



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Carrera de

Biología Ecología y Gestión

Título

**DETERMINACIÓN DE COMUNIDADES DE FITO Y ZOOPLANCTON EN LAGUNAS
ALTOANDINAS EN EL PÁRAMO DEL MACIZO DEL CAJAS**

Autores:

David Falcones Blandin & Kevin Palomeque Villalta.

Director:

Edwin Zárate Hugo.

Cuenca – Ecuador

2022

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis va dedicado a nuestras familias, quienes han sido nuestro apoyo incondicional en cada una de las etapas de este largo proceso universitario.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primero a Dios por mantenernos con vida en medio de esta pandemia y por darnos la sabiduría e inteligencia para realizar con responsabilidad esta etapa. También agradecemos a nuestras familias por su apoyo en todo momento, a nuestros docentes por compartir con dedicación sus conocimientos y finalmente agradecemos a la Universidad del Azuay por brindarnos las herramientas necesarias para cumplir con nuestro trabajo de tesis. Un agradecimiento especial a nuestro director Blgo. Edwin Zárate MsC por su apoyo, paciencia y dedicación.

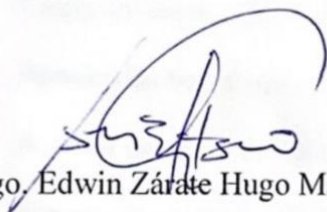
Tabla de contenido

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVOS.....	9
CAPÍTULO I	10
METODOLOGÍA	10
1.1 Área de estudio:.....	10
1.2 Fase de campo	11
1.2.1 Muestreo Fitoplancton y Zooplancton.....	11
1.3 Fase de Laboratorio.....	12
1.3.1 Identificación de Fitoplancton y Zooplancton.....	12
1.3.2 Conteo de Fitoplancton y Zooplancton	12
1.4 Análisis de datos.....	13
CAPÍTULO II.....	15
RESULTADOS	15
FITOPLANCTON.....	15
2.1 Diversidad general.....	15
2.2 Diversidad Alfa	18
2.2.1 Curvas rango abundancia	18
2.3 Índice de diversidad de especies Shannon	20
2.3 Diversidad Beta	20
2.3.1 Análisis Clúster	20
2.3.2 Índices de similitud	21
CAPÍTULO III.....	22
DISCUSIONES.....	22
CONCLUSIONES	23
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
ANEXOS	28

RESUMEN

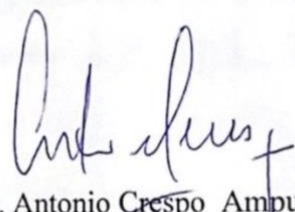
Estudiamos la diversidad litoral de las comunidades de fitoplancton y zooplancton en 10 lagunas altoandinas del Macizo del Cajas. Las muestras fueron recolectadas mediante filtrado con red de plancton de 50 μm . Se identificaron un total de 23.200 individuos de fitoplancton pertenecientes a 245 especies, 45 géneros, 27 familias, 18 órdenes, 14 clases y 8 phylum. Los géneros dominantes fueron: *Navicula* y *Tabellari*. El índice de Shannon sugiere que las lagunas presentan una alta diversidad de especies. El índice Bray-Curtis según la abundancia de especies sugiere que las lagunas en promedio comparten un 20% de similitud. El análisis Clúster identificó al menos 4 grupos de lagunas, siendo Taitachugo la que presentó mayor diferencia. En el zooplancton, se registró solamente individuos del phylum Rotífera en 6 lagunas y se concluye que la abundancia de zooplancton es escasa y poco diversa en el litoral de las lagunas estudiadas.

Palabras clave: alto andinas, comunidades, fitoplancton, lagunas, similitud, zooplancton.



Blgo. Edwin Zárate Hugo MsC

Director del trabajo de titulación



Dr. Antonio Crespo Ampudia

Coordinador de Escuela



Kevin Palomeque Villalta

Autor



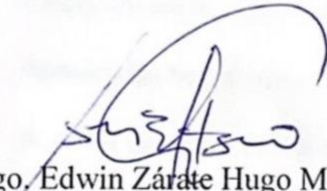
David Falcones Blandín

Autor

ABSTRACT

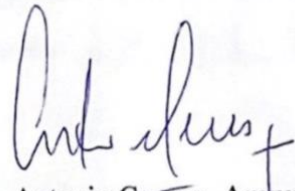
The coastal diversity of phytoplankton and zooplankton communities in 10 high Andean lagoons of the Cajas Massif were studied. Samples were collected by filtering with 50 μm plankton red. A total of 23,200 phytoplankton individuals belonging to 245 species, 45 genera, 27 families, 18 orders, 14 classes and 8 phylum were identified. The dominant genera were: Navicula and Tabellari. The Shannon index suggests that the lagoons present a high diversity of species. The Bray-Curtis index according to the abundance of species suggests that the lagoons share an average of 20% similarity. The Cluster analysis identified at least 4 groups of lagoons. Taitachugo was the one with the greatest difference. In the zooplankton, only individuals of the Rotifera phylum were broken in 6 lagoons and it is concluded that the abundance of zooplankton is scarce and not very diverse in the littoral of the studied lagoons.

Keywords: high Andes, communities, phytoplankton, lagoons, similarity, zooplankton.



Blgo. Edwin Zárate Hugo MSc

Thesis Director



Dr. Antonio Crespo Ampudia

Faculty Coordinator



Kevin Palomeque Villalta

Author



David Falcones Blandín

Author

Translated by



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Dpto. Idiomas



Kevin Palomeque and David Falcones

David Falcones Blandin & Kevin Palomeque Villalta
Trabajo de graduación

Blgo. Edwin Zarate MsC

Mayo 2022

DETERMINACIÓN DE COMUNIDADES DE FITO Y ZOOPLANCTON EN LAGUNAS ALTOANDINAS EN EL PÁRAMO DEL MACIZO DEL CAJAS

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas acuáticos presentan un sin número de interacciones ya que están conformados por organismos productores, consumidores y descomponedores, los cuales determinan la productividad y el equilibrio ecológico de un ecosistema acuático (Roldán, 2008). Dentro de las comunidades acuáticas, los organismos del plancton: fitoplancton (productores primarios) y zooplancton (productores secundarios) son uno de los más utilizados como indicadores de las condiciones de los cuerpos de agua, en especial el fitoplancton por ser sensible a los cambios fisicoquímicos de su medio ambiente (Baylón et al. 2018; Torres et al. 2006).

Las comunidades fitoplanctónicas y zooplanctónicas constituyen un grupo de microorganismos poco estudiados y conocidos dentro de lagos y embalses de alta montaña. En el caso del fitoplancton, estos organismos presentan un ciclo de vida corto, aunque una parte de esta se los encuentra en el sustrato de una gran diversidad de ecosistemas acuáticos. Las comunidades de fitoplancton son fundamentales para los procesos biogeoquímicos de diversos elementos debido a que incorpora y transforma elementos inorgánicos dentro de formas orgánicas generando materia para el desarrollo y crecimiento de heterótrofos, incluyendo bacterias, zooplancton y animales bentónicos (Varona & Gutiérrez, 2006).

Además, el fitoplancton sirve como indicador de la tasa de circulación y renovación del agua, depuran el medio, proporcionan oxígeno disuelto a las demás comunidades de flora y fauna acuáticas y contribuyen a la descomposición de materia orgánica (Tapia & Naranjo, 2014).

Adicionalmente es uno de los indicadores biológicos más importantes en el proceso de la eutrofización de las lagunas porque el primer síntoma es el aumento de la biomasa de algas (Coutinho et al., 2012).

Con respecto a su diversidad, pocos son los estudios realizados en lagunas altoandinas; sin embargo, en el estudio Salazar et al., (2011) registró 55 géneros de fitoplancton mientras que Criales et al., (2020) identificaron un total de 120 especies de fitoplancton distribuidos en seis filos, diez clases, 26 órdenes, 40 familias y 64 géneros en cinco lagunas tropicales de montaña.

Por su parte, el zooplancton está compuesto por ciertos grupos como: rotíferos, cladóceros, copépodos y crustáceos. Esta diversidad será diferente de acuerdo con el sistema: oligotrófico u eutrófico (Conde et al. 2004; Iannacone & Alvaríño, 2007). En términos generales, el zooplancton depende del fitoplancton para su alimentación (Torres et al. 2006). De esta manera, algunos grupos de zooplancton estarán limitados por la calidad nutricional de las comunidades fitoplanctónicas (Conde et al. 2004). En términos de diversidad, Criales et al., (2020) identificó un total 53 especies de zooplancton distribuidos en 4 phylum siendo el phylum con mayor número de especies Rotífera con 58 especies en cinco lagunas tropicales de montaña.

Las lagunas del Macizo del Cajas (MC), en cuyo núcleo se encuentra el Parque Nacional Cajas, ubicadas a una altitud mayor a 3000 msnm son cuerpos de agua alto andinos. En lagunas tropicales, la luz y la temperatura son relativamente constantes a lo largo del año, por lo que el crecimiento de la biomasa planctónica depende principalmente del aporte de nutrientes de la cuenca de drenaje. (Barbosa, 2009; López & Serna, 1999).

Por lo indicado, la presente investigación pretende aportar al conocimiento de la biodiversidad del plancton de las lagunas del Macizo del Cajas. Esta información es indispensable para el monitoreo de las lagunas alto andinas debido a que son ecosistemas frágiles que brindan varios servicios ecosistémicos, principalmente el aporte del recurso hídrico. Por lo que, de una correcta gestión en la conservación de estos ecosistemas depende la calidad de agua y otros servicios que aportan estos a los poblados alrededor del MC.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar la diversidad de comunidades litorales de fitoplancton y zooplancton en lagunas altoandinas del Macizo del Cajas al sur del Ecuador.

Objetivos específicos

- Determinar la riqueza y abundancia de fitoplancton y zooplancton en lagunas altoandinas.
- Realizar análisis comparativos de fitoplancton y zooplancton entre las lagunas monitoreadas.

