

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**TESIS:**

**Comunidad fitoplanctónica y características fisicoquímicas del  
agua en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del  
río Apacheta, Paras - Cangallo, Ayacucho. 2016 - 2017**

Para optar el título profesional de:  
**BIÓLOGA, ESPECIALIDAD: ECOLOGÍA Y  
RECURSOS NATURALES**

PRESENTADO POR:  
**Bach. Mariana RIOS LIZARBE**

ASESOR:  
**Dr. Carlos Emilio CARRASCO BADAJOZ**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2025**

A mis padres Luzmila y Sabino

por todo el apoyo que me brindaron.

A mis hermanos Miguel Angel y Angel Gabriel, quienes son mi alegría.

A mi hija Cataleya y a Jimmy mi

compañero de vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por permitirme utilizar sus instalaciones y dar vida a mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Biológicas que me introdujo en este mundo de la información y afianzar mi interés por la ciencia.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas, que han sido una fuente continua de orientación durante mi estancia en la universidad.

Al Laboratorio de Biodiversidad y Sistemas de Información Geográfica (BioSIG) por brindarme todos los materiales y equipos para el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajoz que, con su enorme experiencia profesional, sus sabios consejos y su apoyo ha sabido guiarme en la preparación y conclusión de este trabajo.

A la Mg. Blga. Carolina Rayme Chalco, por su gran ayuda en el procedimiento de recolección y procesamiento de muestras del laboratorio.

A mis compañeros Mariela Huaycha Allcca, Susan Mayra Cárdenas Badajoz, y Edgar Ricra Escriba, y todos aquellos que fueron de gran ayuda en la elaboración de esta investigación.

A la Mg. Iris Margot Samanez Valer por la oportunidad de haber realizado la pasantía en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, su apoyo y orientación fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

A mis jurados Dr. Walter W. Ochoa Yupanqui, Mg. Rebelino Acuña Martínez y MSc. Elmer A. Ávalos Pérez quienes brindaron valiosas sugerencias para la mejora de este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Marco conceptual	6
2.2.1. Comunidad	6
2.2.2. Fitoplancton	7
2.2.3. Características fisicoquímicas del agua	7
2.2.4. Bofedal altoandino	7
2.2.5. Cuenca	7
2.2.6. Pozas	8
2.2.7. Composición fitoplanctónica	8
2.2.8. Abundancia relativa	8
2.2.9. Similitud de comunidades	8
2.3. Bases teóricas	9
2.3.1. Bofedal	9
2.3.2. Importancia de los bofedales	9
2.3.3. Fitoplancton	10
2.3.4. Importancia del Fitoplancton	10
2.3.5. Relación del Fitoplancton con características Fisicoquímicas	11
2.3.6. Grupos taxonómicos de fitoplancton	12
2.3.7. Características fisicoquímicas del agua	15
2.3.8. Índices de diversidad biológica	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Ubicación de la zona de estudio	20
3.1.1. Ubicación política	20
3.1.2. Ubicación geográfica	20
3.1.3. Descripción de los bofedales	20

3.2.	Población y muestra	21
3.2.1.	Población	21
3.2.2.	Muestra	21
3.2.3.	Muestreo	21
3.3.	Metodología y recolección de datos	21
3.3.1.	Ubicación de las zonas de muestreo	21
3.3.2.	Recolección y transporte de muestras de fitoplancton	22
3.3.3.	Limpieza de frústulos de diatomeas	23
3.3.4.	Identificación y análisis de las muestras de fitoplancton	23
3.3.5.	Determinación de las características fisicoquímicas del agua	24
3.3.6.	Análisis estadístico	24
IV.	RESULTADOS	25
V.	DISCUSIÓN	41
VI.	CONCLUSIONES	48
VII.	RECOMENDACIONES	49
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
	ANEXOS	59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Coordenadas Geográficas de las pozas de muestreo de dos bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho.	22
Tabla 2.	Características fisicoquímicas determinadas en las muestras de agua obtenidas en las pozas de los dos bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho.	24
Tabla 3.	Composición de la comunidad fitoplanctónica en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho.	26
Tabla 4.	Composición de la comunidad fitoplanctónica por pozas en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa de la cabecera de cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho.	28
Tabla 5.	Composición de la comunidad fitoplanctónica según meses de muestreo de dos bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho.	30
Tabla 6.	Promedio y desviación típica de las características fisicoquímicas del agua en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho.	32
Tabla 7.	Correlación (Rho de Sperman) de la abundancia de las especies con las principales características fisicoquímicas del agua en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta.	36
Tabla 8.	Índice de similitud (Bray-Curtis) entre pozas de muestreo basados en las características de la comunidad fitoplanctónica en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho.	37
Tabla 9.	Índice de similitud (Bray-Curtis) entre meses de muestreo basados en las características de la comunidad fitoplanctónica en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho.	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Biplot del análisis de componentes principales basado en las especies de fitoplancton y las características fisicoquímicas del agua en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo	33
Figura 2.	Abundancia relativa promedio y desviación típica de las 25 especies más abundantes de la comunidad fitoplanctónica en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo.	34
Figura 3.	Abundancia relativa promedio de las especies de la comunidad fitoplanctónica por pozas en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo	35
Figura 4.	Dendograma de similitud (Bray-Curtis) para las pozas de muestreo basado en la comunidad fitoplanctónica en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.	38
Figura 5.	Dendograma de similitud (Bray-Curtis) para los meses de muestreo basado en la comunidad fitoplanctónica en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Meses y códigos de las pozas de muestreo de dos bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo.	60
Anexo 2.	Anexo 2. Prueba de normalidad de Kolmogorov- Smirnov para determinar el tipo de distribución que presentan las abundancias relativas de los componentes del fitoplancton en dos Bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo	61
Anexo 3.	Resultado del análisis de la prueba de Kruskal Wallis para comparar las características fisicoquímicas del agua de las pozas de dos bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo.	62
Anexo 4.	Abundancia relativa promedio de los componentes de la comunidad fitoplanctónica de dos bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo.	63
Anexo 5.	Abundancia relativa promedio y desviación típica de las especies de la comunidad fitoplanctónica por pozas en Bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo.	64
Anexo 6.	Constancia de la pasantía realizada en el Museo de Historia Natural de la UNSCH.	66
Anexo 7.	Imagen de ubicación de los bofedales y puntos de muestreo Paras-Cangallo, Ayacucho.	67
Anexo 8.	Registro fotográfico de los bofedales altoandinos Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho.	68
Anexo 9.	Registro fotográfico de las pozas de muestreo Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo.	69
Anexo 10.	Registro fotográfico de la colecta de muestras de fitoplancton Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo.	70

