magaly.puente@uteq.edu.ec

RESUMEN

El fitoplancton y zooplancton son organismos fotosintéticos responsables de mantener el equilibrio ecológico, la productividad primaria y el reciclaje de nutrientes en los ecosistemas acuáticos, en este estudio se identificó la abundancia y distribución de los organismos fitoplanctónicos y zooplanctónicos en la Laguna “La María”. Durante los meses de enero a marzo 2024, se recolectaron muestras cada 15 días mediante arrastres superficiales con una red de pesca de 45 micras, se establecieron 8 estaciones, se tomó una muestra por estación (dos repeticiones por estación), se tomaron parámetros de temperatura, O2, disco Secchi. No se encontró diferencias significativas en variables físicas del agua. Se registraron un total de 53 especies de fitoplancton, agrupadas en 32 familias y 37 géneros, pertenecientes a los taxones Bacillariophyta, Euglenophyta, Charophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria. Los grupos con mayor riqueza específica fueron Bacillariophyta, con 22 especies (43%), y Charophyta, con 12 especies (23%), seguidos por Euglenophyta (8 especies, 15%), Chlorophyta (6 especies, 11%) y Cyanobacteria (5 especies, 9%). Bacillariophyta y Charophyta destacaron como los grupos con mayor diversidad. En cuanto a abundancia, las especies más representativas fueron *Navicula sp.* (15,6%) y *Trachelomonas sp.* (14,6%). La estación 8 presentó la mayor concentración de fitoplancton y zooplancton, con un total de 6 especies, siendo *Arcella sp.* la más dominante (36,8%). *Thermocyclops sp.* (Copépoda) fue detectada en cuatro estaciones (14,5%) y *Moina sp.* en seis estaciones (11,8%). También se observó a las Amebas testeadas como *Arcella intermedia* (5,3%) en tres estaciones. Se observó condiciones óptimas de Temperatura (26,77°C y 28,99°C), OD (5,87 y 6,34 mg/L.) y transparencia del agua (0,25 y 0,35 m) para el desarrollo de estas especies. Es necesario llevar el monitoreo continuo de estas comunidades para el manejo adecuado de los recursos acuáticos en la región de Quevedo, promoviendo la conservación y sostenibilidad de este ecosistema.

Palabras clave: Ecosistemas léticos, Biodiversidad acuática, Plancton, Microalgas, Zooplancton.

ABSTRACT

Phytoplankton and zooplankton are photosynthetic organisms responsible for maintaining ecological balance, primary productivity, and nutrient recycling in aquatic ecosystems. This study identified the abundance and distribution of phytoplankton and zooplankton organisms in Laguna La María. During the months of January to March 2024, samples were collected every 15 days using surface trawls with a 45-micron fishing net. Eight stations were established, and one sample was taken per station (two replicates per station). Temperature, O2, and Secchi disk parameters were measured. No significant differences were found in physical water variables. A total of 53 phytoplankton species were recorded, grouped into 32 families and 37 genera, belonging to the taxa Bacillariophyta, Euglenophyta, Charophyta, Chlorophyta, and Cyanobacteria. The groups with the highest species richness were Bacillariophyta, with 22 species (43%), and Charophyta, with 12 species (23%), followed by Euglenophyta (8 species, 15%), Chlorophyta (6 species, 11%), and Cyanobacteria (5 species, 9%). Bacillariophyta and Charophyta stood out as the most diverse groups. In terms of abundance, the most representative species were *Navicula sp.* (15.6%) and *Trachelomonas sp.* (14.6%). Station 8 had the highest concentration of phytoplankton and zooplankton, with a total of 6 species, *Arcella sp.* being the most dominant (36.8%). *Thermocyclops sp.* (Copepoda) was detected at four stations (14.5%) and *Moina sp.* at six stations (11.8%). The tested amoebas were also observed as *Arcella intermedia* (5.3%) at three stations. Optimal conditions were observed for the development of these species in terms of temperature (26.77°C and 28.99°C), DO (5.87 and 6.34 mg/L), and water transparency (0.25 and 0.35 m). Continuous monitoring of these communities is necessary for the proper management of aquatic resources in the Quevedo region, promoting the conservation and sustainability of this ecosystem.

Keywords: Lentic ecosystems, Aquatic biodiversity, Plankton, Microalgae, Zooplankton.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

El fitoplancton y zooplancton son un conjunto de organismos microscópicos fundamentales en los ecosistemas acuáticos, claves en las redes tróficas. El fitoplancton es responsable de generar hasta el 50% del oxígeno atmosférico global mediante el proceso de fotosíntesis (Falkowski et al., 2003; Field et al., 1998), son responsables de la productividad primaria y la base de alimento para una gran variedad de organismos acuáticos (Reynolds, 2006). Mientras que el zooplancton desempeña el rol de consumidores primarios y secundarios al alimentarse del fitoplancton, siendo indispensable en la alimentación de peces, invertebrados, así como de organismos superiores (Colmenares, 2023). Además de contribuir en el flujo de energía y el reciclaje de nutrientes dentro de los ecosistemas acuáticos, transformando la producción primaria en biomasa disponible para niveles tróficos superiores, que facilitan la transferencia de energía a lo largo de la cadena trófica acuática (Colmenares, 2023; Lampert & Sommer, 2007).

La distribución y abundancia del plancton están fuertemente relacionadas con los factores abióticos y bióticos, como la disponibilidad de luz solar, temperatura, nutrientes, salinidad, interacciones predador-presa, de más y la estructura física del hábitat acuático. Estos factores varían en el transcurso del tiempo y el espacio, lo que resulta en patrones complejos y dinámicos de estas comunidades en los cuerpos de agua (Escobar et al., 2013; Field et al., 1998; O'Sullivan & Reynolds, 2004; Reynolds, 2006). Se estima que existen aproximadamente 5,000 especies fitoplanctónicas en los océanos, número que aumenta en los ecosistemas acuáticos continentales debido a la naturaleza fragmentada de estos, que se componen de múltiples cuerpos de agua interconectados pero distintos entre sí (Molina-Santos et al., 2018).

La presencia de fitoplancton en un cuerpo de agua se considera un indicador crucial para inferir diversos atributos del estado del

hábitat. Su calidad y cantidad proporcionan información sobre el equilibrio de los nutrientes, la disponibilidad de alimentos para organismos heterótrofos más pequeños y la calidad de la luz. Las interacciones entre el fitoplancton y el zooplancton en las redes tróficas acuáticas son fundamentales para mantener la biodiversidad acuática. Por tanto, el seguimiento y la comprensión de estas interacciones son cruciales para la gestión y conservación eficaz de los ecosistemas acuáticos (Camaño et al., 2021).

En los ecosistemas dulceacuícolas tropicales, como los que se encuentran en Ecuador, el conocimiento sobre la composición específica del plancton es aún limitado, lo que representa una brecha significativa en los esfuerzos por conservar estos cuerpos de agua, muchos de los cuales están sujetos a presiones antrópicas como el uso intensivo del suelo vertidos agrícolas y la expansión urbana desordenada (Cevallos-Rivera et al., 2025; López et al., 2025). Estas actividades generan una carga creciente de nutrientes principalmente nitrógeno y fosforo que puede modificar drásticamente la estructura trófica de las lagunas, lagos y humedales, favoreciendo floraciones algales que desestabilizan el equilibrio natural del ecosistema (Dodds et al., 2009; Smith et al., 1999).