CAPÍTULO I

METODOLOGÍA

1.1 Área de estudio:

El área del Macizo del Cajas se encuentra ubicado en la zona sur occidente del Ecuador, abarca 64 parroquias de las provincias del Azuay, Cañar, El Oro y Guayas, este territorio comprende desde la depresión formada por el río Cañar hasta el río Jubones en las vertientes pacífica y atlántica de la cordillera occidental de los Andes, cubre una extensión total de 980.600,92 ha de las cuales 892.161,52 ha pertenecen al territorio continental y 88.439,4 ha pertenecen al territorio marino (Gómez, 2016)

Es una área extensa con una transición altitudinal que va desde 0 msnm en las cercanías del Golfo de Guayaquil, hasta los 4500 m en el centro del Parque Nacional Cajas integrando una serie de ecosistemas de montaña hasta llegar a los páramos en donde se puede visualizar importantes sistemas lacustres; el Macizo del Cajas posee aproximadamente 600 cuerpos de agua, lo que le convierte a éste último en un ecosistema extremadamente importante debido a que es el nacimiento de sistemas hídricos que brindan servicios a la parte sur del Ecuador (MAE, 2017).

El clima de la zona está influenciado por vientos cálidos del Pacífico que chocan con flancos occidentales de la cordillera, lo cual origina condiciones de alta humedad, su temperatura varía desde los 2°C hasta los 18°C, con fluctuaciones a lo largo del año, en los cuales el mes de julio se considera más frío y diciembre el mes más cálido. (Minga, Ansaloni, Verdugo & Ulloa, 2016).

En la zona de estudio se distinguen ecosistemas frágiles como páramos, humedales, diferentes tipos de bosques montanos, manglares y ecosistemas marino costeros; considerados como soportes fundamentales para la riqueza biológica del país; estos proveen servicios ecosistémicos de provisión, regulación, soporte y cultural, aprovechados por los poblados dentro y cerca del Macizo del Cajas (Vasco et al., 2012).



Figura 1. Mapa del área total de estudio

1.2 Fase de campo

Se analizaron un total de 10 lagunas, 5 al oriente y 5 al occidente dentro del Macizo del Parque Nacional Cajas. Los muestreos se realizaron en dos fases, la primera entre los meses de marzo a abril del 2021, correspondientes a la época lluviosa mientras que la segunda fase se realizó entre los meses de junio a julio, correspondiente a la época seca.

En cada laguna se establecieron tres estaciones de muestreo superficiales en la orilla (zona litoral): se determinó una estación cerca del afluente, una segunda en la zona media y una tercera cerca del efluente de cada una. En cada estación se colectaron 3 muestras, las dos primeras correspondientes a fito y zooplancton respectivamente y la tercera muestra se tomaba mediante arrastre desde la orilla, con tres repeticiones para tener una mayor precisión.

1.2.1 Muestreo Fitoplancton y Zooplancton

De cada punto de muestreo se obtuvo 3 submuestras, utilizando diferentes técnicas, en el caso de las dos primeras tomas de muestra para analizar fitoplancton y zooplancton

respectivamente, se realizó mediante filtrado de agua de la laguna utilizando una red de plancton de 50 μm de abertura de poro y el contenido de aproximadamente 250 ml de muestra se depositó en botellas plásticas. La última muestra se cambió de método de recolección, esta se dio mediante arrastre, haciendo tres lanzamientos de la red desde la orilla, la cual estaba sujeta con una cuerda, la longitud de arrastre fue de 15 metros cada una. El contenido de las muestras fue colocado en envases plásticos debidamente etiquetados y preservados para ser analizados posteriormente en el laboratorio (Crisóstomo et al. 2016). A las muestras de zooplancton se les añadió 12 ml de formol al 37 % mientras que para las muestras de fitoplancton se añadió 1,5 ml de lugol. Finalmente fueron trasladadas al laboratorio de Limnología de la Universidad del Azuay en hieleras y luego refrigeradas para su posterior conteo e identificación taxonómica (Iannacone & Alvariño, 2007).

1.3 Fase de laboratorio

Para el procesamiento de las muestras se llevaron a cabo dos técnicas, la cualitativa y cuantitativa, para lo cual se procedió a seguir los siguientes pasos:

1.3.1 Identificación de Fitoplancton y Zooplancton

La identificación tanto de fito y zooplancton se llevó a cabo hasta el nivel de género, con la ayuda de claves taxonómicas, y registros fotográficos existentes como los de Sparer & Merchán, (2015). Para esta fase se siguió los lineamientos establecidos por Villafañe & Reid (1995). En el cual se establecen transectos horizontales separados a la misma distancia evitando los bordes, para esto se utilizó una placa (porta y cubreobjetos de 50 x 24 mm) en la cual se colocó una alícuota de 0,3 ml y con un aumento de 40x se logró observar con mayor claridad la muestra, esta observación se realizó varias repeticiones hasta completar los 400 individuos identificados.

1.3.2 Conteo de Fitoplancton y Zooplancton

Se realizó la determinación taxonómica de fitoplancton y zooplancton usando un microscopio de contraste de interferencia, con un objetivo plan-apocromático 40x-100x en donde se contaron un número total de 400 válvulas por cada laguna muestreada, tratando así de identificar el número máximo de especies presente en las zonas de estudio.

1.4 Análisis de datos

Para los análisis estadísticos se utilizó el software Rproject (R core team, 2019) con el paquete BiodiversityR (Kindt & Coe, 2015) el paquete Vegan para el análisis cluster (Suzuki & Shimodaira, 2019; Oksanen et al., 2019). Para las curvas de rango de abundancia se utilizó el paquete Graphics, incluido en Rproject.

1.4.1. Diversidad Alfa

Se analizó la diversidad alfa, la cual se define como el número de especies que existen en un área determinada y homogénea, se determinó en cada punto de muestreo establecidos en las lagunas, la riqueza y abundancia.

1.4.1.1 Curvas rango abundancia

El uso de curvas rango-abundancia para determina los patrones de distribución de la abundancia de las especies en las comunidades ecológicas. Se obtienen al ordenar jerárquicamente a las especies presentes en cada unidad de muestreo. Se coloca primero la de mayor abundancia y, con base en esta ordenación, se obtiene un perfil de abundancias por rango, de ahí su nombre. En estas curvas, las abundancias se representan en escala logarítmica (en este caso base 10) y presentan la enorme ventaja de que resumen gran cantidad de información en poco espacio (Me. dina, 2016)

1.4.1.2 Índice de Shannon

Este índice manifiesta la probabilidad de que dos individuos de una misma especie tomados al azar sean extraídos de una comunidad, el índice se direcciona en la medida de la riqueza de organismos donde los más comunes tienen mayor peso que los menos comunes, se tiene en cuenta valores de entre 0 y 1, donde una mayor cantidad de especies representa valores bajos. (Ferriol & Merle, 2013)

1.4.2 Diversidad beta

1.4.2.1 Análisis clúster

El análisis es considera una técnica estadística multivariante que busca agrupar elementos o variables (independiente: temporalidad y dependiente: riqueza y abundancia) tratando de encontrar la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos, clasifica automáticamente los datos a partir de una tabla de casos-variables y trata de situar los casos en

grupos homogéneos, conglomerados o clústers no conocidos de antemano, pero sugeridos por la propia esencia de los datos, de esta manera existen individuos que pueden ser considerados similares asignados a un mismo clúster, mientras que por otro lado los individuos diferentes se agrupan en clúster distintos (Del Campo, 1983).

1.4.2.1 Índice de Bray-Curtis

El índice de Bray-Curtis es una medida de similitud de las abundancias de cada especie presente para cada punto de muestreo realizado. Se expresa en la abundancia o densidad de especies de X conjunto y abundancia de las especies en el Y conjunto (Colwell et al., 2015).

CAPÍTULO II

RESULTADOS

FITOPLANCTON

2.1 Diversidad general

Para las 10 lagunas muestreadas, se identificaron un total de 23.200 individuos, distribuidos en 245 especies, 45 géneros, 27 familias, 18 órdenes, 14 clases y 8 filos. Los órdenes más representativos fueron Naviculales con 29.93 %, Bacillariales con 10.76 % y Tabellariales con 10.64 % (Fig. 2). Mientras que las familias con mayor número de géneros fueron Naviculaceae con 21.77%, Bacillariaceae con 10.76 % y Tabellariaceae con 10.64 % (Fig. 3).

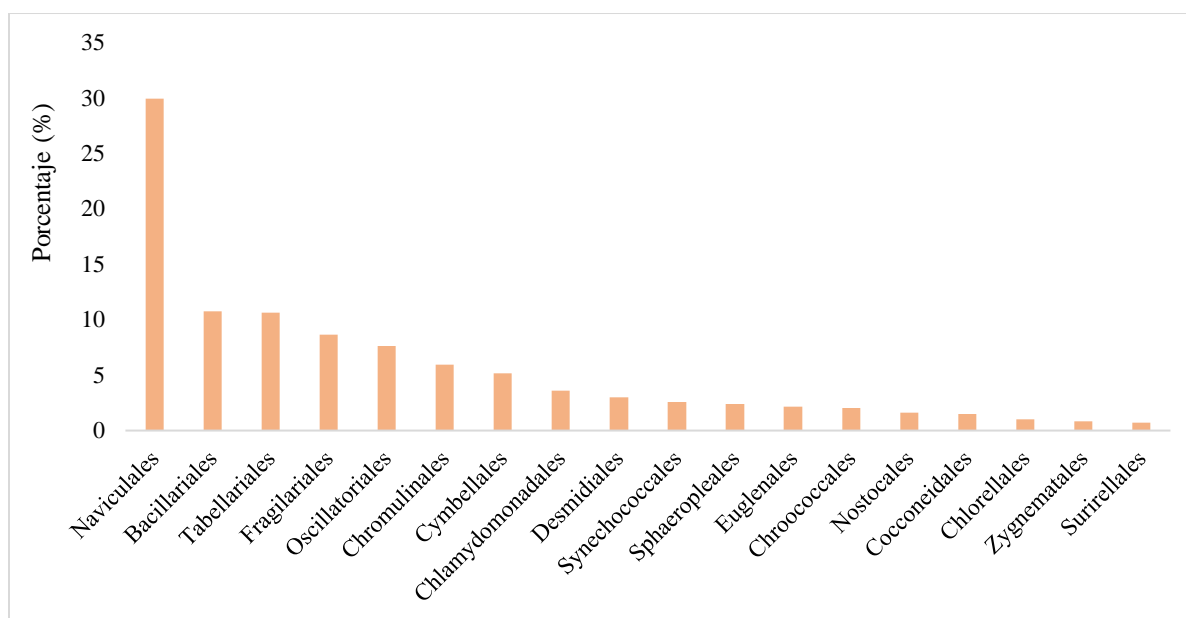


Figura 2. Porcentaje de contribución de órdenes de fitoplancton registrada en las lagunas monitoreadas.