Anexo 11.	Registro fotográfico del procesamiento de muestras y la respectiva identificación de muestras de fitoplancton colectadas en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo.	71
Anexo 12.	Registro fotográfico de las especies identificadas de la división Heterokontophyta en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo, Ayacucho.	72
Anexo 13.	Registro fotográfico de las especies identificadas de la división Charophyta en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.	75
Anexo 14.	Registro fotográfico de las especies identificadas de la división Chlorophyta en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.	78
Anexo 15.	Registro fotográfico de las especies identificadas de la división Cyanobacteria en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.	80
Anexo 16.	Registro fotográfico de las especies identificadas de la división Euglenophyta en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.	81
Anexo 17.	Registro fotográfico de las especies identificadas de la división Dinoflagellata en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.	82
Anexo 18.	Matriz de consistencia.	83

## RESUMEN

Los bofedales son ecosistemas muy importantes que albergan una diversidad de fitoplancton, pero son pocas investigaciones realizadas en estas comunidades, principalmente en el departamento de Ayacucho. En ese sentido esta investigación se ha basado en evaluar la comunidad fitoplanctónica en relación a las características fisicoquímicas del agua en dos bofedales ubicados en la localidad de Apacheta, distrito de Cangallo, departamento de Ayacucho, durante los meses de noviembre a diciembre del 2016 y de enero a mayo de 2017. Se realizaron muestreos mensuales en estos dos bofedales, en el bofedal Abra Apacheta se tuvo 4 pozas de muestreo y en Rumiruyuccpampa 9 pozas, para la colecta de fitoplancton se filtró 16 litros de agua en una red de plancton con luz de malla de 20  $\mu\text{m}$  obteniendo una muestra de 100 ml la cual fue preservada con lugol; también se colectó muestras de agua para el respectivo análisis fisicoquímico, las muestras de fitoplancton y agua fueron etiquetadas considerando la fecha y el punto de muestreo antes de ser transportadas al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para su respectivo procesamiento. En los resultados obtenidos, Abra Apacheta está representado con 47 especies, 24 familias y Rumiruyuccpampa con 54 especies, 28 familias; en estos dos bofedales se reportaron 6 divisiones (Heterokontophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta y Dinoflagellata); en Abra Apacheta la división Heterokontophyta y Charophyta fueron la más diversa con 16 especies en, Rumiruyuccpampa Heterokontophyta fue la más diversa con 18 especies y Dinoflagellata fue la menos diversa representada por una sola especie en los dos bofedales. La especie con mayor abundancia fue *Tabellaria flocculosa* representando el 3,8% del total, encontrado solamente en el bofedal Rumiruyuccpampa y febrero fue el mes que registró el mayor número de especies (50) mientras en noviembre el menor con 29; en cuanto a las características fisicoquímicas del agua, las pozas tienen un pH que oscila desde 5,4 a 7,4 a excepción de la poza BBP1 del bofedal Rumiruyuccpampa que presentó el más bajo con 3,5 esta misma poza presenta valores más altos en conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales (STD) 1316,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 743,0 mg/l; los índices de similitud presentan valores desde 0% hasta 59%, por lo que las comunidades de fitoplancton registradas en las pozas de los bofedales muestreados son heterogéneas en cuanto a las especies que presentan

**Palabras clave:** Fitoplancton, bofedal, abundancia, composición, características fisicoquímicas.

## I. INTRODUCCIÓN

El término bofedal hace referencia a un tipo muy específico de humedal generalmente ubicado por encima de los 3500 m.s.n.m, cuya característica principal es la humedad constante del suelo durante todo el año (Choy & Anaya, 2018), descritos como hábitats naturales húmedos, con agua permanente, alimentados de diferentes fuentes como manantiales, agua de deshielo, ríos, en mayor proporción son alimentados por la lluvia (Limo, 2023). Son considerados ecosistemas frágiles ya que su desarrollo y permanencia dependen de las condiciones hídricas pues algún cambio mínimo de estas condiciones puede alterar el estado natural de estos (Fonkén, 2014); su importancia radica en que estos ecosistemas son una fuente principal de agua, además podemos encontrar especies endémicas con valor ecológico, el fitoplancton en un indicador ecológico en los cuerpos de agua de estos hábitats, los encargados de convertir el dióxido de carbono en carbono orgánico, lo que se considera producción primaria (proceso de la fotosíntesis), que será de soporte del mismo fitoplancton y de otras especies que hay en estos ecosistemas (Cepeda et al., 2006). Los bofedales estudiados Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa se encuentran a una altitud de 4700 y 4540 m.s.n.m ubicados en la cabecera de cuenca del río Apacheta, dentro del distrito de Paras, provincia de Cangallo, límite con el distrito de Pillpichaca del departamento de Huancavelica; resaltando que este ecosistema no está libre de las consecuencias del cambio climático, que incluyen el deshielo de sus nevadas, el aumento de la temperatura del aire, la disminución de las lluvias y otros factores que afectan a sus ecosistemas y a su vez, al almacenamiento de agua, todo ello genera importancia para estudios e investigaciones, si bien hay estudios relacionados a fauna y flora, pero son muy