La alimentación de peces en acuicultura es un costo principal. El plancton es una fuente de alimento vivo a utilizarse en etapas larvarias de una variedad de organismos acuáticos. Por lo tanto, reducir este costo es sería posible mediante el uso de alimento vivo. Debido a que mejoran la supervivencia, el crecimiento y el desarrollo de las larvas. Proporcionan proteínas y ácidos grasos esenciales. Además, la presencia de plancton mejora la eficiencia de la cadena alimenticia (Guevara, 2006).

La laguna "La María" es un ecosistema acuático lento, que se caracteriza por un ecosistema de aguas estancadas que propicia la acumulación de nutrientes y fa-

vorecen la proliferación de microalgas. Recientemente, se ha observado una variabilidad en su estado trófico, con procesos de eutrofización emergentes. Un aspecto notable es la abundancia de macrófitas acuáticas como: el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) y la lenteja de agua (*Lemna minor*), que forman una capa extensa sobre la superficie acuática. Esta cobertura vegetal reduce la penetración de luz solar desde la superficie (epilimnion) hacia las capas más profundas (hipolimnion), limitando los procesos fotosintéticos del fitoplancton y, por ende, afectando la producción de oxígeno y la síntesis de nutrientes esenciales. Además, se altera la composición química del agua, incrementando la concentración de nitrógeno y fósforo debido a la descomposición de estas plantas (Gulati & Van Donk, 2002).

Tales condiciones promueven el crecimiento de especies de fitoplancton adaptadas a altos niveles de nutrientes, lo que podría inducir a floraciones algales nocivas y disminuir la presencia de especies de fitoplancton más beneficiosas (Pael & Huisman, 2009). Además, se planea utilizar el agua de esta laguna para cultivos de peces, lo que subraya la necesidad de entender y gestionar adecuadamente su calidad y características ecológicas.

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar e identificar las especies de fitoplancton y zooplancton presentes en la laguna "La María", ubicada en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, mediante análisis microscópicos técnicas de identificación taxonómica. Asimismo, se busca determinar la diversidad y abundancia relativa de las distintas especies planctónicas, lo que permitirá establecer un inventario ecológico inicial del ecosistema. Se pretende analizar las relaciones entre las comunidades planctónicas y los factores abióticos del entorno, con el fin de comprender mejor la dinámica ecológica de la laguna y proporcionar información clave para su conservación y manejo sostenible.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La recolección de muestras de zooplancton y fitoplancton se llevó a cabo en la laguna "La María", ubicada en el Km 7 de la carretera Quevedo-El Empalme, cercana al recinto San Felipe en el cantón Mocache con coordenadas 1° 5'11.15" S de latitud y 79°30'11.02" O de longitud.

Condiciones meteorológicas de la zona de estudio

La zona de estudio está caracterizada por tener un clima propio de un bosque húmedo tropical, alcanzando una temperatura media de 26 °C, condición que favorece una alta diversidad biológica y el desarrollo de una gran variedad de especies vegetales y animales. La humedad relativa es de 87,71%, lo que indica un ambiente constantemente húmedo que influye en los procesos fisiológicos de la vegetación y la regulación de la temperatura en el ambiente. La precipitación anual promedio es de 274,29 mm, lo que, junto con una evaporación media anual de 89,46 mm, contribuye a mantener el equilibrio hídrico del ecosistema. Además, la región recibe aproximadamente 915,56 horas de heliofanía al año, lo que garantiza una adecuada disponibilidad de luz solar para los procesos ecológicos y productivos (Holdridge & Tosi Jr, 1967).

Estaciones de muestreo

Se establecieron 8 estaciones de muestreo con diferentes características (Tabla 1,) distribuidas en función de variaciones en vegetación acuática y zonas actividad humana.

Tabla 1.

Posición geográfica de las estaciones de muestreo

Estación	Descripción de la zona	Longitud	Latitud
1	Sin cobertura vegetal	79° 30' 5.1" W	1° 05' 13.6" S
2	Cobertura vegetal 75%	79° 30' 6.1" W	1° 05' 14.3" S
3	Cobertura vegetal 50%	79° 30' 5.7" W	1° 05' 15.9" S
4	Base Estructural para una Estacion de Bombeo	79° 30' 4.9" W	1° 05' 16.4" S
5	Cobertura vegetal 25%	79° 30' 4.4" W	1° 05' 17.3" S
6	Canal de salida de agua	79° 30' 4.9" W	1° 05' 18.8" S
7	Zona descargas agrícolas: Plantación de cacao	79° 30' 10.4" W	1° 05' 12.4" S
8	Zona descargas agrícolas: Plantación de maíz	79° 30' 10.6" W	1° 05' 10.5" S

En la figura expuesta se observa el sitio donde se realizaron las tomas de muestra.

Figura 1.

Estaciones de muestreo de la Laguna "La María" ubicada en la Universidad Técnica de Quevedo (UTEQ), km 7 de la vía Quevedo-El Empalme



Muestreo de fitoplancton y zooplancton

Semanalmente durante la época lluviosa de enero a marzo se recolectan muestras de fitoplancton y zooplancton. En cada es-

tación, se registraron los parámetros fisico-químicos del agua, se toman 2 muestras por estación en la superficie de la columna de agua (0,5 m), usando recipientes plásticos de 15 L, se filtró a través de una red de

plancton de 65 μm , siguiendo la metodología planteada por Briceño et al. (2009). Las muestras colectadas se almacenaron en frascos de 150mL debidamente rotuladas y preservadas con solución de lugol hasta obtener una coloración ámbar. Posteriormente se colocaron dentro de un recipiente hermético con hielo para ser transportadas y procesadas en el laboratorio.

Análisis de fitoplancton

El fitoplancton se cuantificó mediante una Cámara de Neubauer (1/10 mm) y se estimó la densidad de la población de acuerdo con la expresión:

$$\frac{\text{celulas}}{\text{ml}} * 10 = \frac{N * 10^4 * fd}{4}$$

Donde N es el número de células contadas y (fd) el factor de dilución (Schwoerbel, 1975). Se utilizó un microscopio marca Motic BA310 con cámara Motic A5-5MP con objetivos de 20x, 40X y 100x, se identificaron características morfológicas del fitoplancton y se llevó un registro fotográfico de las especies identificadas. La clasificación taxonómica se realizó mediante las bases de datos Algaebase, Diatoms of North América y Algae at NKU.

Análisis de zooplancton

Las muestras se recolectaron mediante una red de 65 μm (Díaz Valle, 2014). Inicialmente, se preservaron con lugol y posteriormente se fijaron en formalina al 4%. El conteo se llevó a cabo utilizando una cámara de Sedgwick Rafter, se tomó una alícuota de 1 mL de cada muestra, los organismos fueron observados bajo un Microscopio Estereoscópico Binocular Sem Zoom (10x y 20x), de acuerdo a la metodología de Briceño et al., 2009. Para la identificación de los grupos de zooplancton se empleó las claves taxonómicas de Al-Yamani et al. (2011); Caspers (1965) y Rose & Tregouboff (1957).

Índices ecológicos

Abundancia: La abundancia se determinó mediante el conteo de los organismos en

las muestras recolectadas expresados en células por mililitro (cél/mL).

Abundancia Relativa (AR): Es la proporción de individuos de una especie en relación con el número total de individuos de todas las especies en una muestra. Se calcula utilizando la fórmula:

$$\text{Abundancia relativa (\%)} = \left(\frac{n_i}{N} \right) \times 100.$$

n_i es el número de individuos de la especie i

N es el número total de individuos de todas las especies.

Dominancia: Esta variable mide el grado en que una o pocas especies predominan en una comunidad.

$$D = \frac{N_{\text{max}}}{N}$$

Donde:

N_{max} es el número de individuos de la especie más abundante.