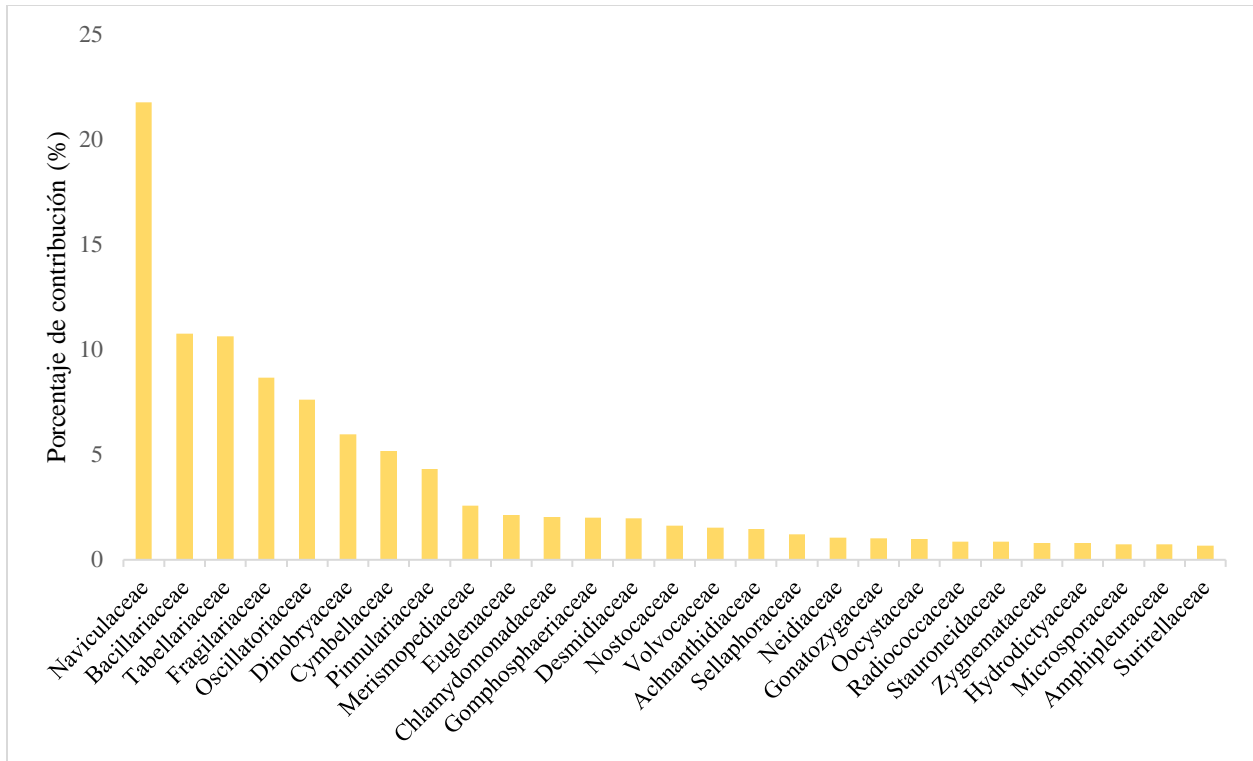


Figura 3. Porcentaje de contribución de familia de fitoplancton registrada en las lagunas monitoreadas.

Respecto a las 245 especies registradas, *Navicula radiosa* es la especie con mayor abundancia con 5.66%, seguida de *Navicula cryptocephala*, 4.95 % (Fig. 4); *Tabellaria flocculosa*, 3.65 %, *Denticula sp. 1*, 2.91 %, *Tabellaria sp. 1*, 2.82% y *Dinobryon cylindricum* con 2.70%. El conjunto estas 6 especies representan el 22.69% del total de individuos muestreados (Fig. 5).

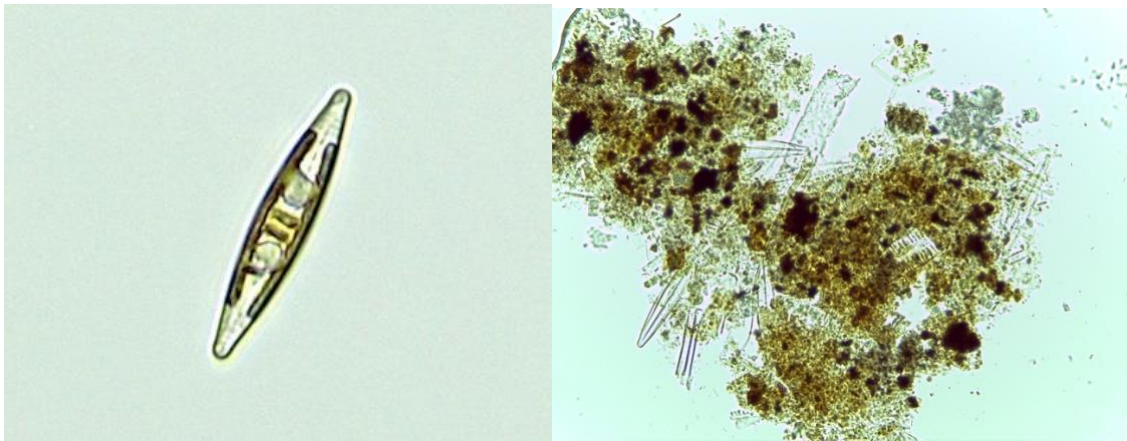


Figura 4. Especies más abundante de fitoplancton *Navicula radiosa* (inzquierda), *Navicula cryptocephala* (derecha)

En general, las siguientes 55 presentan un porcentaje individual $\leq 2,6\%$ pero $\geq 0.5\%$ y en conjunto representan el 50.92% del total. Mientras que las restantes 184 especies tienen un porcentaje individual $\leq 0.49\%$ y en conjunto representan el 26.39% restante.

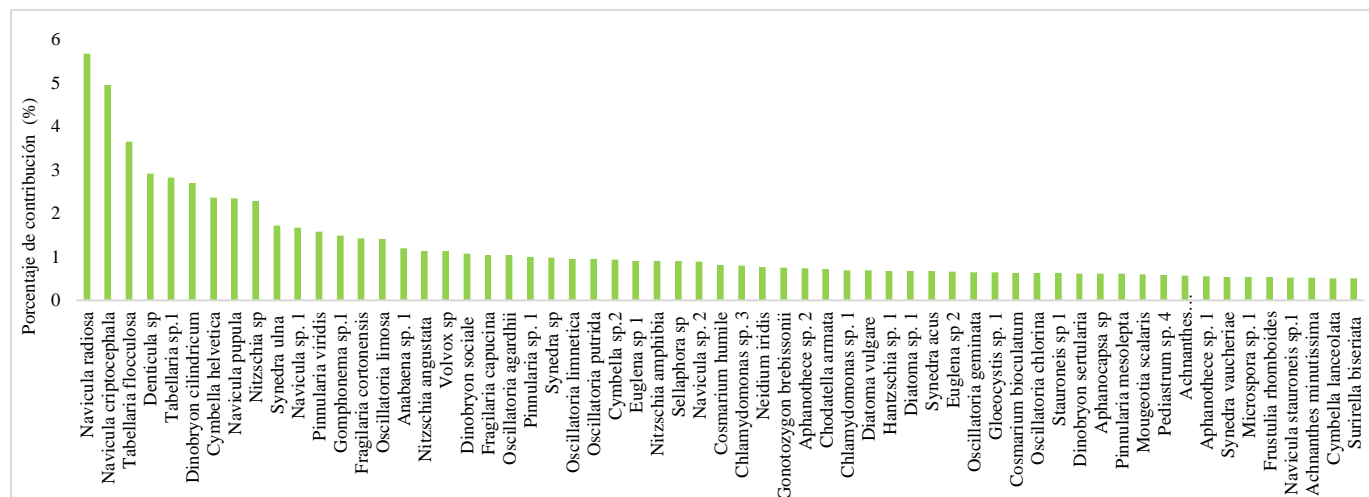


Figura 5. Porcentaje de contribución de las especies registradas de fitoplancton $\geq 0.5\%$

Con respecto al número de especies por laguna, Dublas y Toreadora presentaron la riqueza de especies más alta 69 y 70 especies, mientras que las lagunas con menor diversidad fueron Patos, Taitachugo y Chusalongo con 41, 41 y 40 especies respectivamente (Fig. 6).