pocos estudios en la comunidad de fitoplancton. Esta investigación ayudará a obtener mayor información de este bofedal que servirá como base a futuros estudios y se podrá realizar comparaciones y verificar la variación en cuanto a composición y diversidad de las especies fitoplanctónicas.

### **Objetivo general**

Evaluar las características de la comunidad fitoplanctónica en relación a las características fisicoquímicas del agua en dos bofedales ubicados en la localidad de Apacheta, distrito de Cangallo, departamento de Ayacucho, durante los meses de noviembre a diciembre del 2016 y de enero a mayo de 2017.

### **Objetivos específicos**

- a) Determinar la composición de la comunidad fitoplanctónica en relación a las características fisicoquímicas.
- b) Determinar la abundancia de los componentes de la comunidad fitoplanctónica en relación a las características fisicoquímicas.
- c) Calcular la similitud de las comunidades de fitoplancton entre las zonas de muestreo mediante el índice de Bray-Curtis.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **Internacional**

En un estudio realizado por Esqueda et al. (2016) en el humedal tropical Chaschoc ubicado en la cuenca baja del río Usumacinta (México), colectaron muestras durante los meses de marzo y mayo, se tomaron 10 puntos de muestreo con 3 repeticiones cada uno utilizando una red de 54  $\mu\text{m}$ , además se midieron parámetros fisicoquímicos como temperatura, conductividad y oxígeno; entre ellos, el grupo que más predominó fue Chlorophyta con 58 especies, seguido de Cyanophyta y Euglenophyta con 26 y 25 especies respectivamente. Adicional a ello los grupos menos representativos fueron los Bacillariophyta con 15, Dinoflagellata con 3 y los Cryptophyta tan solo con 2, resaltando que el número de especies de Cyanophyta, Euglenophyta y Chlorophyta fueron igual en los dos meses; a diferencia de mayo, donde los Bacillariophyta mostraron la mayor riqueza específica, estas especies de fitoplancton se encontraron a una conductividad eléctrica de 481 a 637  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y oxígeno disuelto de 10,7 a 24,8 mg/l.

Por otro lado, Bonilla et al. (2017) evaluó la composición, cantidad y variabilidad estacional de las comunidades fitoplanctónicas, así como la correlación entre la presencia o ausencia de estos microorganismos, en el humedal de El Resbalón (Cundinamarca, Colombia) donde se realizaron tres muestreos a lo largo del año, en los meses Julio (asociado a la estación seca), septiembre (asociado a la estación de transición) y octubre (asociado al aumento del caudal); utilizaron una red de 23  $\mu\text{m}$ , donde se filtró un volumen de 50 l de agua que se colocaron en frascos de plástico de 15 ml ya etiquetados. Se registraron los phylum Chlorophyta,

Cyanobacteria, Bacillariophyta, Euglenophyta, Ochrophyta, Charophyta y Rhodophyta con un total de 101 morfotipos, siendo dominante los Chlorophyta con 38 especies y Cyanobacteria con menor diversidad con 12, que permitieron analizar su estructura y dinámica, las especies *Polycistis sp1*, *Microcystis sp1*, *Lyngbya sp1*, *Nitzschia sp2* y *Ulothrix sp1* fueron los más representativos.

### **Nacional**

Milaveres (2022), realizó un estudio en las estaciones húmeda y seca en el humedal de Piticocha (Lima) donde describió la diversidad del fitoplancton, además de las características fisicoquímicas como pH, conductividad eléctrica y temperatura; para ello separaron en tres zonas, obteniendo un total de 18 puntos de muestreo, para el filtrado del agua utilizaron una red de plancton de una luz de malla de 20  $\mu\text{m}$  con el cual filtraron entre 30 y 50 litros de agua y para conservar las muestras solución de lugol, las mediciones de los parámetros fisicoquímicos lo hicieron *in situ* utilizando un multiparámetro HACH obteniendo un pH con un mínimo de 6,4 y el máximo con 8,5, la conductividad eléctrica con 10 a 450  $\mu\text{S/cm}$ . Identificaron un total de 213 especies, pertenecientes a ocho divisiones, siendo el Phylum Bacillariophyta el más dominante seguido de Phylum Charophyta a nivel espacial y temporal; por otro lado, Euglenophyta, Miozoa, Ochrophyta y Cryptophyta fueron los menos dominantes.