N es el número total de individuos de todas las especies.

Índice de Shannon (H'): Mide la diversidad de especies considerando tanto la riqueza (número de especies) como la equitatividad (distribución de los individuos entre las especies). Se calculó con la fórmula Pla (2006) y se expresa de la siguiente manera:

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde:

H' es el índice de Shannon.

s es el número de especies en la comunidad.

Índice de Simpson (D): Este índice mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar de una muestra pertenezcan a la misma especie. Se calcula con la fórmula:

$$D = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

Donde:

p_i es la proporción de individuos de la especie i con respecto al total de individuos.

También es conocido como (1- D), en donde el valor que más se acerque a 1 es donde existe mayor diversidad de especies.

Índice de Margalef (Dmg): Este índice mide la riqueza de especies en relación con el logaritmo del número total de individuos en la muestra. Se calcula con la fórmula:

$$Dmg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde:

S es el número total de especies.

N es el número total de individuos.

Índice de Equidad de Pielou (J'): Este índice mide la uniformidad con la que los individuos se distribuyen entre las diferentes especies. Se calcula utilizando la fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'max}$$

Parámetros fisicoquímicos del agua

Durante cada muestreo en cada estación se midieron las características fisicoquímicas del agua, temperatura y oxígeno disuelto se cuantificaron in situ, utilizando una sonda multiparamétrica, y la transparencia del agua se midió utilizando el disco de Secchi.

Análisis de datos

Para evaluar el efecto de la temporalidad sobre la diversidad de organismos, tanto fitoplanctónicos como zooplanctónicas, se calculó el índice de Shannon para cada muestra colectada (2 muestras por cada estación) y se realizó un ANOVA de dos

vías con permutaciones. En los casos que señalaron diferencias significativas en las fuentes de variación se realizó test de Tukey utilizando el programa R.

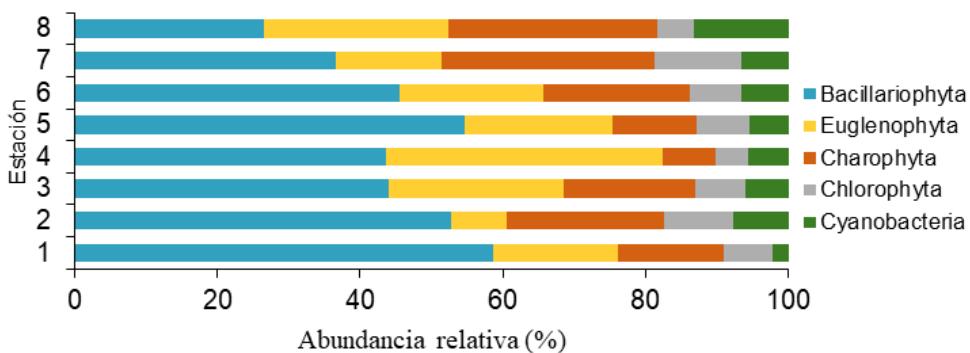
Resultados

Fitoplancton: Diversidad y abundancia

Se registró cinco grupos fitoplanctónicos (Bacillariophyta, Euglenophyta, Charophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria) distribuidos en 32 familias, 37 géneros y 53 especies de fitoplancton siendo el grupo más abundante el de las Bacillariophyta con 22 especies, mientras la menos abundante Cyanobacteria con 5 especies. El filo Bacillariophyta, representó el 43% del total de individuos, con 997 individuos identificados. seguido de las Euglenophytes, que constituyó el 22% de la AR, con 503 individuos. Charophyta fue el tercer filo más abundante, con un 20% de la AR y 442 individuos. Los filos Chlorophyta y Cyanobacteria mostraron una abundancia relativa similar baja del 7% cada uno, con 166 y 156 individuos, respectivamente (Figura 2).

Figura 2.

Abundancia relativa por grupos taxonómicos fitoplanctónicos de la laguna La María



De la división de las Bacillariophyta la mayoría de las especies de diatomeas registradas son de tipo pennadas 77%, y el 23% restante, especies de diatomeas centrales. La especie más abundante de diatomeas fue *Navicula sp.*, presente en todas las estaciones de muestreo (15.6% de la AR total). La mayor abundancia se registró en la estación E4 (78 x 10⁴ cél/mL) y la menor en la estación E8 (15 x 10⁴ cél/mL). El segundo taxón más abundante fue el género Trachelomonas, (*Trache-*

lomonas sp., *Trachelomonas volvocinops* y *Trachelomonas robusta*) perteneciente a la división Euglenophyta, (14.6% de la AR total). Mientras que el grupo Chlorophytas, predomina *Eudorina sp.* (2.7% AR Total), en la división Charophyta, *Micrasterias sp.* (*Micrasterias radiosa* y *Micrasterias furcata*) representa el 4.4% AR total. y en el grupo Cyanobacteria, las especies más abundantes son *Anabaena sp.* (2.7%) y *Planktothrix sp.* (1.5% AR) con el 4.3% AR Total (Tabla 2).

Tabla 2.

Abundancia relativa (% AR) del fitoplancton (1 x 10⁴ cél/ML y distribución de las especies en la laguna La María

Especie	Taxón	Estación								A	AR(%)
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Bacillariophyta											
<i>Navicula sp.</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	353	15.6
<i>Nitzschia sp.</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	42	1.9
<i>Gyrosigma sp.</i>		x	x		x	x	x	x	x	24	1.1
<i>Pinnularia sp.</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	54	2.4
<i>Pinnularia viridis</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	26	1.1
<i>Pinnularia hyalina</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	23	1.0
<i>Pinnularia lundi</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	17	0.8
<i>Pinnularia decrescens</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	22	1.0
<i>Pinnularia undula</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	26	1.1
<i>Stauroneis sp.</i>		x		x	x	x	x	x	x	43	1.9
<i>Sellaphora blackfordensis</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	16	0.7
<i>Stauroneis amaericana</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	12	0.5
<i>Melosira sp.</i>		x	x	x	x	x		x	x	30	1.3
<i>Leptocilyndrus sp.</i>		x	x		x	x	x	x	x	20	0.9
<i>Cymbella sp.</i>		x	x		x	x	x	x	x	45	2.0