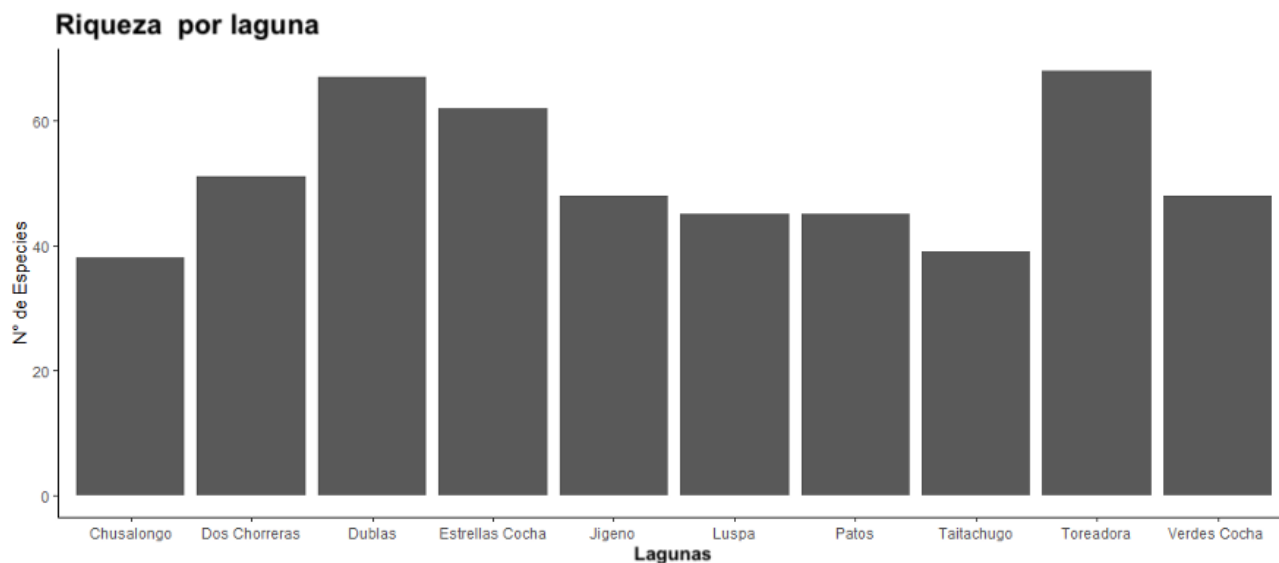
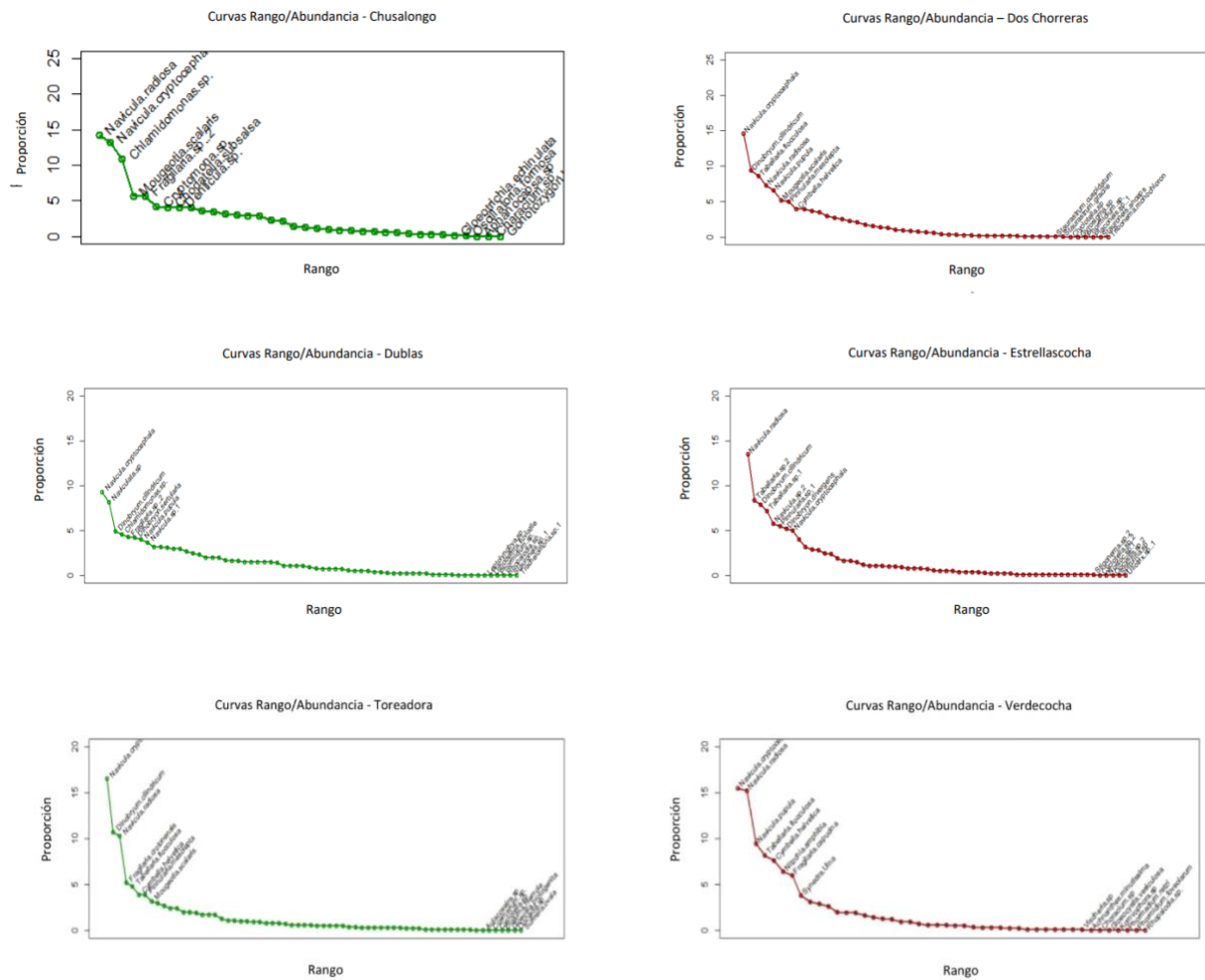


Figura 6. Número de especies registradas por laguna.

2.2 Diversidad Alfa

2.2.1 Curvas rango abundancia

Las 10 lagunas muestreadas presentaron una composición de especies diferente para cada laguna, sin embargo, *N. radiosa* fue la especie más abundante en 4 de las lagunas muestreadas con respecto a las otras especies (Fig. 7).



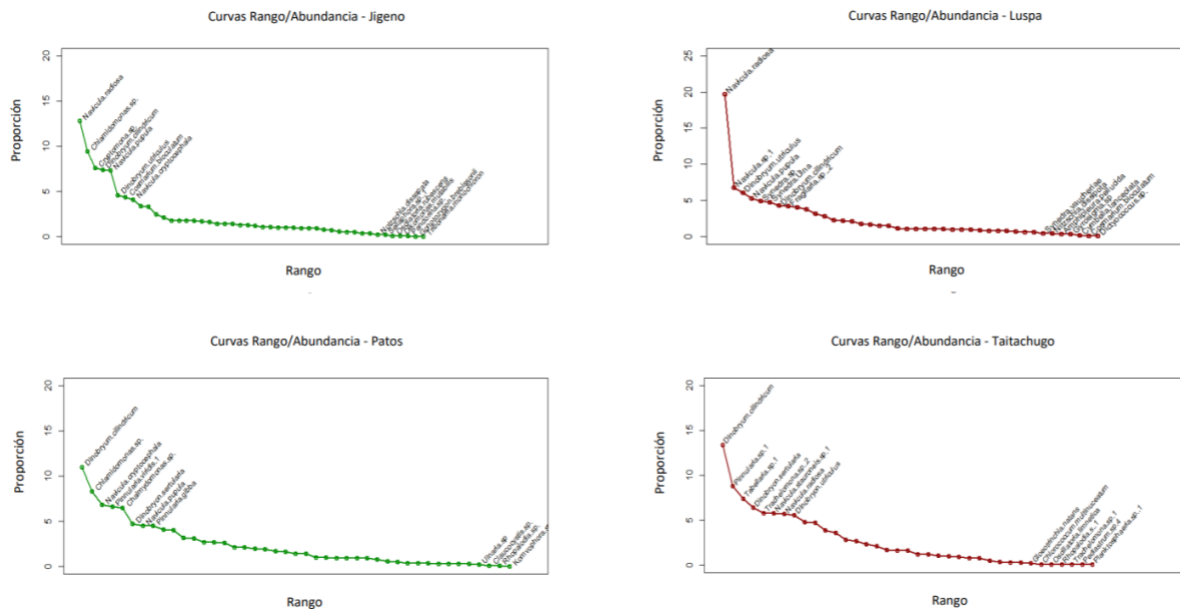


Figura 7. Curvas rango - abundancia para todas las 10 lagunas muestreadas.

En la laguna Chusalongo; *N. radiosa*, *N. cryptocephala* y *Chalamidonas sp.* son las especies que tienen mayor proporción con valores de 14.5%, 13.6% y 10% respectivamente, mientras que las especies *Charactum sp* y *Gonotozygon sp* representan menos del 0.5% de especies e individuos encontrados.

En Dos Chorreras: *N. cryptocephala*, *D. cillindricum* y *T. floclulosa* son las especies que poseen mayor proporción con valores de 15%, 9% y 8.5% respectivamente, mientras que las especies *S. anceps* y *T. mohochloron* representan menos del 0.025% de especies e individuos encontrados (Fig. 7).

La laguna Dublas presenta los siguientes resultados: *Naviculata cryptocephala*, *Naviculata sp.* y *D. cillindricum* son las especies que mayor proporción con valores de 9 %, 7.6% y 4.5% respectivamente, mientras que las especies *Stuaroneis sp. 1* y *Tranchelomona sp1* representan menos del 0.005% de especies e individuos encontrados (Fig. 7).

En Estrellas Cocha las especies con mayor abundancia son: *N. radiosa*, *Tabellaris sp* y *D. cillindricum* con valores de 13.25%, 8% y 7.75% respectivamente, mientras que las especies *Spirulina sp* y *Ullotrix sp* representan menos del 0.025% de especies e individuos encontrados.

En la laguna Luspa: *N. radiosa*, *Navicula sp*, y *D. cillindricum* son las especies que mayor abundancia presentaron con valores de 20%, 6% y 5% respectivamente, mientras que las especies *C. bioculatum* y *Dictyococcus* representan menos del 0.025% de especies e individuos encontrados.

Laguna de Patos presenta una amplia diversidad: *D. cillindricum*, *Chlamidomonas sp*, *N. cryptocephala* y *P. viridisi* son las especies que mayor abundancia presentaron con valores de 10.75%, 8.25%, 6.75% y 5.75% respectivamente, mientras que las especies *Rhopalodia sp* y *Komvophora sp* representan menos del 0.025% de especies e individuos encontrados.