Rondoy et al. (2020), realizaron un trabajo de investigación en 5 humedales altoandinos donde determinaron las características físicas, químicas y biológicas (fitoplancton) y su relación con la existencia de *Lymnaea spp* realizado en el departamento de Piura, hicieron la colecta de muestras cada tres meses procurando que las horas de colectas sean las mismas, en el cual utilizaron una red de malla de 10  $\mu\text{m}$  para filtrar el fitoplancton y una cámara Sedgewick-Rafter para su cuantificación. Como resultado obtuvieron que el agua mantenía un pH que variaba entre 5,79 y 7,12 y la temperatura oscilaba entre 10,99 y 21,98 °C, respectivamente. En resumen, los cinco humedales altoandinos son ricos en fitoplancton, con 83 especies repartidas en 57 géneros y 5 divisiones (Cyanobacteria, Euglenophyta, Bacillariophyta, Charophyta y Chlorophyta), siendo Bacillariophyta la división más representativa en cuanto a recuento de especies; además, existe una correlación

positiva entre la temperatura del agua y el contenido en calcio y la densidad de población de caracoles, concretamente para *Lymnaea spp.*

Un estudio donde utilizaron indicadores fitoplanctónicos para evaluar el estado trófico y la calidad del agua de dos humedales de Candarave ( Tacna), denominada como C1 y C2 ubicado a 4444 y 4556 m.s.n.m, donde se documentó la composición fitoplanctónica desde abril del 2016 a marzo 2017, para el cual filtraron 40 l de agua en una red de 20  $\mu\text{m}$ , además utilizaron un equipo multiparamétrico portátil HACH ORP-HQ40d para analizar *in situ* el pH, la conductividad eléctrica, el oxígeno disuelto y la temperatura del agua en los mismos lugares de muestreo. En los humedales C1 y C2 se registró seis divisiones de fitoplancton (Cyanobacteria, Euglenophyta, Cryptophyta, Crysophyta, Bacillariophyta y Chlorophyta, siendo las más dominante Bacillariophyta, Cyanobacteria y Chlorophyta, y los grupos presentes de manera eventual fueron Cryptophyta, Euglenophyta Crysophyta; del análisis de correlación de Person se determinó que la Cryptophyta presenta una asociación significativa con la conductividad eléctrica, Euglenophyta con el oxígeno disuelto y las Cyanobacteria con la temperatura del agua, por lo que frente a cambios bruscos de estos parámetros la comunidad de fitoplancton cambia inmediatamente; por otro lado , el pH del agua resultó siendo ligeramente neutro con 7,2 para el bofedal C1 y 7,1 para el bofedal C2 y los valores de conductividad eléctrica en ambos bofedales, varían entre 0,02 a 0,07  $\mu\text{S/cm}$  (Sulca et al., 2019).

Cavero et al. (2020) evaluaron tres lagunas altoandinas, ubicado en Ambo (Huánuco) a una altitud de 2064 m.s.n.m, en los meses de abril, julio y octubre, recolectaron 27 muestras fitoplanctónicas para determinar la abundancia relativa y la riqueza de especies de la comunidad; además, se registró los parámetros fisicoquímicos como la temperatura, pH, oxígeno disuelto, dureza, alcalinidad y cloruros, obteniendo siete grupos taxonómicos: Euglenophyta, Dinophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Chrysophyta y Cyanophyta. La riqueza de la Laguna Huascacocha osciló entre 30 y 40 taxones; el phylum Chlorophyta; el género más común fue *Botryococcus*, con 61,3%; la riqueza en la Laguna Quimahuanca varió entre 28 y 42 especies; en el monitoreo de abril, 48,79%, las abundancias relativamente más representativas fueron los del grupo Chlorophyta; el género predominante del último grupo fue *Staurastrum* (61,38%); la riqueza en

la Laguna de Huampo osciló entre 23 y 31 taxones, siendo el grupo Bacillariophyta el que tuvo la abundancia relativa más representativa. Las tres lagunas muestran variaciones del pH entre a 7,25, el oxígeno disuelto valores que van de 7,67 a 9,25, la alcalinidad entre 22,80 a 51,30 y finalmente el cloruro varían entre 0,70 y 2,40. En un trabajo de investigación donde evaluaron la abundancia, diversidad y riqueza del fitoplancton, de cinco lagunas: Lacsacocha, Yanamate, Quiulacocha, Milpo Andina y Huaroncocha (Pasco) (Baylón et al., 2018), también evaluaron parámetros fisicoquímicos como pH, conductividad, temperatura y metales pesados, para recoger las muestras filtraron 40 litros de agua en la costa utilizando una red de fitoplancton de 10  $\mu\text{m}$  y se utilizó formaldehído al 4% para la fijación directa. Se identificaron un total de 88 taxones de siete phylum: Bacillariophyta (28), Charophyta (11), Chlorophyta (30), Cyanobacteria (15), Euglenophyta (2), Ochrophyta (1) y Miozoa (1). Siendo Bacillariophyta el phylum más común (69,16%), seguido de Chlorophyta (24,26%), respecto a las características fisicoquímicas la conductividad se presentó en un rango de 110 a 1600  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ , con un pH de 2,4 a 8,11 con una temperatura de 10,6 a 19  $^{\circ}\text{C}$ .

### **Local**

En un estudio realizado por Gómez (2024) en la laguna Guitarrachayoc perteneciente al departamento de Ayacucho. Hizo muestreos en cuatro zonas del litoral, por un periodo de 10 meses, desde el mes de setiembre del 2018 a junio del 2019. La toma de muestra se hizo filtrando 32 litros de agua, con una red de plancton de 20  $\mu\text{m}$ , al que se agregó 1 mL de Lugol; utilizando una cámara Sedwick-Rafter, los organismos encontrados en las muestras cualitativas se identificaron primero para después ser cuantificadas. Registró 62 especies, perteneciente a 33 familias y a cuatro divisiones Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta y Cyanobacteria, siendo Bacillariophyta una de las divisiones más diversas, seguidamente de Charophyta.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Comunidad**

Se dice de un conjunto de poblaciones de varias especies que habitan en un lugar y un periodo determinado y tienen una interacción entre ellos; en otras palabras, estos organismos tienen que competir por recursos comunes alimento, la luz, el espacio y la humedad, en algunos casos pueden depender de la otra para su supervivencia

generando una relación simbiótica llamada mutualismo o simplemente no tener ninguna relación entre sí (Smith & Smith, 2007).