<i>Coscinodiscus</i> sp.	x	x	x	x	x	x	24	1.1
<i>Cyclotella</i> sp.	x	x	x	x	x	x	20	0.9
<i>Fragililaria</i> sp.	x	x	x	x	x	x	49	2.2
<i>Eunotia</i> sp.	x	x	x	x	x	x	38	1.7
<i>Ulnaria</i> sp.	x	x	x	x	x	x	19	0.8
<i>Synedra ulna</i>	x	x	x	x	x	x	55	2.4
<i>Skeletonema</i> sp.	x	x	x	x	x	x	39	1.7
Chlorophyta								
<i>Actinastrum</i> sp.	x	x	x	x	x	x	23	1.0
<i>Chlamydomonas</i>		x	x	x	x	x	23	1.0
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	x	x		x	x	x	24	1.1
<i>Stauridium tetras</i>			x	x	x	x	14	0.6
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	x	x	x	x	x	x	22	1.0
<i>Eudorina</i> sp.	x	x	x	x	x	x	60	2.7
Charophyta								
<i>Tetraëdron</i> sp.	x	x		x	x	x	28	1.2
<i>Micrasterias furcata</i>	x	x		x	x	x	26	1.1
<i>Micrasterias radiosa</i>	x	x	x		x	x	74	3.3
<i>Closterium incurvum</i>	x	x	x	x	x	x	60	2.7
<i>Closterium kuetzingii</i>	x	x	x	x	x	x	45	2.0
<i>Closterium incurvum</i>	x	x	x	x	x	x	53	2.3
<i>Closterium gracile</i>	x	x	x	x	x	x	29	1.3
<i>Closterium angustatum</i>	x	x	x	x	x	x	25	1.1
<i>Staurastrum cerastes</i>	x		x	x	x	x	9	0.4
<i>Staurastrum</i>	x	x	x	x	x	x	23	1.0
<i>inconspicuum</i>		x	x	x	x	x	48	2.1
<i>Klebsormidiales</i> sp.	x	x	x	x	x	x	22	1.0
<i>Franceia ovalis</i>	x	x	x	x	x	x		
Cyanobacteria								
<i>Spirulina</i> sp.	x	x	x		x	x	17	0.8
<i>Oscillatoria</i> sp.	x	x	x	x	x	x	26	1.1
<i>Pseudoanabaena</i>	x	x	x	x	x	x	16	0.7
<i>Anabaena</i> sp.	x	x	x	x	x	x	62	2.7
<i>Planktothrix</i> sp	x	x	x		x	x	35	1.5
Euglenophyta								
<i>Euglena</i> sp.	x	x	x	x		x	28	1.2
<i>Leponcinclis</i> sp.	x		x	x	x	x	31	1.4
<i>Leponciclis playfariana</i>	x	x		x	x	x	39	1.7
<i>Leponciclis pyriformis</i>	x		x	x	x	x	49	2.2
<i>Trachelomonas</i> sp.	x	x	x	x	x	x	50	2.2
<i>Trachelomonas</i>	x	x	x	x	x	x	184	8.1
<i>volvocinops</i>		x	x	x	x	x		
<i>Trachelomonas robusta</i>	x	x	x	x	x	x	96	4.2
<i>Phacus circulatus</i>	x	x	x	x	x	x	26	1

La estación 8 presentó la mayor abundancia de fitoplancton, con 376 individuos y una abundancia relativa del 16.6%, segui-

da de la estación 4, con 353 individuos y una abundancia relativa del 15.6%. Las estaciones 2 y 3 presentaron las menores

abundancias de fitoplancton, con 195 y 200 individuos, respectivamente, y abundan-

cias relativas del 8.6% y el 8.8%, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3.

Abundancia fitoplanctónica del total de especies por estación de muestreo en la laguna La María

Estación	Nº Ind.	AR (%)	Característica estación de muestreo
E8	376	16.6	Zona descargas actividad agrícola/maíz
E4	353	15.6	Estación de bombeo
E7	331	14.6	Zona descargas actividad agrícola /cacao
E1	310	13.7	Zona sin cobertura vegetal
E6	259	11.4	Salida de agua
E5	240	10.6	25% de cobertura vegetal
E3	200	8.8	50 % cobertura vegetal
E2	195	8.6	75 % cobertura vegetal

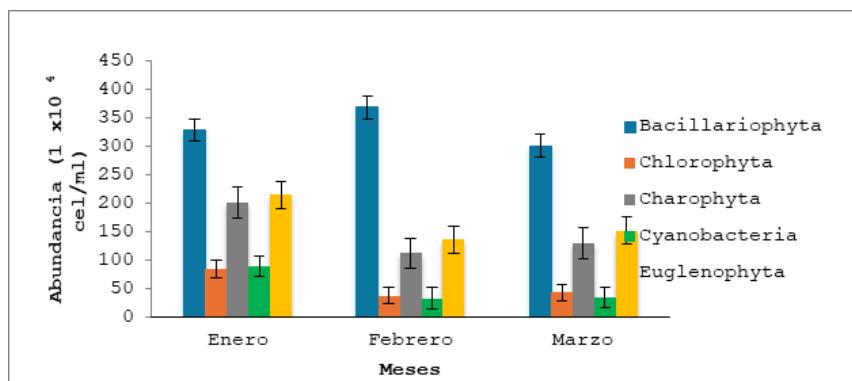
Durante los meses de enero a marzo se observa variación entre los taxones, en el caso de Bacillariophyta, febrero exhibe la mayor riqueza con 368 individuos, donde especies como *Navícula* sp., *Pinnularia* sp., *Sellaphora blackfordensis*, *Cymbella* sp., *Leptocilyndrus* sp., *Cyclotella* sp., y *Skeletonema* sp. son predominantes. En contraste, Chlorophyta muestra su punto más alto en enero, con 85 individuos, destacando la presencia de *Eudorina* sp., *Clamydomonas*, *Stauridium tetras*, *Dictyosphaerium* sp. y *Actinastrum* sp.

Por otro lado, Charophyta alcanza su máximo en enero con 201 individuos, donde

especies como *Micrasterias radios* y *Closterium incurvum* son notables. En el grupo de Cyanobacteria, enero se destaca con 89 individuos, liderado por especies como *Anabaena* sp. y *Oscillatoria* sp. Finalmente, Euglenophyta muestra su mayor riqueza en enero con 215 individuos, donde especies como *Trachelomonas volvocinops* y *Leptocyclis pyriformis* son significativas. Sin embargo, al considerar la riqueza total de todos los taxones, enero sobresale como el mes con mayor abundancia, con un total de 997 individuos, lo que sugiere una alta actividad biológica en ese período (Figura 3).

Figura 3.

Distribución de la abundancia fitoplanctónica durante los meses de enero- marzo 2024 en la laguna La María



La Tabla 4 contiene los índices de biodiversidad del fitoplancton en el área de estudio

y muestra sus variaciones entre las estaciones.

Tabla 4.

Índices de biodiversidad del fitoplancton registrado en la laguna La María

Índices	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Número de especies	49	45	42	47	47	49	46	48
Número de individuos	310	195	200	362	240	250	331	376
Dominancia	0,07	0,04	0,07	0,15	0,09	0,05	0,04	0,05
Índice de Simpson	0,93	0,96	0,93	0,85	0,91	0,95	0,96	0,95
Índice de Shannon	4,73	5,07	4,71	3,99	4,62	5,06	4,95	4,78
Índice de Margalef	8,37	8,34	7,74	7,81	8,39	8,69	7,76	7,93
Índice de Equidad Pielou	0,84	0,92	0,87	0,72	0,83	0,90	0,90	0,86

El número de especies osciló entre 42 y 49, con las estaciones 1 y 6 registrando el mayor número (49), mientras que la estación 3 presentó el menor número (42). En cuanto al número de individuos, la estación 8 tuvo la mayor cantidad (376), seguida por la estación 4 (362), y la estación 2 tuvo la menor cantidad (195).

La dominancia (d) fue más alta en la estación 4 (0.15) y más baja en las estaciones 2 y 7 (0.04). El índice de Simpson (1-d) mostró valores más altos en las estaciones 2 y 7 (0.96) y el valor más bajo en la estación 4 (0.85). El índice de Shannon (H') fue más alto en la estación 2 (5.07) y más bajo en la estación 4 (3.99). El índice de Margalef varió entre 7.74 y 8.69, con el valor más alto en la estación 6 (8.69) y el más bajo en la estación 3 (7.74). La equitabilidad (j) mostró valores más altos en la estación 2 (0.92) y más bajos en la estación 4 (0.72). Las estaciones 2 y 7 destacaron por su alta diversidad y equitabilidad, mientras que la estación 4 mostró una mayor dominancia y menor diversidad.