Para la laguna de Taitachugo las especies dominantes fueron: *D. cillindricum*, *Pinnularia sp* y *Tabellaria sp* presentando valores de 11.25%, 8.25%, 6.75% y 5.75% respectivamente, mientras que las especies *Rhopalodia sp* y *Komvophora sp* representan menos del 0.025% de especies e individuos encontrados.

Toreadora presenta los siguientes resultados en su abundancia de especies: *Navicula sp*, *D. cillindricum* y *N. radiosa* son las especies que mayor proporción presentan con valores de 17.5%, 11.25%, 10% y 5.75% respectivamente, mientras que las especies *G. protogenita*, representan menos del 0.025% de especies e individuos encontrados.

Finalmente, Verdecocha tiene como resultados a: *N. cryptocephala*, *N. radiosa* y *N. pupula* como las especies más abundantes con valores de 15.10%, 15 % y 7.5% respectivamente, mientras que las especies *P. Foveolarum* y *Rhopalodia sp* representan menos del 0.005% de especies e individuos encontrados.

2.3 Índice de diversidad de especies Shannon

El índice de Shannon indica que las lagunas con mayor diversidad son Dublas, Toreadora y Luspa con 3.59, 3.29 y 3.26 respectivamente; por otra parte, las lagunas Verdecocha y Chusalongo con 2.85 y 2.98 presentan menor diversidad. Según los valores obtenidos todas las lagunas presentan alta diversidad, sin embargo, Dublas es la más diversa mientras que Verdes Cocha es la menos diversa (Fig. 8).

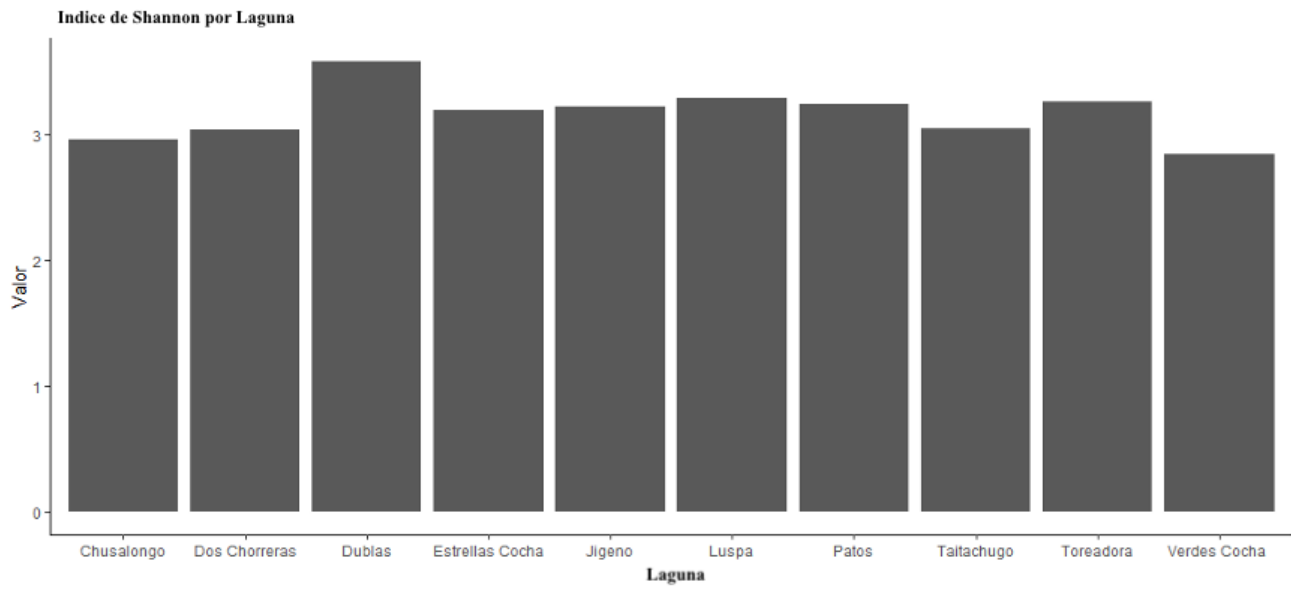


Figura 8. Índice de Shannon - Weiner para cada laguna muestreada

2.3 Diversidad Beta

2.3.1 Análisis Clúster

El análisis clúster agrupó los datos en 4 grupos principales. El primero está compuesto por las lagunas de Verdecocha, Toreadora y Dos Chorreras, esto puede explicarse en la cercanía de acuerdo a la distribución geográfica de las mismas; el segundo grupo lo conforman las lagunas de Jigeno y Chusalongo a pesar que no comparten valores similares de abundancia o riqueza, las cualidades ecológicas les permiten las cercanías en el análisis clúster; el tercer grupo integrado por Dublas y Patos, es el primer grupo aislado que presenta las diferencias más amplias basados en los dos grupos anteriores tanto en composición de abundancia como de riqueza. Estrellas Cocha y Luspa es un grupo que presenta una amplia diferencia en su composición, pero entre ellas una similitud en el comportamiento ecológico de su periferia tanto como fauna y flora (Fig. 9).

Finalmente, la laguna de Taitachugo es la laguna que presenta mayor diferencia y se aísla de las demás lagunas muestreadas en el presente estudio.

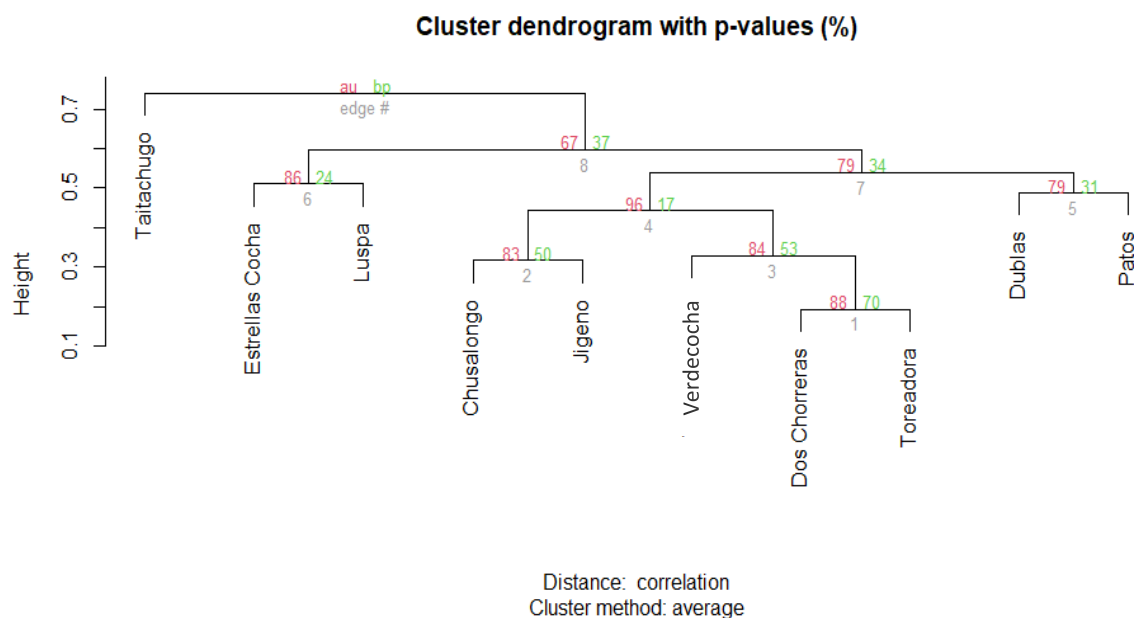


Figura 9. Análisis clúster basado en abundancia para las 10 lagunas muestreadas.
Leyenda: color rojo representa una aproximación imparcial y el color verde la probabilidad bootstrap.

2.3.2 Índices de Bray-Curtis

El índice de similitud de Bray Curtis expresa el cuan parecidos son los puntos muestreados en base a la abundancia de cada especie registrada. Los resultados sugieren que las lagunas en promedio comparten un 20% de similitud entre ellas. Siendo Jigeno, la laguna con mayor similitud en base a la abundancia de las especies registradas que es similar a Chusalongo (0.367), Patos (0.236), Luspa (0.203) y Dos Chorreras (0.250) (Tabla 1).

Tabla 1. Índice de similitud de Bray Curtis para las 10 las lagunas muestreadas.

	Chusalongo	Dos Chorreras	Dublas	Estrellas Cocha	Jigeno	Luspa	Patos	Taitachugo	Toreadora	Verdeocha
Chusalongo	1,000	0,214	0,232	0,055	0,367	0,145	0,197	0,090	0,109	0,123
Dos Chorreras	0,214	1,000	0,200	0,160	0,250	0,179	0,195	0,103	0,264	0,188
Dublas	0,232	0,200	1,000	0,179	0,181	0,149	0,256	0,146	0,110	0,121
Estrellas Cocha	0,055	0,160	0,179	1,000	0,082	0,184	0,108	0,155	0,096	0,093
Jigeno	0,367	0,250	0,181	0,082	1,000	0,203	0,236	0,078	0,217	0,227
Luspa	0,145	0,179	0,149	0,184	0,203	1,000	0,132	0,081	0,135	0,113
Patos	0,197	0,195	0,256	0,108	0,236	0,132	1,000	0,096	0,135	0,127

ZOOPLANCTON



Figura 8. Phylum Rotífero encontrado en 6 lagunas muestreadas.

Se registró zooplancton en 6 de las 10 lagunas muestreadas y un solo phylum: Rotífero, aunque la abundancia fue diferente de acuerdo con la laguna muestreada (Fig. 8). Chusalongo presentó la mayor abundancia con 11 individuos, seguido de Estrellas Cocha con 8 individuos mientras que en Jigeno se registró un solo individuo. En general, las lagunas que no registraron zooplancton fueron la Toreadora, Dos Chorreras, Verdecocha y Taitachugo (Fig. 9).