### **2.2.2. Fitoplancton**

Grupo de organismos microscópicos fotosintéticos que dependen de los movimientos de las masas de agua (Falkowski et al., 2003), quienes tienen la capacidad de transformar la energía solar en energía química y producir oxígeno, viven suspendidos en los cuerpos de agua, además es la base de las redes tróficas acuáticas, ya que es la fuente primaria de alimento para muchos organismos acuáticos (Segura et al., 2021).

### **2.2.3. Características fisicoquímicas del agua**

Son propiedades que permiten evaluar su calidad y su capacidad para sustentar la vida o llevar a cabo ciertos procesos. Estas características afectan los procesos biológicos y químicos en el agua (Fuentes et al., 2023), nos permite determinar el nivel de contaminación y la calidad de los ecosistemas acuáticos utilizando muestras de campo, muestras de laboratorio y análisis de laboratorio de determinadas características de agua y con los resultados obtenidos se toman decisiones sobre las sanciones, por contaminación del agua o la aplicación de algún tipo de tratamiento previo al vertido para reducir los contaminantes, modificar los contaminantes y modificar la normativa relacionada con la contaminación del agua (Rojas, 2021).

### **2.2.4. Bofedal altoandino**

Denominación que se le da a los humedales ubicados por encima de los 3500 m.s.n.m, poseen una alta capacidad de retención de agua, en donde habitan una gran diversidad de seres vivos con adaptaciones a condiciones extremas como la comunidad planctónica ; Garcia & Otto, 2015), además de suministrar alimentos vitales para la ganadería altoandina, tienen características únicas en sus suelos y plantas que les permiten almacenar agua y carbono, ambos cruciales en el actual cambio climático (INAIGEM, 2023)

### **2.2.5. Cuenca**

Es una unidad geográfica delimitada por divisorias de agua, en donde fluye el agua que proviene de las lluvias, deshielos o fuentes subterráneas hacia un único cuerpo de agua, dando origen a un río, lago o mar (Garcia & Otto, 2015), según Vasconez

et al. (2019) define como un área definida topográficamente drenada por un curso de agua o un sistema conectado de cursos de agua, que tiene una única salida para todo el flujo efluente que se va a descargar.

#### **2.2.6. Pozas**

Cuerpos de agua de diferente tamaño y forma que pueden ser profundas o poco profundas que también pueden estar conectadas entre sí o aisladas (Declerck et al., 2011, Gonzales et al., 2014)

#### **2.2.7. Composición fitoplanctónica**

Se refiere a la variedad y distribución de especímenes de fitoplancton presentes en un determinado cuerpo de agua en un momento específico, también indicador clave de la salud del ecosistema y puede influir en varios procesos ecológicos y biogeoquímicos (Poot et al., 2015).

Suele expresarse en porcentaje, lo que significa que sus componentes de las especies suman el 100%, puede calcularse utilizando medidas de cobertura, densidad, peso o biomasa, pues suelen cambiar con el tiempo debido a diversos factores ambientales, como el cambio climático, cuando se altera el hábitat de un organismo o la presencia de especies invasoras (Cuyckens et al., 2015).

#### **2.2.8. Abundancia relativa**

Es una medida que describe la proporción de organismo o especie en relación con el total de organismos o especies presentes en un ecosistema o muestra, se expresa generalmente en porcentaje la cual es utilizada en estudios ecológicos para evaluar la diversidad y la estructura de comunidades biológicas (Cortés & Briones, 2014)

#### **2.2.9. Similitud de comunidades**

Relación entre la presencia o ausencia de especies en distintas zonas, entonces podemos decir que cuando dos comunidades son muy similares, su valor de similitud es alto (Espinosa, 2022), muchos investigadores tienen opiniones diferentes sobre cómo estimarla, sobre todo porque los límites de las comunidades pueden o no ser obvios cuando se combinan diferentes comunidades para encontrar asociaciones. No obstante, las relaciones de similitud pueden expresarse numéricamente y los límites arbitrarios pueden establecerse sobre una base matemática, lo que reduce significativamente la subjetividad (Badii et al., 2008)

## **2.3. Bases teóricas**

### **2.3.1. Bofedal**

A los Bofedales también se les llama "oconales" en varias partes de la sierra peruana; un nombre derivado de la palabra "ocko" (que significa "húmedo") en lengua quechua (De Ferreyra, 1979).

Los humedales típicos de las regiones altoandinas, bofedales u oconales, suelen encontrarse por encima de los 3500 metros sobre el nivel del mar. Consumen precipitaciones, así como agua procedente del deshielo de los glaciares y del afloramiento de aguas subterráneas denominados puquiales (MINAM, 2015). Estas zonas son un recurso clave para la gestión tradicional de la tierra a gran altitud. Debido a que retienen agua en las cuencas altas de la cordillera, son importantes fuentes de agua y forraje para el ganado doméstico (Maldonado, 2014).