Zooplancton: Diversidad y abundancia

Se identificaron seis especies de zooplancton distribuidos en cuatro grupos taxonómicos: Rotífera, Cladóceros, Copépoda y Amoebozoos (Tabla 5). De las especies de zooplancton registrados en la laguna La

María, *Arcella* sp. (Amoebozoos) destacó como la especie más abundante (36.8%). Esta especie estuvo presente en todas las estaciones excepto en las 4 y 5, con la mayor concentración observada en la estación 8. *Thermocyclops* sp. (Copépoda) también mostró una notable presencia, encontrándose en cuatro estaciones y con un total de 11 individuos (14.5%). *Moina* sp. (Cladóceros) estuvo presente en seis estaciones, registrando 9 individuos (11.8%). Adicionalmente, se observó la presencia de otras especies de Amoebozoos como *Arcella intermedia*, con 4 individuos (5.3%) en 3 estaciones, y *Arcella cónica*, con 15 individuos (19.7%) en 5 estaciones, especialmente en las estaciones 1 y 8. En general, la diversidad y abundancia de zooplancton variaron entre estaciones, destacándose las estaciones 7 y 8 por su mayor diversidad y abundancia de individuos.

Figura 4.

Abundancia relativa zooplanctónicas por estación de muestreo

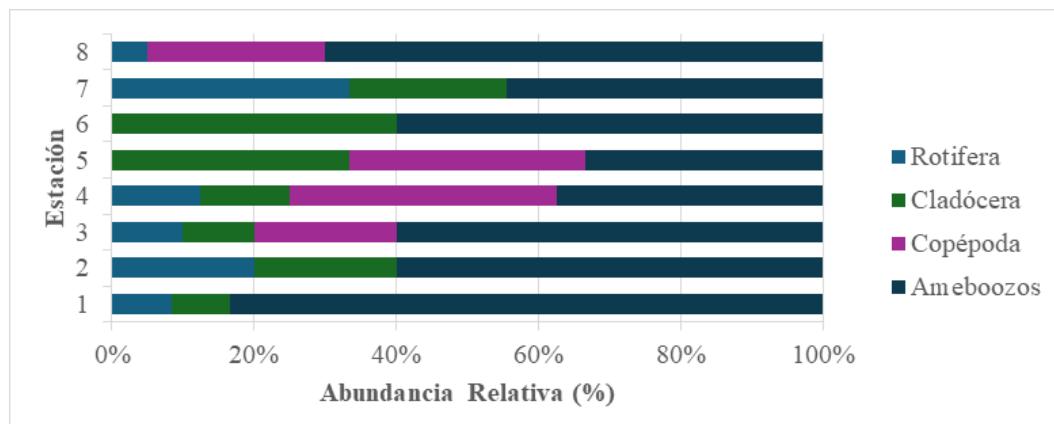


Tabla 5.

Abundancia y Distribución de las especies de zooplancton por estaciones de muestreo en la laguna La María

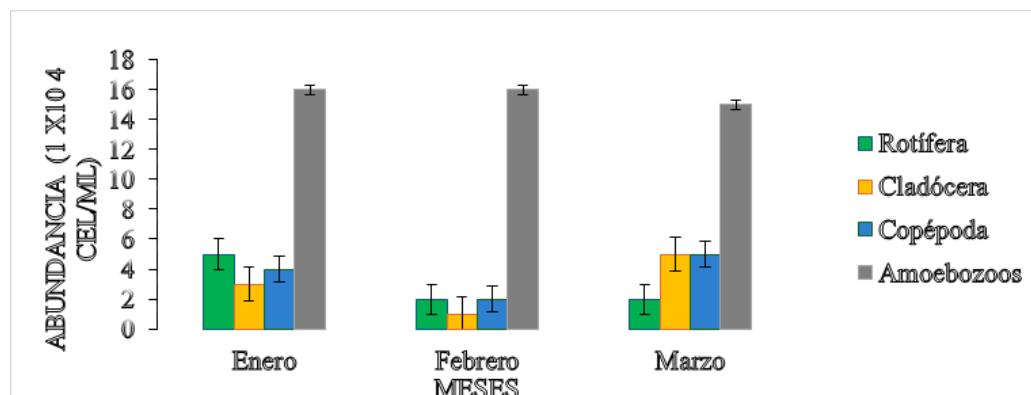
Especie	Taxón	Estación								A	AR%
		1	2	3	4	5	6	7	8		
	Rotífera										
Lecane sp.		x	X	x	x			x	x	9	11.8
	Cladóceros										
Moina sp.		x	X	x		x	x	x		9	11.8
	Copépoda										
Thermocyclops sp.				x	x	x			x	11	14.5
Arcella sp.		x	X	x			x	x	x	28	36.8
Arcella intermedia	Amoebozoos	x	X	x				x	4	5.3	
Arcella cónica		x	X	x	x	x	x	x	15	19.7	

Se observa fluctuaciones en la abundancia en los organismos del zooplancton a lo largo de los meses. En enero, la especie de rotíferos *Lecane sp.* alcanza 5 individuos, mientras que *Moina sp.*, un cladócero, registra 3 individuos. Los copépodos, representados por *Thermocyclops sp.*, totalizan 4 individuos, y los amoebozoos, incluyendo especies como *Arcella sp.*, *Arcella intermedia* y *Arcella cónica*, suman 16 individuos en total. En febrero, se observan disminuciones en la abundancia de estas especies, con *Lecane sp.* y *Moina sp.* registrando 2 individuos cada una, *Thermocyclops sp.* manteniéndose en 2 individuos, y las especies de *Arcella* sumando 16 individuos.

Marzo muestra una tendencia similar, con *Lecane sp.* y *Moina sp.* manteniendo 2 individuos, *Thermocyclops sp.* aumentando a 5 individuos, y las especies de *Arcella* sumando 15 individuos. Considerando la abundancia total, se registran 28 individuos en enero, 21 en febrero y 22 en marzo, lo que sugiere cambios en la dinámica poblacional de estos microorganismos a lo largo del tiempo (Figura 4).

Figura 5.

Distribución de la abundancia zooplanctónicas durante los meses de enero- marzo 2024 en la laguna La María.



El número de especies por estación varió entre 2 y 5, siendo las estaciones E1, E2, E3, y E8 las que registraron el mayor número de especies (5), mientras que las estaciones E5 y E6 presentaron el menor númer-

ro (2). En cuanto al número de individuos, la estación E8 tuvo la mayor cantidad (20), seguida por las estaciones E1 y E3 (12), y la estación E5 tuvo la menor cantidad (3) (Tabla 6).

Tabla 6.

Índices de biodiversidad del zooplancton registrado en la laguna La María

Índices	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Número de especies	5	5	5	3	3	2	3	5
Número de individuos	12	10	10	7	3	5	9	20
Dominancia	0,24	0,18	0,24	0,29	0,00	0,40	0,28	0,25
Índice de Simpson	0,76	0,82	0,76	0,71	1,00	0,60	0,72	0,75
Índice de Shannon	1,52	1,67	1,56	1,15	1,43	0,77	1,17	1,46
Índice de Margalef	1,61	1,74	1,74	1,03	1,82	0,62	0,91	1,33
Índice de Equidad Pielou	0,94	1,04	0,97	1,04	1,30	1,12	1,07	0,91

E=Estación

La dominancia fue más alta en la estación E6 (0.4) y más baja en la estación E5 (0.0). El índice de Simpson mostró valores más altos en la estación E5 (1.0) y el valor más bajo en la estación E6 (0.6). El índice de Shannon fue más alto en la estación E2 (1.671) y más bajo en la estación E6 (0.773). El índice de Margalef varió entre 0.6213 y 1.820, con el valor más alto en la estación E5 (1.820) y el más bajo en la estación E6 (0.6213). La equitabilidad mostró valores más altos en la estación E5 (1.303) y más bajos en la estación E6 (1.115). Las estaciones E5 y E1 destacaron por su alta diversidad y equita-

bilidad, mientras que la estación E6 mostró una mayor dominancia y menor diversidad.