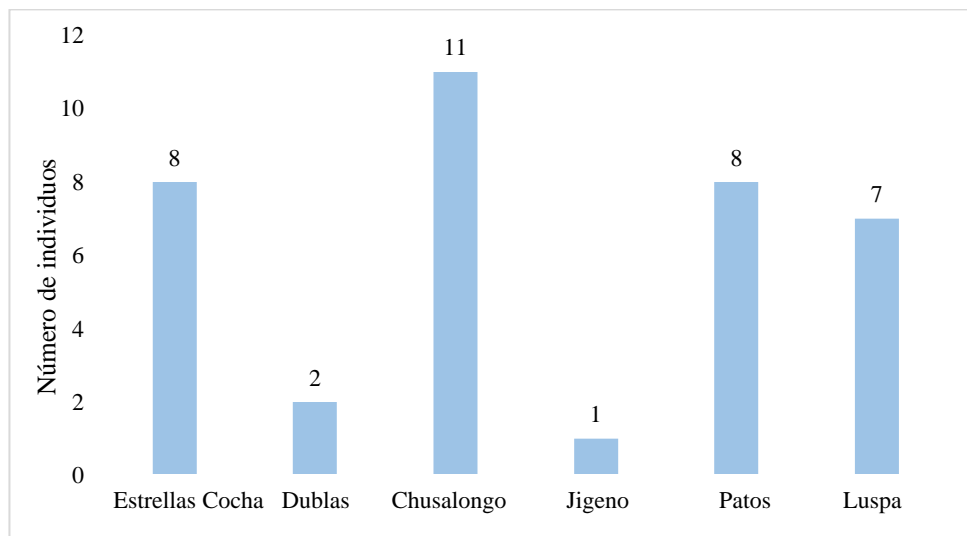


Figura 9. Abundancia de zooplancton phylum Rotífero registrada en 6 lagunas monitoreadas.

CAPÍTULO III

DISCUSIONES

Se identificaron un total de 23.200 individuos distribuidos en 245 especies, 45 géneros, 27 familias, 18 órdenes, 14 clases y 8 phylum para las 10 lagunas muestreadas y en base a los resultados del índice de Shannon todas las lagunas presentan una alta diversidad. El presente estudio registró mayor número de especies, pero menor número de géneros comparada a Merchán & Sparer, (2015) quienes encontraron 230 morfotipos diferentes, distribuidos en 113 géneros.

Debido al tipo de muestreo realizado podemos mencionar que la diversidad encontrada es la correspondiente a la zona epilimnética de las lagunas del Macizo del Cajas y corresponde a un método rápido de análisis. Sin embargo, la diversidad registrada es alta y comparable con estudios que han considerado métodos de muestreo más rigurosos como los realizados por Criales et al., (2020) que identificaron un total de 120 especies de fitoplancton en cinco lagunas altoandinas o Salazar et al., (2011) que encontraron 55 géneros, aunque en el presente estudio la riqueza de especies registrada es mayor.

Con respecto a la dominancia de especies, *Navicula radiosa*, *Navicula criptocephala* y *Tabellaria flocculosa*, fueron las especies más comunes para la mayoría de las lagunas muestreadas. Estos resultados coinciden con los de Peraza (2017) que encontró al género *Navicula* como uno de los grupos más diversos de fitoplancton en embalses. Adicionalmente, Salazar et al., (2011) registró el género *Navicula* como el tercero más importante con un porcentaje de 7.73%.

Los grupos de clasificación obtenidos para las lagunas en el análisis clúster pueden explicarse de acuerdo con la distribución geográfica de las mismas; según García (2015), en los puntos de muestreo que son cercanos geográficamente es un causal del compartir especies y a la vez comprobar la similitud y diferencias en las lagunas bajo características biológicas como la biodiversidad.

En el caso del zooplancton, se registró un solo phylum, Rotífero con pocos individuos. Esto podría atribuirse al método superficial y solamente en la zona litoral, así como a la hora de los muestreos. Según Claps (2000), la ubicación de puntos de muestreo y hora del día en el que se realiza la colecta de zooplancton es importante debido a la tendencia de migraciones verticales que presenta el zooplancton ocasionadas principalmente por las relaciones presa-predador, en el día el zooplancton evita la exposición directa a la luz solar para evitar ser localizados con facilidad y en la medida que la luz desaparece vuelve a migrar para alimentarse de fitoplancton.

CONCLUSIONES

Se concluye que cada una de las diez lagunas estudiadas presentan en su zona litoral una alta diversidad de especies de fitoplancton y que la similitud compartida entre lagunas es en promedio de un 20%.

En general, las especies de fitoplancton más representativas, en cuanto al factor abundancia, para todas las lagunas fueron: *Navicula radiosa*, *Navicula criptocephala*, *Tabellaria flocculosa*, *Denticula sp. 1*, *Tabellaria sp.* y *Dinobryon cylindricum*.

Aunque los porcentajes de contribución de cada especie son relativamente bajos, la especie más abundante presenta una contribución de 5.66% mientras que existen 55 especies con bajas contribuciones individuales ($\geq 0.5\%$ y $\leq 2,6\%$) pero que en conjunto representan aproximadamente la mitad de la diversidad total (50.92%). Adicionalmente 184 especies tienen un porcentaje individual de contribución de $\leq 0.49\%$ y en conjunto representan el 26.39% restante.

En el caso de zooplancton se recomienda realizar muestreos considerando la hora del día y la profundidad del muestreo.

Para estudios a futuro se recomienda incluir en estos estudios variables medioambientales del entorno de los cuerpos de agua lénticos, así como también variables internas químicas de cada

cuerpo de agua. Ya que este conjunto de datos nos permitiría analizar holísticamente las razones por las cuales diferenciamos las lagunas aquí analizadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, G. (2009). Variación temporal del fitoplancton en la laguna Sabana del páramo de Belmira. Antioquia, Colombia (Tesis Licenciatura), Universidad Industrial de Santander, Colombia.
- Baylón, M., Roa, K., Libio, T., Tapia, L., Jara, E., Macedo, D., ... & Dextre, A. (2018). Evaluación de la diversidad de algas fitoplanctónicas como indicadores de la calidad del agua en lagunas altoandinas del departamento de Pasco (Perú). *Ecología aplicada*, 17(1), 119-132.
- Colwell, R. K., Chao, A., Chazdon, R. L., & Shen, T. J. (2005). Un nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. In *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma* (pp. 85-96). GORFI.
- Conde, J., Ramos, E., & Morales, R. (2004). El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Revista Ecosistemas*, 13(2).
- Coutinho, M., Brito, A., Pereira, P., Gonçalves, A., & Moita, M. (2012). A phytoplankton tool for water quality assessment in semi-enclosed coastal lagoons: Open vs closed regimes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 110, 134-146.
- Crisóstomo, L., Alcocer, C., Lozano, C., & Rodríguez, M. (2016). Fitoplancton de la Laguna del Carpintero, Tampico, Tamaulipas, México. *Interciencia*, 41(2), 103-109.
- Danilo Minga, Raffaella Ansalloni, Adolfo Verdugo, Carmen Ulloa. (2016). Flora del páramo del Cajas. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8786>
- Del Campo Martín, A. (1983). Una aplicación de Ecología Factorial al estudio de pautas espaciales de segregación social en el municipio de Madrid. *Ciudad y Territorio*, 58, 137-153.
- Espinosa, T. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos*, 52, 53-56.
- García, J. (2015). El zooplancton como indicador de la calidad del agua en embalses: un estudio en el ámbito de actuación de la Confederación Hidrográfica del Júcar.
- Gómez, R. (2016). Riqueza y composición florística del ecotono altoandino en las microcuencas Angas y Machángara, Macizo del Cajas-Ecuador. Cuenca.
- Halffter, G. (1995). ¿Qué es la biodiversidad? *Butlletí de la Institución Catalana de Historia Natural*, 5-14.
- Heiberger, R. M., & Neuwirth, E. (2009). One-way anova. In *R through excel* (pp. 165-191). Springer, New York, NY.
- Iannacone, J., & Alvariño, L. (2007). Diversidad y abundancia de comunidades zooplanctónicas litorales del humedal Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Gayana (Concepción)*, 71(1), 49-65.

López, E., & Serna, J. (1999). Variación estacional del zooplancton del embalse Ignacio Allende, Guanajuato, México y su relación con el fitoplancton y factores ambientales. *Revista de Biología Tropical*, 47(4), 643-657.

Medina, R., Leirana, J., & Navarro, J. (2016). Métodos gráficos para la exploración de patrones de diversidad en Ecología.

Ministerio del Ambiente Ecuador. (2017). Áreas protegidas. ambiente. gob. Obtenido del Parque Nacional "El Cajas".

Paesky, L. 2013. Métodos de cuantificación del Métodos de cuantificación del Fitoplancton, Ventajas y Desventajas. Argentina. Véase en: http://www.cofes.org.ar/descargas/relas/8_jornada/7_Recuento.pdf

Pastro, L. A., Dickman, C. R., & Letnic, M. (2014). Fire type and hemisphere determine the effects of fire on the alpha and beta diversity of vertebrates: a global meta-analysis.

Peraza Escarrá, R. (2017). Diversidad y abundancia de fitoplancton del embalse Abreus (Cienfuegos, Cuba) (Doctoral dissertation, Universidad de La Habana).

Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.

Reyes, P., & Torres, J. (2009). Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de condrictios de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector norte del paso Drake. *Revista de biología marina y oceanografía*, 44(1), 243-251.

Roldán, G., y Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de Limnología Neotropical* (2 ed.). Editorial Universidad de Antioquia. Antioquia, Colombia.

Salazar M., Naundorf-Sanz, G., & Medina-Tombé, M. (2011). Composición, dinámica y abundancia de la comunidad fitoplanctónica de una laguna con aguas de origen volcánico. *Luna Azul*, (33), 46-60.

Saldaña, A. (2013). Relación entre riqueza de especies y diversidad funcional de atributos foliares en dos ensamblajes de especies siempreverdes de un bosque templado lluvioso. *Gayana. Botánica*, 70(2), 177-187.

Sparer, A., & Merchán, D. (2015). Variación temporal de fitoplancton de seis lagunas altoandinas en relación a las características físico-químicas del medio. Tesis de pregrado. Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador.

Tapia, M. & Naranjo, C. (2014). Plancton continental en el Río Napo ecuatoriano durante abril de 2010. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. Vol. 19, No2. Instituto Oceanográfico de la Armada. INOCAR.