### **2.3.2. Importancia de los bofedales**

Los bofedales son una importante fuente de forraje permanente para la actividad ganadera altoandina, centrada sobre todo en camélidos sudamericanos y ovinos. también son un verdadero filtro natural que mejora la calidad del agua y un almacén natural de agua. Estas funciones contribuyen a la importancia ecológica de los bofedales (MINAM, 2015); por otro lado, cuando los humedales se drenan, el agua acumulada en la estación de lluvias es accesible durante los periodos secos. En este escenario, el agua desempeña un papel crucial en el control del régimen hidrológico de los cursos de agua, los bofedales son zonas con abundancia de recursos hídricos que favorecen el crecimiento de especies piscícolas consumidas por la población rural o utilizada en la producción de truchas a pequeña escala (INAIGEM, 2023). Existen planes para mejorar este proceso con el fin de facilitar el desarrollo económico, en los lugares altoandinos, la única fuente de ingresos para los productos de alpaca es la ganadería, que está restringida a criaturas como los camélidos (alpacas, llamas, bovinos y ovinos) que se han aclimatado a vivir a grandes altitudes; se considera que los bofedales son praderas naturales de gran valor forrajero en el cual ganado le gusta la alta producción de gramíneas debido a su elevada humedad edáfica, esta variedad de gramíneas pertenecientes a los géneros *Poa* y *Calamagrostis*, *Werneria pygmaea*, *Scirpus sp.*, *Alchemilla pinnata*, *Ranunculus spp.* y *Distichia muscoides* (Condori, 2001).

### **2.3.3. Fitoplancton**

El significado fitoplancton procede de las palabras griegas phyton (planta) y planktos (errante) (Riley & Chester, 1976), es el grupo de organismos microscópicos fotosintetizadores compuestos por células simples y de organización relativamente sencilla, o que forman pequeñas colonias que se encuentran suspendidos en la columna de agua, su movilidad es limitada porque carecen de la capacidad de permanecer inmóviles debido al movimiento de las corrientes y viven suspendidos en la columna de agua (Dawes, 1998), también gracias a esto fue denominado fitoplancton.

Como base de las redes tróficas e indicador de la calidad del agua, el fitoplancton es extremadamente importante que se dividen en cuatro grupos en función de su tamaño: mesoplancton (200-2000  $\mu\text{m}$ ), nanoplancton (2-20  $\mu\text{m}$ ), microplancton (20-200  $\mu\text{m}$ ) y picoplancton (0,2-2  $\mu\text{m}$ ) (Oliva et al., 2014), desde el punto de vista taxonómico, fisiológico y ecológico, abarca un enorme y variado conjunto de microorganismos; comprende las algas autótrofas fotosintéticas según el tipo de célula las encontramos procariotas sin embargo, la mayoría de las especies de fitoplancton son eucariotas e incluyen, como clases más representativas, las diatomeas, las dinofíceas o dinoflagelados, las clorofíceas o algas verdes, las criptofíceas, crisofíceas, xantofíceas, euglenales constituyen la mayoría de las especies del fitoplancton (Popovich, 2004).

### **2.3.4. Importancia del Fitoplancton**

En los sistemas lénticos, los dos elementos autótrofos principales son el fitoplancton y los macrófitas, como resultado, estas comunidades toman los diversos iones y productos químicos inorgánicos que se disuelven en el agua y los transforman en materia orgánica, que sirve de base para casi todas las comunidades de la masa de agua y forman la base de casi todas las comunidades que se encuentran dentro de la vasta masa de agua (Ramirez & Viña, 1998); también funciona como un importante productor y es crucial para el movimiento de recursos y energía en los medios acuáticos. Con frecuencia regula el crecimiento, la capacidad de reproducción y las características de la población de otros organismos acuáticos (Kuang et al., 2004) ya que son considerados bioindicadores los cuales nos ayudan a conocer los cambios que ocurre en un cuerpo de agua, el aumento de

los productores primarios es uno de los factores biológicos más importantes que contribuyen al desarrollo de procesos eutróficos (Dolbeth et al., 2003), donde el fitoplancton es importante porque es un grupo que puede utilizarse como indicador de la degradación del medio ambiente. El cambio climático afecta a todas las especies de fitoplancton, aunque algunas son más vulnerables que otras (Romero, 2018), se consideran importantes para mantener el equilibrio general del planeta; donde utiliza el carbono inorgánico en carbono orgánico mediante la fotosíntesis oxigénica, un proceso conocido como producción primaria que constituye la base de la mayoría de las cadenas alimentarias en los medios acuático, marino y continental (Dors, 2015), los ecosistemas acuáticos generan alrededor de la mitad de la producción primaria total del planeta (Falkowsky & Raven, 1998).

### **2.3.5. Relación del Fitoplancton con características Físicoquímicas**

Dado que el fitoplancton tiene un ciclo de vida corto y puede reaccionar rápidamente a los cambios en las masas de agua provocados por procesos antropogénicos o naturales, es un bioindicador muy prometedor de las oscilaciones medioambientales (Jaanus et al., 2009), por ello los factores físicos (luz, temperatura, corrientes), biológicos (tasas de crecimiento, interacciones entre especies), y químicos (disponibilidad de nutrientes o sustancias que estimulan el crecimiento) influyen en el crecimiento y la distribución del fitoplancton (Movellán, 2004). En un ecosistema acuático, los nutrientes el nitrógeno y fósforo, la luz, la temperatura, el pH, la salinidad y la turbidez son los principales elementos ambientales que afectan al crecimiento del fitoplancton, numerosos estudios han documentado la existencia de vínculos entre la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo de algas, que puede producirse de forma natural pero cuya frecuencia y gravedad han aumentado recientemente; las causas aparentes de estas correlaciones son la contaminación, sobre todo la procedente de efluentes y vertidos, y la degradación del medio ambiente.(Romero, 2018). Por todo ello el análisis fisicoquímico de un ecosistema acuático puede utilizarse para determinar abundancia y la composición de los bentos, el perifiton y el plancton, así como para llevar a cabo la caracterización trófica del medio, sin embargo, debido a su rápida capacidad de respuesta a diversos contaminantes, que se apoya en su ciclo de vida extremadamente corto, el fitoplancton es el bioindicador más prometedor de alerta

temprana de cambios en la composición química y las características de un sistema acuático (Rodríguez, 2012).