Parámetros fisicoquímicos del agua

Los parámetros evaluados se presentan en la Tabla 7 la concentración de oxígeno disuelto en el agua (O₂) varió entre 5.87 y 6.34 mg/L, con la concentración mínima se registró en la estación E8 y la máxima en la estación E3. La temperatura del agua (T) osciló entre 26.77°C y 28.99°C, siendo la máxima registrada en la estación E6 y la mínima en la estación E1. No se observó una

diferencia significativa en la temperatura del agua entre las estaciones ($p > 0.05$). La transparencia del agua (Secchi) varió entre

0.25 y 0.35 cm, con la menor transparencia registrada en la estación E7 y la mayor en la estación E2.

Tabla 7.

Parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna La María registrados durante los meses de enero a marzo

Est/Par	O2 (mg/ L)	T (°C)	Secchi (cm)
E1	6,24	26,77	33
E2	6,31	26,82	35
E3	6,34	27,27	33
E4	6,24	27,64	29
E5	6,29	27,87	29
E6	6,30	28,99	29
E7	5,90	26,96	25
E8	5,87	26,99	30
Min	5,87	26,77	25
Max	6,34	28,99	35

Max = Máximo, Min = Mínimo, Est= Estación, Par = Parámetro

Discusión

La división Bacillariophyta (diatomeas) presentó la mayor abundancia y riqueza de especies en la composición del fitoplancton de la laguna La María. Las diatomeas suelen ser reportadas como el grupo dominante en las comunidades lacustres (Stevenson, 1996) .Estos resultados coinciden por los reportados por Maila et al. (2017) y Prado et al. (2010), quienes también encontraron que la división Bacillariophyta domina las comunidades fitoplanctónicas de ecosistemas acuáticos continentales. Según Krause y Lomas (2020), las diatomeas tienden a dominar las comunidades fitoplanctónicas debido a su enorme capacidad proliferativa. Un rasgo morfológico que beneficia a las diatomeas es la presencia de frústulas silíceas, que les brindan protección contra el pastoreo del zooplancton. Además, pueden alterar con flexibilidad sus rasgos fisiológicos y morfológicos en respuesta a factores externos como la temperatura, el suministro de recursos, la luz, el pH, la salinidad y el pastoreo (Reynolds 2006) lo que les permite mantener una alta abundancia en la zona fótica (Pančić et al., 2019)

La predominancia de especies pennadas de Bacillariophyta y la alta abundancia de *Navicula* sp. son indicadores de una comunidad fitoplanctónica con alta resistencia a la variabilidad ambiental. Según Pinilla (1998), la presencia de diatomeas puede relacionarse con el aumento de materia orgánica en el curso de agua. *Navicula* sp. se registró en todas las estaciones de muestreo, destacando su capacidad para colonizar diferentes nichos ecológicos. Linares Cuesta et al. (2007) y Vouilloud et al. (2005) afirman que este género posee una amplia distribución en ambientes dulceacuícolas. Además, Molina-Santos et al. (2018), Segura-García et al. (2012) y Stadtlander (2013), afirman que este género es tolerante a la contaminación y su dominancia indica sitios altamente perturbados, lo que podría estar asociado a procesos de eutrofización en la laguna debido a las zonas de cultivo de maíz colindantes al espejo de agua. Las diatomeas pueden ser indicadores sensibles de cambios en la calidad del agua y la disponibilidad de nutrientes, lo que las convierte en valiosas herramientas de monitoreo ambiental (Fe & Mann, 1990).

Se observa una notable diferencia en la composición específica de diatomeas en los meses de muestreo, siendo las muestras del mes de marzo las que presentaron menor diversidad y abundancia de diatomeas. Esta disminución en las asociaciones de diatomeas se debe a las escasas precipitaciones y elevada tasa de evaporación debido a las altas temperaturas registradas, y a la reducción del ingreso de luz a la columna de agua de la laguna producto del crecimiento excesivo de *Eichhornia crassipes* y la *Lemna minor*.

El silicato es un nutriente esencial para el desarrollo de las diatomeas, y su disponibilidad puede influir significativamente en la dinámica de estas comunidades. Estudios previos han demostrado que la concentración de silicato puede variar estacionalmente, con mayores concentraciones durante la temporada de lluvias en comparación con la temporada seca (Conley & Malone, 1992). Este fenómeno podría explicar el incremento observado en la abundancia de diatomeas durante los muestreos realizados en la estación lluviosa.

La alta abundancia de especies pennadas (*Navicula* sp.) también es notable, ya que estas diatomeas son conocidas por su capacidad para adherirse a superficies y formar biopelículas. En el contexto de la acuicultura, las diatomeas, incluidas las especies pennadas, están ganando reconocimiento como una fuente valiosa de alimento vivo para larvas de peces, langostinos, camarones y moluscos (Behind, 2017) lo que resalta su importancia ecológica y económica.

Después de *Bacillariophyta*, la división *Charophyta* mostró mayor abundancia en la estructura de las comunidades fitoplancónicas. Se identificaron 12 especies, caracterizadas por ser propias de agua dulce (Wolfe et al. 2008). Además, algunas especies carófitas pueden servir como indicadores de la calidad del agua y la disponibilidad de nutrientes, lo que las convierte en herramientas valiosas para la evaluación y

gestión de los ecosistemas acuáticos (Phillips et al. 2016).

La segunda especie más abundante fueron pertenecientes al género *Trachelomonas* de la división *Euglenophyta*, también conocidas como euglenoides. En las comunidades planctónicas, los euglenoides están asociadas con altas concentraciones de nutrientes.

La penetración de la luz y la radiación solar tiene un gran impacto en la variabilidad de los ecosistemas acuáticos, gran parte de la energía que fluye en la red trófica es proveniente de la energía solar que se utiliza el fitoplancton en la fotosíntesis y síntesis de materia orgánica, estos procesos influyen directamente en la productividad de los ecosistemas (Wetzel, 2001). La absorción de luz en los cuerpos lacustres depende en gran medida por la transparencia del agua medida por la profundidad del disco Secchi y la cantidad de materia orgánica disuelta, es común que sea un indicador del estado trófico debido a la correlación con la biomasa de algas (Bai et al., 2020).

Las cianobacterias, un grupo antiguo y diverso de organismos fotosintéticos, se encuentran en una variedad de hábitats acuáticos. Son importantes en los ecosistemas acuáticos debido a su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico y producir toxinas que afectan a otros organismos acuáticos y a los humanos (Paerl & Huisman, 2009). Además, determinadas especies de cianobacterias pueden servir como indicadores de eutrofización y contaminación del agua, lo que las convierte en herramientas útiles para la evaluación y gestión de los ecosistemas acuáticos (Paerl & Otten, 2013). Se registraron cianobacterias relacionadas. Adicionalmente, se debe considerar la presencia de géneros de cianobacterias potencialmente tóxicas como son: *Anabaena* y *Oscillatoria*.

En aguas oligotróficas es común encontrar especies dominantes de desmidias como *Staurastrum*; diatomeas como *Cyclotella*. En estudios realizados en los lagos de Nor-

te América, se ha concluido que géneros como *Melosira* están asociados a aguas oligotróficas.