Tenelema, Euler. (2016). Validación de datos de turbidez obtenidos con el método del Disco Secchi en comparación con el método del turbidímetro en las aguas de la laguna Kulta Kucha,

del cantón Colta, provincia de Chimborazo durante el periodo abril-agosto del 2016. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Torres, G., Palacios, C., Calderón, T., & Recalde, S. (2006). Interacción del fitoplancton y zooplancton y sus condiciones oceanográficas durante el verano austral 2004 (Isla Greenwich-Antártica). *Revista Tecnológica-ESPOL*, 19(1).

Vasco, Sebastián; Rodríguez, Santiago; Rodas, Fabián; Pesántez, Mónica; Cabrera, Silvio; Romero, Marcelo; Schubert, Andreas; Ochoa, Hugo; Ramos, Henry, Lazo, John y Vallejo Silvia (2012) Área de Biosfera Macizo del Cajas. Ecuador.

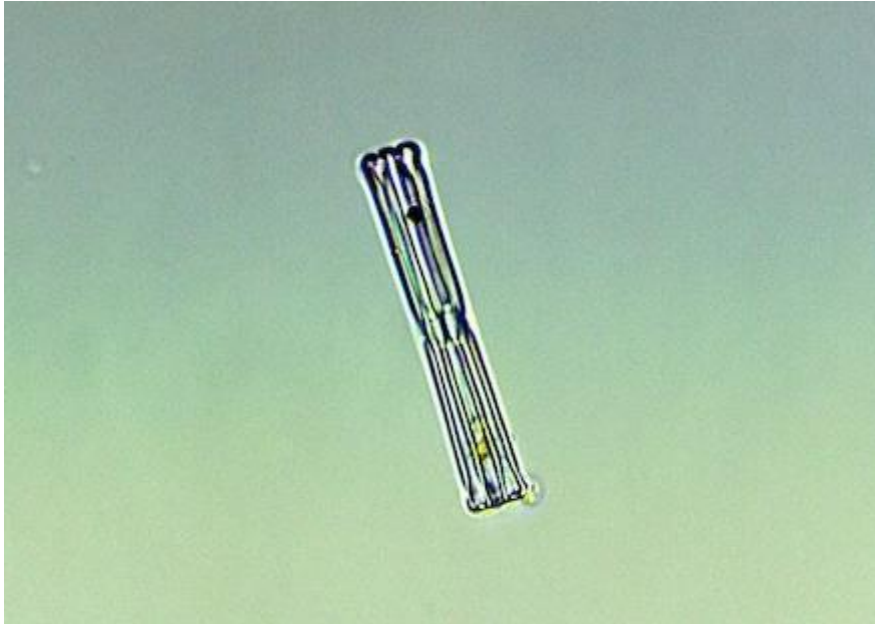
ANEXOS



Anexo 1. Especie de fitoplancton registrada en las lagunas monitoreadas: *Dinobryon cylindricum*



Anexo 2. *Pinnularia viridis*, especie de fitoplancton registrada en las lagunas monitoreadas.



Anexo 3. *Tabellaria fenestrata*, especie de fitoplancton registrada en las lagunas monitoreadas.



Anexo 4. *Cymbella helvetica*, especie de fitoplancton registrada en las lagunas monitoreadas.

Anexo 5. Abundancia estimada de especies registradas de fitoplancton en las diez lagunas monitoreadas.

Species	Chusalongo	Dos Chorreras	Dublas	Estrellas Cocha	Jigeno	Luspa	Patos	Taitachugo	Toreadora	Verdecocha
Acanthidium sp	29	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Achnantes microcephala	49	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Achnanthes minutissima	x	x	x	x	x	x	x	x	x	97
Amphora sp. 2	x	x	x	x	x	x	35	x	x	x
Anabaena sp	x	x	x	x	19	94	x	x	51	x
Ankistrodesmus sp3	x	x	13	x	x	x	8	x	x	x
Anomoeoneis sphaerophora	x	x	22	x	38	x	x	x	x	x
Aphamothece sp1	x	x	x	x	x	x	x	x	47	x
Aphanethece sp1	x	x	x	x	x	x	x	x	21	x
Aphanocapsa sp	23	x	x	35	77	x	x	x	x	7
Aphanotece sp.2	x	x	x	x	x	x	x	67	x	x
Aphanothece nidulans	34	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Aphanothece sp 2	39	x	x	3	x	x	x	x	x	x
Aphanothece sp.1	x	x	x	x	x	x	x	x	56	x
Aphanothece sp.2	x	x	x	x	x	x	x	37	11	x
Arthrodesmus covergens	34	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Astero coccus sp.3	x	x	x	x	x	52	x	x	x	x
Asterococcus sp1	x	x	x	x	x	x	8	x	24	x
Ceratoneis	x	x	x	66	x	x	x	x	x	x
Chlamidomonas sp	x	x	x	x	x	x	x	x	x	67
Chlamidomonas sp.	x	31	x	x	x	x	x	x	x	x
Chlamydomonas sp.	x	27	x	x	x	x	x	x	x	x
Chlamydomonas sp.3	x	x	x	x	x	x	x	186	x	x
Chlamydomonas sp1	x	x	x	x	3	x	33	x	x	x
Chlorococum sp.	x	25	x	x	x	x	x	x	x	x
Chlorococum multinucleatum	17	x	17	x	x	x	x	x	x	x
Chlorococum sp	x	x	x	x	5	x	23	x	15	x
Chodatella armata	x	x	78	x	33	x	x	36	x	23

Chodatella longiseta		26	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Chodatella sp.	x		x	x	x	x		76	x	x	x	x
Choracium sp	x		x	x			13	x	x	x	x	17
Choracium sp	x		x	x			27	x	x	x	x	x
Choromonas sp	x		x			33	x	x	x	x	x	x
Chroococcus sp. 1	x		x	x			x		21	x	x	x
Chroomonas sp	x		x	x		21	x	x		1	x	x
Closterium sp		11	x	x	x			21	x	x	x	x
Closterium sp3		23	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Closterium sp4		22	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Closterium sp5	x		x	x	x		x	x	x	x		21
Clycotella sp	x			75	x	x	x	x	x	x	x	x
Cocconeis sp.2	x		x		x	x	x	x			22	1
Cocconeis sp1		17	x		12	x	x	x	x	x	x	x
Colelastrum	x		x			21	x	x	x	x	x	x
Coloneis silicula	x			22	x	x	x	x	x	x	x	x
Comarium sp	x		x		x		43	x	x	x	x	x
Cosmarium bioculatum	x		x		x		x		79	x	x	x
Cosmarium formosolum	x		x		x		x	x	x	x	x	49
Cosmarium humile	x		x		16		29	37	x	x	x	106
Cosmarium sp		21	x		x	x		x	x	x	x	3
Cosmarium sp		85	x		x	x		4	x	x	x	3
Cosmarium sp 7	x		x		x	x		x		44	x	30
Cryptomona sp		13	x		x	x		16	x	x	x	x
Cyclotella sp	x		x		x	x		x		71	x	x
Cyclotella sp2	x		x		14	x		x	x	28	x	x
Cyclotella sp2	x		x		46	x		x	x	x	x	x
Cymbella helvetica	x			30	36		27	5	x	x	x	176
Cymbella helvetica		17	x		97		38	13	x	109	x	x
Cymbella lanceolata	x			58	x	x		x		38	x	21
Cymbella sp. 2	x		x		x	x		x		27	x	x

Cymbella sp.2	x	x	x		25	x		23	x	x	x		x	
Cymbella sp2	x	x	x	x		x	x	x	x				33	x
Cymbella sp2	x	x	x	x		x	x		84	x			50	x
Denticula sp		46	x	x	x		3	x	x		23		40	x
Denticula sp		15	x		108	134	151	x		150	x	x		x
Diatoma elongalum		58	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x
Diatoma hiemale	x	x	x	x		x	x	x	x	x			32	x
Diatoma sp	x	x		41	x	x	x		5	x	x			x
Diatoma sp 1	x	x	x	x		x	x	x	x	x			33	x
Diatoma sp. 2	x	x	x	x		x		71	x	x	x			x
Diatoma sp1	x	x	x	x		x	x	x	x	x			76	x
Diatoma sp3	x	x	x	x		x	x	x	x	x			40	x
Diatoma sp5		62	x	x	x		12	x	x	x			5	x
Diatoma vulgare		10	x		62	x	24	x		42	x		23	x
Dictyococcus sp	x			17	x	x	x		2	x	x	x		28
Dictyococcus sp	x	x		x	x		22	x	x	x	x			x
Dinobryon cilindricum	x	x		x	x		x	x	x		38	x		x
Dinobryon cillindricum	x	x			15	25	18	x	x	x	x			x
Dinobryon cylindricum	x			66	3	x	35	x		34	x		22	x
Dinobryon sertularia	x	x		x	x		x	x	x		127		16	x
Dinobryon sociale	x	x		x		67	137	x		46	x	x		x
Dinobryum cilindricum	x	x		x	x		x		143	x	x	x		x
Diploneis sp 2	x	x		x	x		x	x	x	x			22	x
Dynobryon cilyndricum		78		148	x	x	x	x	x	x	x			x
Euastrum sp	x	x		x	x		45	x	x	x			3	x
Euglena sp	x	x		x	x		x	x		22	x	x		x
Euglena sp 2	x	x		x	x		x	x		4	x		93	x
euglena sp1	x	x		x	x		x	x		79	x	x		x
Euglena sp1	x	x		x		23	x	x		1	x	x		x
Euglena sp2	x	x		x	x		x	x	x	x			48	x
Eunotia sp 1	x	x		x		22	x	x	x	x	x			x