El proceso de producción primaria depende en gran medida de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, cuya escasez inhibe la fotosíntesis del fitoplancton (Lampert & Sommer, 1997) debido a eso se ha demostrado que varios grupos característicos son indicadores medioambientales eficaces, en función del tipo de contaminante que se origine en el proceso eutrófico (Romero, 2018).

### **2.3.6. Grupos taxonómicos de fitoplancton**

#### **a) Cyanobacteria**

Dentro del ámbito de las bacterias, las cianobacterias son un grupo muy diversificado de organismos procariotas capaces de realizar la fotosíntesis oxigénica (Whitton, 1992), son extremadamente antiguos, ya que se originaron hace unos 3 500 millones de años, al comienzo del Precámbrico, estos microorganismos poseen pigmentos fotosintéticos incluyen los carotenoides, las ficobilinas y la clorofila a; el color azul que las distingue se debe a las ficocianinas (Loza, 2011). Una característica interesante de estos organismos es que ciertas cianobacterias pueden fijar el nitrógeno atmosférico de entornos aeróbicos (Leganés et al., 2001), la mayoría de estas se encuentran normalmente en la naturaleza, donde producen filamentos o grupos de células que se asemejan a colonias. Cabe mencionar que las cianobacterias pueden formar establecer conexiones simbióticas con una gran variedad de microorganismos, incluidas otras plantas, el principal recurso de estos organismos es el glucógeno, la enzima nitrogenasa localizada en el heterociste, realiza la fijación de nitrógeno a su metabolismo en forma de iones de amonio (Loza, 2011).

#### **b) Heterokontophyta**

Consiste principalmente en algas que tienen gran afinidad en utilizar el sílice, con plástidos obtenidos por endosimbiosis a partir de algas rojas, rodeados por cuatro membranas y portadores de diferentes pigmentos accesorios como la fucoxantina que es la que les brinda la coloración marrón o amarillo-dorada, además de la clorofila a y c (Guiry et al., 2023), no utilizan al almidón como sustancia de reserva y la característica principal que definen a este grupo es la existencia de especies unicelulares biflageladas móviles, o heterocontos, que tienen dos flagelos

diferentes, sobre todo tienen la capacidad de crear quistes resistentes a entornos adversos es un rasgo común de las heterocontofitas. Dependiendo de la clase, una estructura silíceo con una morfología diferente rodea la célula en ellos, existen tres clases que componen esta división: Bacillariophyceae, Xantophyceae y Chrysophyceae ya que su hábitat pueden ser terrestres y marinos o agua dulce la gran mayoría son planctónicas (Moreira et al., 2007).

- **Bacillariophyceae**

Los ecosistemas acuáticos incluyen diatomeas (Bacillariophyceae) como parte importante de este sistema, son considerados organismos cosmopolitas que pueden sobrevivir en una amplia gama de entornos, desde las aguas termales y el hielo ártico, su distribución depende de la característica fisicoquímica del agua (Round et al., 1990); Además, son uno de los grupos que presenta mayor riqueza específica en un ecosistema acuático porque presentan una gama de mecanismos de adaptación, debido a su breve ciclo de vida que les permite reaccionar rápidamente a las variaciones ambientales, por ello se encuentran entre los indicadores biológicos más empleados (Urrea & Sabater, 2009), aparte de ello sirven como depuradoras pues por medio de la fotosíntesis ayuda a oxidar la materia orgánica y aumenta la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, que es utilizado por otros organismos que viven en el agua (Margalef, 1983). La característica principal de las diatomeas que las diferencia de otras algas es su cubierta silíceo, conocida como frústulo, una estructura que se presenta de distintas formas, algunas de las cuales han sido empleadas por los especialistas como herramientas de diagnóstico con fines taxonómicos y de clasificación (Round et al., 1990).

- **Chrysophyceae**

Consiste en un grupo reducido de microalgas unicelulares Heterokontas con forma coccoidea, móviles, fotosintéticas, heterótrofas con flagelos o sésiles con pseudópodos, a pesar del reducido número de especies, pueden encontrarse tanto en hábitats continentales como marinos (Hernández, 2014), suelen encontrarse desnudas, recubiertas de una lóricas de sílice o protegidas por una pared de celulosa (Moreira et al., 2007), estas algas pueden ser fotosintética y heterótrofa; las heterótrofas toman sustancias orgánicas disueltas, y otras especies tienen la capacidad de fagocitar algas diminutas y bacterias. Numerosas especies de esta

categoría se han desarrollado en aguas extremadamente limpias y ambientes oligotróficos, con presencia de pocos nutrientes (Margalef, 1983).

#### **c) Charophyta**

Son algas pluricelulares que alguna vez se consideraron las algas más parecidas a las plantas vasculares por su similitud física con estas últimas, los de agua dulce de las Zygnematophyceae (a menudo denominados Desmidiales o Zygnematales) son el verdadero grupo hermano de las plantas terrestres, según las investigaciones filogenéticas y genómicas (Jiao et al., 2020), también estas algas se consideran endémicas de las aguas dulces con ciertas excepciones (García & Chivas, 2004). Las zygnematophyceas grupo que pertenece a esta división son microalgas unicelulares o filamentosas que se reproducen sexualmente mediante un proceso conocido como conjugación, en el que cada célula individual se divide en gametos, estos son ameboides isomórficos se unen a través de un tubo de conjugación, dando lugar a un cigoto conocido como zygospora (Tolivia et al., 2008).