Los géneros *Pinnularia*, *Cymbella*, *Pseudodoanabaena*, *Fragilaria*, *Trachelomonas* están asociados con la turbidez del lago, a diferencia de *Ulnaria*, que se vinculan con un pH ligeramente neutro y condiciones medias de oxígeno disuelto (Bellinger, 2010). Al igual que *Ankistrodesmus* y *Tetraëdron*, que presentan una alta tolerancia a la turbidez y se asocian con ambientes eutróficos ricos en nutrientes respectivamente (Reynolds, 2006; Padisak et al., 2009).

En la laguna se encuentran ocho especies de *Euglena*, lo que demuestra la diversidad de protistas unicelulares en los ecosistemas acuáticos. Las *Euglenas* son muy importantes en los ecosistemas acuáticos debido a su papel en las cadenas alimentarias y el ciclo de nutrientes, y su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales (Linton et al. 2010). Además, algunas especies de *Euglena* pueden servir como indicadores de cambios en la calidad del agua y la disponibilidad de nutrientes, convirtiéndolas en herramientas útiles de monitoreo ambiental (Vanelslander et al. 2009).

De acuerdo con Wetzel (2001), niveles óptimos de oxígeno disuelto en el agua, típicamente superiores a 5 mg/L, se relacionan con una mayor diversidad y cantidad de fitoplancton. Esto implica que las estaciones con mayores concentraciones de oxígeno disuelto, como la estación E3, podrían tener una mayor producción de fitoplancton.

Además, investigaciones llevadas a cabo por Allan y Castillo (2007), sugieren que temperaturas más cálidas del agua, en el rango de 25°C a 30°C, favorecen el crecimiento del zooplancton, especialmente de especies termófilas. Por lo tanto, la temperatura registrada en la estación E6 en nuestra investigación podría aumentar la abundancia de zooplancton en comparación con otras estaciones.

Por otro lado, la transparencia del agua, evaluada mediante el disco de Secchi, puede indicar la disponibilidad de luz y, por ende, la productividad primaria del fitoplancton. Investigaciones realizadas por Carlson (1977), sugieren que una mayor transparencia del agua se correlaciona con una mayor biomasa de fitoplancton, ya que permite una penetración más profunda de la luz solar en la columna de agua, facilitando así la fotosíntesis.

Los valores reportados de temperatura no sobrepasan los límites registrados para el desarrollo de las comunidades planctónicas, lo que concuerda con lo reportado por Wetzel (2001), en la zona tropical, donde los sistemas de aguas someras presentan temperaturas con una mínima variación espacial (en el espejo de agua) y no presenta obstáculo alguno para la dispersión de los organismos. El oxígeno disuelto evidentemente es esencial para comprender la distribución, el comportamiento y el crecimiento fisiológico de los organismos acuáticos. Los mecanismos de control de las concentraciones de oxígeno disuelto en los lagos son importantes en relación con su disponibilidad para los seres vivos. La distribución resultante del oxígeno influye sobre la solubilidad de muchos nutrientes inorgánicos. Los cambios de accesibilidad de nutrientes están regulados por las variaciones estacionales sufridas en la región lacustre de un ambiente aerobio o anaerobio (Lehman 1988, Wetzel y Likens 1991).

Conclusiones

La evaluación de la uniformidad en la distribución de individuos entre las especies revela que las estaciones con valores más altos de equitatividad muestran una distribución más equitativa de la abundancia de especies, lo que sugiere una mayor diversidad y estabilidad en esas comunidades. Por otro lado, las estaciones con valores más bajos de equitatividad pueden indicar una menor diversidad y estabilidad.

Los índices de diversidad de Shannon muestran una variabilidad en la diversidad de especies entre las diferentes ubicaciones de muestreo. Las estaciones con valores más altos de diversidad indican una mayor variedad de especies y una distribución más equitativa de individuos entre ellas.

La variabilidad en los índices de dominancia de especies entre las estaciones sugiere diferencias en la distribución de la abundancia de especies. Las estaciones con valores más bajos de dominancia exhiben una distribución más equitativa de la abundancia de especies, lo que implica una mayor diversidad y estabilidad en esas comunidades, mientras que las estaciones con valores más altos de dominancia pueden tener una diversidad más baja o una estabilidad reducida.

Bibliografía

- Allan, JD, y Castillo, MM (2007). Ecología fluvial: estructura y función de las aguas corrientes. Dordrecht: Springer, Países Bajos.
- Al-Yamani, F. Y., Skryabin, V., Gubanova, A., Khvorov, S., & Prusova, I. (2011). Marine zooplankton practical guide. Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait, 399.
- Bai, S., Gao, J., Sun, D. y Tian, M. (2020). Monitoreo de la transparencia hídrica en aguas lacustres someras y eutróficas basado en observaciones de GOCl. *Teledetección*, 12 (1), 163. <https://doi.org/10.3390/rs12010163>
- Behind, F. (2017). Los rotíferos y las diatomeas Don 't Fall Behind favorecen los viveros de biofloc de. 1–6.
- Bellinger, E. G., & Siguee, D. C. (2010). Freshwater algae: Identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell.
- Briceño, H., Buonocore, R., Sangronis, C., García-Pinto, L., Rojas, J., Chirinos, J., González, A., & López, C. (2009). Composición y abundancia del plancton de la Costa Noreste de la Bahía El Tablazo, Sistema de Maracaibo, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 43(4), 463–485.
- Camaño, M. C., Vargas, M. D., Rodríguez, J. G., & Uribe, E. A. (2021). Evaluación de productividad en estanques para cultivo de alimento vivo. *Inventio*, 17(43), 1–8.
- Caspers, H. (1965). Newell, GE & RC: Marine Plankton, a practical guide. With 51 pl. London: Hutchinson Educational Ltd. 1963. 207 pp. 21s. Wiley Online Library.
- Carlson, R. E. (1977). A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22(2), 361–369. <https://doi.org/10.4319/lo.1977.22.2.0361>
- Cevallos-Rivera, M., Zárate-Baca, S., Ortega-Andrade, S., Chimbo-Yépez, G., Ramírez-Itás, D., Novoa-Rivera, J., & Sandoval-Guano, C. (2025). Exploring freshwater microalgae diversity in Yahuarcocha and San Pablo highland lakes for biotechnological applications in the Ecuadorian Andean. *Heliyon*, 11(13). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e43064>
- Colmenares, M. E. M. (2023). El papel del zooplancton como indicador de calidad de agua aplicado a los embalses de la Cuenca del Ebro, España. Universitat de València.
- Conley, D. J., & Malone, T. C. (1992). Bay : implications for the production and fate of. *Marine Ecology Progress Series*, 81(2296), 121–128.
- Díaz Valle, K. A. (2014). Variación de la estructura comunitaria del fitoplancton y zooplancton de un embalse polimictico temperado de Chile Central durante un periodo anual con decrecimiento sostenido del volumen de agua: un estudio de campo.
- Dodds, W. K., Bouska, W. W., Eitzmann, J. L., Pilger, T. J., Pitts, K. L., Riley, A. J., Schloesser, J. T., & Thornbrugh, D. J. (2009). Eutrophication of US freshwaters: analysis of potential economic damages. ACS Publications.
- Escobar, M. J., Terneus, E., & Yáñez, P. (2013). El plancton como bioindicador de la calidad del agua en zonas agrícolas andinas, análisis de caso. *Qualitas*, 5(1), 17–37.
- Falkowski, P. G., Laws, E. A., Barber, R. T., & Murray, J. W. (2003). Phytoplankton and their role in primary, new, and export production. *Ocean biogeochemistry: The role of the ocean carbon cycle in global change*, 99–121.
- FE, R., & Mann, R. C. & D. (1990). F.E. Round, R.M. Crawford & D.G. Mann The diatoms: biology and morphology of the genera, ix, 747p. Cambridge University Press, 1990. Price £125.00. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 70(4), 924. <https://doi.org/10.1017/S0025315400059245>
- Field, C. B., Behrenfeld, M. J., Randerson, J. T., & Falkowski, P. (1998). Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *science*, 281(5374), 237–240.