Eunotia sp1	30	x		x		x	x	x	x		30	x
Eurastrum	62	x		x		x	x	x	x			x
Fragilaria capucina	72	x			70	x	x		3	x		x
Fragilaria construens		x		x		x	x	x		25	x	x
Fragilaria cortonensis		x		26	x		x	x	x			x
Fragilaria crotonensis	32			11		9	x	x	x			12
Fragilaria crotonensis	38	x			x		x		74	x	10	x
Fragilaria sp.1		x			x		x	x			41	x
Fragilaria sp1	82	x			x		x	x	x			x
Fragillaria capucina		x			x		x	x	x			71
Fragillaria crotonensis	7	x			x			22	73	x		x
Frustulia sp1		x			x		x			45	x	x
Frustulla rhomboides		x				75	x		45	x		x
Frustulla sp1		x			x		x			48	x	x
Ghomponema sp1		x			x			21	x	x	x	x
Glenodinium pulvisculus		x				23	x		x	x		x
Gloeocystis sp		x			x		x			94	x	x
Gloeocystis sp1		x			x		x				27	x
Gloeothece sp		x			x		x		x			23
Golenkinia sp		x			x			55	x	x	x	x
Gomphonema sp.1	15			19	x			123	x	x	96	29
Gonatozygon sp.		x			x		x			15	x	
Gonotozygon brebissonii		x				16	x			159	x	x
Gyrosigma sp		x			1	x		x		40	x	x
Hantzschia sp		x			x		x		23	x		x
Hantzschia sp. 1	34	x			x			45	x	x	x	x
Hantzschia sp1		x			x			46	x	x	x	x
Hantzschia sp2		x			x			48	x	x	x	x
Microspora sp 2		x			x			34	x	x	x	x
Microspora sp. 1		x			x		x		x	x		45
Microspora sp. 2		x			x		x		x	x		45

Microspora sp1		22	x		x	x		x	x	x			12	x
Microspora sp1	x		x		x	x		27	x	x	x		7	x
Monas gattula	x		x		x	x		x	x	x		34	x	x
Monoraphidium sp.1	x		x		x	x		x	x	x		66	x	x
Mougeotia scalaris	x			114	x	x		x	x	x	x		x	x
Mougeotia scolaris	x		x		x	x		x	x	x	x		24	x
Navicula cryptocephala	x			121	x	x		x	x	x	x		x	x
Navicula cryptocephala		25		263	x	x		x		50	x	x	x	240
Navicula cryptocephala		96	x			144		69	119	x	x	x	x	x
Navicula pupula	x			144	x	x		x		66	x	x	x	139
Navicula pupula		80	x			87	x		25	x	x	x	x	x
Navicula radiosa	x			87		78	x		x	124		12	76	x
Navicula radiosa		155	x			14		44	93	54		95	x	79
Navicula radisosa	x			84	x	x		x	x	x	x		x	x
Navicula sp 1	x		x		x	x		x	x	x	x			81
Navicula sp. 1	x		x		x	x		x		121	x	x	x	x
Navicula sp1	x		x		x			33	8	x		54	x	x
Navicula sp1	x		x		x			73	x	x	x	x	x	x
Navicula sp2		1	x		x			35	x	x	x	x		22
Navicula sp2	x		x		x	x		x	x	x	x			147
Navicula stauroneis sp.1	x		x		x	x		x		41	x		81	x
Neidium iridis	x		x			59	x		55	x		20	x	39
Nephrocytium sp 3	x		x		x	x		x	x		21	x	x	x
Nitzschia sp	x			51	x	x		x	x	x	x		x	x
Nitzschia amphibla	x		x		x	x		x	x	x	x		x	31
Nitzschia sp	x		x		x	x		x		35	x	x	x	x
Nitzschia amphibla	x		x		x	x		x	x	x	x		x	72
Nitzschia amphibla	x		x		x			69	17	x	x	x	x	x
Nitzschia angustata		51	x			172	x		40	x		1	x	x
Nitzschia dissipata		15	x			17	x		x	x	x	x		33
Nitzschia dissipata	x		x		x	x		x		8	x		8	x

Nitzschia foticula	x		81	x	x		x	x	x	x	x	x
Nitzschia palea		90	x		x	x		17	x	5	x	x
Nitzschia sp	x		x		x			26	x	79	19	34
Nitzschia sp		106	x		x		103	43	x	84	x	24
Oedogonium sp1		4	x		x		x		x	46	x	27
Oedogonium sp1	x		x		x		104	x	x	x	x	x
Oocystis sp	x		x		x		48	x	x	x	x	7
Oscillatoria agardhi	x		x		x		x	x	x	x	x	81
Oscillatoria agardhii		28	x		59		43	x	x	x	x	32
Oscillatoria brevis	x		x		x		x	x	x	x	x	93
Oscillatoria brevis	x		7	x	x		x	x	x	x	x	14
Oscillatoria chlorina	x		9	x	x		x	x	x		15	57
Oscillatoria chlorina		1	x		x		x	49	x	14	x	x
Oscillatoria geminata	x		x		x		x	x	x		77	7
Oscillatoria geminata		24	x		37	x	x	x		4	x	x
Oscillatoria lacustris	x		5	x	x		x	x	x	x	x	51
Oscillatoria limnetica	x		9	x	x		x	x	x		2	99
Oscillatoria limnetica		1	x		40	x		69	x	x	x	x
Oscillatoria limosa	x		x		76	x	x		106	x	x	x
Oscillatoria limosa	x		x		94	x	x	x		49	x	x
Oscillatoria putrida	x		x		x		x	x	x	x	x	23
Oscillatoria putrida		11	x		x		55	117	x	x	x	13
Oscillatoria sp. 2	x		2	x	x		x		36	x	x	x
Oscillatoria splendida		17	x		23	x	x	x	x	x	x	x
Oscillatoria tenuis	x		x		23		12	22	x	34	x	x
Pandorina	x		88	x	x		x	x	x	x	x	x
Pandorina sp.	x		x		x		x	x	x		24	x
Pediastrum sp.4	x		x		x		x	x	x		44	x
Pediastrum sp4	x		x		x		92	x	x	x	x	x
Phormidium autumnale	x		x		x		3	15	x	x	x	42
Phormidium foveolarum	x		x		x		x	29	x	x	x	x

Phormidium retzi		15	x		x		x		29	x	x	x		x		x
Pinnularia mesolepta		8		110	x		x		x	x	x	x		x		x
Pinnularia mesolepta	x		x		x		x		x			23	x		x	x
Pinnularia sp.1	x		x		x		x		x		x			31	x	x
Pinnularia sp.2	x		x		x		x				67	x	x		x	x
Pinnularia sp1	x		x		x		x		9	x		x	x			91
Pinnularia viridis	x		x		x		x				121	x	x		x	x
Pinnularia viridis		12		45		127	x		24	x		x	x			36
Placoneis sp. 1	x			1	x		x				1	x	x			26
Placoneis sp1	x		x		x		x		x	x		x	x			39
Placonensis sp1		21	x		x		x		x	x		20	x		x	x
Planktosphaeria sp. 1	x		x		x		x				29	x			58	x
Pseudana baena sp	x		x		x		x		x	x		x	x			21
Pseudonabaena sp	x		x		x		x		10	x		3	x			18
Rhopalodia s. 1	x		x		x		x		x	x				59	x	x
Scenedesmus sp1		45	x		x		x		x	x		x	x		x	x
Sellaphora sp		12	x		x			15	x	x		x	x		x	x
Sellaphora sp.	x			30	x		x				151	x	x		x	x
Sphaerocystis sp 1	x		x		x		x		x	x		23	x		x	x
Starastrum panculatum	x		x		x		x		x	x		x	x		x	21
Staurastrum dicklel		33	x		x		x		x	x		x	x		x	x
Staurastrum punctulatum	x		x			12	x		15	x		x	x		x	x
Stauroneis anceps	x		x			19	x		22	x		x	x		x	x
Stauroneis sp 1	x		x			22	x			x		10	x			12
Stauroneis sp. 1	x		x		x			46	x	x		6	x		x	x
Stauroneis sp1		3	x		x			11	x	x		x	x			65
Stauroneis sp1	x		x		x		x		12	x		12	x		x	x
Stauronesis sp1	x		x		x		x		x	x		42	x		x	x
Stephanodiscus astraea	x		x		x		x		x	x				55	x	x
Stigeoclonium tenue	x		x		x			6	45	x		x	x		x	7
Surirella biseriata	x		x			19	x		x	x		98	x		x	x

Surirella ovala	x		80	x	x		x	x	x	x	x		x
Surisella biserata		25	x		18	x	x	x	x	x	x		x
Synedra acus	x			54	x	x	x	x	x	x			25
Synedra acus	x	x			31	x	x	x		45	x	x	x
Synedra sp	x	x		x	x	x		93		64	x	x	x
Synedra sp	x	x		x	x	x	x			33	x	x	x
Synedra sp.	x			37	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Synedra Ulna	x	x		x	x		8	82	x	x	x		69
Synedra ulna		28	x		29		45	81	x		27	x	28
Synedra vaucheriae		11	x		x	x		28	x	x	x	x	56
Synedra vaucherlae	x	x		x	x	x		12	x	x	x	x	15
Tabellaria fenestrata	x			50	x	x	x	x	x	x	x	x	7
Tabellaria flocculosa	x			301	x	x	x		10	x	x	x	147
Tabellaria flocculosa		62	x		141	x		88	x		8	x	59
Tabellaria flocculosa	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	29
Tabellaria sp	x	x		x	x	x	x			39	x	x	x
Tabellaria sp.1	x	x		x	x	x		134	x			168	x
Tabellaria sp1		16	x		x		47	x	x		33	x	15
Tabellaria sp1		43	x		x		34	x	x		65	x	59
Tabellaria sp2	x	x		x			45	x	x		6	x	14
Tetradinlum intermedium		5	x		x	x		19	x	x	x	x	x
Trachelomona sp. 2	x	x		x	x	x	x	x	x			24	x
Trachelomona sp1	x	x		x	x	x	x	x	x	x			55
Trachelomona sp2	x	x			49	x	x	x		6	x	x	x
Tribonema monochloron	x			1	43	x	x	x	x	x	x	x	x
Ullotrix sp. 1	x	x		x			43	x	x	x	x	x	x
Ullotrix sp. 3	x	x		x	x	x			24	x	x	x	x
Volvox sp		54	x		6		121	47	x		22	x	x