- Phillips, G., Willby, N., & Moss, B. (2016). Submerged macrophyte decline in shallow lakes: What have we learnt in the last forty years? *Aquatic Botany*, 135, 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2016.04.004>
- Guevara, M. J. P. (2006). Alimento vivo y su importancia en acuicultura. *Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuicola*, 2(2).
- Gulati, R. D., & Van Donk, E. (2002). Lakes in the Netherlands, their origin, eutrophication and restoration: state-of-the-art review. *Ecological restoration of aquatic and semi-aquatic ecosystems in the Netherlands (NW Europe)*, 73–106.
- Holdridge, L. R., & Tosi Jr, J. A. (1967). Tropical Science Center: San Jose, Costa Rica. Life Zone Ecology; Tropical Science Center: San Jose, Costa Rica.
- Krause, J. W., & Lomas, M. W. (2020). Understanding Diatoms' Past and Future Biogeochemical Role in High-Latitude Seas. *Geophysical Research Letters*, 47(1). <https://doi.org/10.1029/2019GL085602>
- Lampert, W., & Sommer, U. (2007). Limnoecology: the ecology of lakes and streams. Oxford University Press, USA.
- Lehman, J. T. (1988). Ecological principles affecting community structure and secondary production by zooplankton in marine and freshwater environments 1. *Limnology and Oceanography*, 33(4part2), 931–945.
- Linares Cuesta, J. E., Olofsson, L., & Sánchez Castillo, P. (2007). Comunidades de diatomeas epipélicas en las lagunas de alta montaña de Sierra Nevada (Granada, España). *limnetica*, 26(1), 99–113.
- Linton, EW, Karnkowska-Ishikawa, A., Im Kim, J., Shin, W., Bennett, MS, Kwiatowski, J., ... y Triemer, RE (2010). Reconstrucción de las relaciones evolutivas euglenoides mediante tres genes: SSU y LSU nucleares, y secuencias de ADNr de SSU cloroplástico, y la descripción de Euglenaria gen. nov. (Euglenophyta). *Protist*, 161 (4), 603–619.
- López, C., Bonecker, C., Perbiche-Neves, G., & Elías-Gutiérrez, M. (2025). The Lack of Researchers: A Critical Threat to Studies on Freshwater Zooplankton in Latin America. *Diversity*, 17(6), 381. <https://doi.org/10.3390/d17060381>
- Maila, M., Pérez, E., & Figueroa, H. (2017). Estudio preliminar de fitoplancton en la laguna de Colta, Chimborazo-Ecuador. *CINCHONIA*, 15(1), 102–126.
- Molina-Santos, M., Terneus-Jácome, E., Yáñez-Moretta, P., & Cueva-Sánchez, M. (2018). Resiliencia de la comunidad fitoplanctónica en la laguna andina de Papallacta y sus afluentes, ocho años después de un derrame petrolero. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 28(2), 67–83.
- O'Sullivan, P., & Reynolds, C. (2004). Limnology and Limnetic ecology. (No Title).
- Padisák, J., Crossetti, LO y Naselli-Flores, L. Uso y abuso en la aplicación de la clasificación funcional del fitoplancton: una revisión crítica con actualizaciones. *Hydrobiologia* 621 , 1–19 (2009). <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9645-0>
- Paerl, H. W., & Huisman, J. (2009). Climate change: a catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms. *Environmental microbiology reports*, 1(1), 27–37.
- Paerl, H. W., & Otten, T. G. (2013). Harmful cyanobacterial blooms: Causes, consequences, and controls. *Microbial Ecology*, 65(4), 995–1010. <https://doi.org/10.1007/s00248-012-0159-y>
- Pani, M., Torres, R. R., Almeda, R., & Kiørboe, T. (2019). Silicified cell walls as a defensive trait in diatoms. *Proceedings of the Royal Society B*, 286(1901), 20190184.
- Pinilla, G. A. P. A. (1998). Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia: compilación bibliográfica. U. Jorge Tadeo Lozano.
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583–590.
- Prado, M., Bucheli, R., & Calderón, G. (2010). Composición, distribución y abundancia del plancton en sistemas fluviales de la provincia de Los Ríos-Ecuador. *Boletín Científico Y Técnico*, 20(6), 1–52.
- Reynolds, C. S. (2006). The ecology of phytoplankton. Cambridge University Press.
- Rose, M., & Tregouboff, G. (1957). Manuel de planctonologie Méditerranéenne. Tome I, II. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 587.
- Schwoerbel, J. (1975). Métodos de hidrobiología:(- Biología del agua dulce) (Número QH96. S38 1975.).
- Segura-García, V., Cantoral-Uriza, E. A., Israde, I., & Maidana, N. (2012). Diatomeas epilíticas como indicadores de la calidad del agua en la cuenca alta del río Lerma, México. *Hidrobiológica*, 22(1), 16–27.

- Smith, V. H., Tilman, G. D., & Nekola, J. C. (1999). Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environmental pollution*, 100(1–3), 179–196.
- Stadtlander, C. T.-H. (2013). EG Bellinger, DC Sige (2010). *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators*: Wiley-Blackwell, Chichester, West Sussex, UK. 284 pp., ISBN: 978-0-470-05814-5. Price: US \$149.95 (Hardback). Springer.
- Stevenson, R. J. (1996). An introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. *Algal ecology-freshwater benthic ecosystems*, 3–30.
- Vanelslander, B., Paul, C., Grueneberg, J., Prince, EK, Gillard, J., Sabbe, K., ... y Vyverman, W. (2012). Explosiones diarias de bromuro de cianógeno biogénico (BrCN) controlan la formación de biopelículas alrededor de una diatomea bentónica marina. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*, 109 (7), 2412-2417.
- Vouilloud, A. A. B., Sala, S. E., & Sabbatini, M. R. (2005). Diatomeas perifíticas de la cuenca del Río Sauce Grande (Buenos Aires, Argentina).
- Wetzel, RG (2001). *Limnología: ecosistemas lacustres y fluviales*. Gulf Professional Publishing.
- Wetzel, R. G., & Likens, G. E. (1991). *Limnological Analyses* 2nd edSpringer-Verlag. New York. pp.
- Wolfe, B. B., Hall, R. I., Edwards, T. W. D., Vardy, S. R., Falcone, M. D., Sjunneskog, C., Sylvestre, F., McGowan, S., Leavitt, P. R. & van Driel, P. (2008). Hydroecological responses of the Athabasca Delta, Canada, to changes in river flow and climate during the 20th century. *Ecohydrology*, 1(2): 131–148.

Cómo citar: Villanueva-Pérez, B. R., Loján-Avellan, M. C., Santana-Baque, G. E., Monserrate-Puente, M., Cevallos-Chevez, M. F., & Saltos-Icaza, J. V. (2026). Distribución y abundancia del fitoplancton y zooplancton en la laguna "La María", Quevedo, Los Ríos. *Agrosilvicultura Y Medioambiente*, 3(2), 35–53. <https://doi.org/10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v3.n2.2025.35-53>