#### **d) Chlorophyta**

Presenta un aproximado 560 géneros y 8 600 especies, con tamaños que van desde minúsculos organismos unicelulares hasta enormes colonias globulares y filamentosos, está estrechamente ligada a la síntesis de almidón; la clorofila-a y b tienen una tonalidad verde, la celulosa es el principal componente que forma la pared celular, presentan dos o cuatro flagelos de igual longitud situados en la parte anterior sirven para movilizar las formas móviles, solitarias o en colonia, las zoosporas y los gametos (Wehr et al., 2015).

Las algas verdes suelen denominarse clorofitas, se encuentran en la inmensa mayoría de los entornos acuáticos de la tierra y están formadas por organismos unicelulares y pluricelulares (Osorio, 2005), cada uno de los cuales presenta una gran variedad de formas y tamaños, investigaciones realizadas en los ríos, demuestran que las algas verdes, sólo superadas por las diatomeas en cuanto a riqueza de especies, son las más abundantes en los medios acuáticos (Luque & Martínez, 2000).

#### **e) Euglenophyta**

Consiste en una división de organismos coloniales, sésiles, unicelulares y flagelados que tienen un periplasto de organización compleja en lugar de una pared

celular celulósica, Por ello, todos los miembros de la Euglenophyta se consideran desnudos, a excepción de Trachelomonas, que tiene una lórica; son móviles porque presentan dos flagelos anteriores, cerca de la base de los flagelos se encuentra una o más vacuolas contráctiles, usan como producto de reserva al paramilón un carbohidrato muy parecido a la laminarina (Acleto & Zúñiga, 1998). Una cierta cantidad de este grupo son fotosintéticos, otros son heterótrofos facultativos, despigmentados o fagótrofos, pero en la comunidad fitoplanctónica son más abundantes los fotosintéticos, que incluyen géneros como Euglena, Phacus, Trachelomonas, etc; sus principales pigmentos metabólicos de las euglenofitas son la neoxantina, la astaxantina, la anteraxantina, la equinenona y las clorofilas a y b (Wetzel, 2001). Las euglenofitas prefieren pH bajos y son más frecuentes en masas de agua con una alta concentración de materia orgánica en descomposición. Pueden sobrevivir en medios dulces, salobres (Acleto & Zúñiga, 1998).

#### **f) Dinoflagellata**

Los dinoflagelados son organismos muy importantes en el plancton ya sea de agua dulce o salobre, se caracterizan porque tienen una gran variedad en cuanto a rasgos morfológicos y funcionales, aunque la mayoría son unicelulares, otros pueden formar colonias o pseudocolonias, pocos son puramente fotoautótrofos, la gran mayoría son mixótrofos y una cierta parte son heterótrofos obligados (Gómez, 2005). Unas 60 especies de dinoflagelados (*Alexandrium* Halim, *Dinophysis* Ehrenberg, *Gymnodinium catenatum* Graham) producen potentes venenos citolíticos, hepatotóxicos o neurotóxicos nocivos para el ser humano y otros seres vivos, estos venenos aparecen por primera vez en relación con el crecimiento de microalgas tóxicas (mareas rojas); algunos grupos de dinoflagelados, como *Pyrocystis* *Pyrodinium* y *Noctiluca scintillans*, han llamado especialmente la atención por su emisión de luz, o porque sus núcleos únicos han facilitado su utilización como modelos en estudios genéticos (*Cryptocodinium Biecheler*) (Gómez et al., 2011).

### **2.3.7. Características fisicoquímicas del agua**

#### **a. Cloruros**

El cloruro es gran parte es el responsable de la salinidad del agua, ya que suelen estar representados por el cloruro de sodio, su cantidad varía mucho de un

ecosistema a otro, es frecuente encontrar menos de 5 mg/L-1 de cloruro en las aguas de lagos y ríos de montaña, pero los ríos más bajos contienen mayores concentraciones de este mineral debido a los minerales depositados por las precipitaciones. Las lagunas costeras influenciadas por el mar también presentan niveles significativos de cloro, en algunos lagos, los cloruros pueden aumentar drásticamente debido a las aguas subterráneas (Martínez & Sotomayor, 2012); dado que deben superar la presión osmótica que ejercen, la concentración de cloruros puede ser el parámetro que más influya en la dispersión de las especies que habitan en el agua, por ejemplo, las adaptaciones estructurales, fisiológicas de las especies marinas les permiten sobrevivir en concentraciones de sal superiores a las que se encuentran en sus células; De forma similar, las criaturas de agua dulce han evolucionado para sobrevivir en entornos hipotónicos. Las vacuolas contráctiles son una característica de muchos organismos unicelulares de agua dulce que les permite eliminar el agua sobrante de sus células, por ello el término “eurihalino” se refiere a un grupo limitado de especies, principalmente las que se encuentran en hábitats como son los denominados estuarios, que han evolucionado para soportar variaciones frecuentes en la concentración de sal. Por el contrario, las estenohalinas son especies que no pueden soportar variaciones bruscas de salinidad, las aguas de conductividad y salinidad significativamente altas suelen presentar una productividad cuando se habla de la biomasa pero poca diversidad de especies (Roldán & Ramirez, 2022).

#### **b. Alcalinidad**

La alcalinidad del agua es una medida de su capacidad para neutralizar los ácidos, también se dice que alcalinidad es una medida de la capacidad del agua para amortiguar ácidos y bases, lo que mantiene constante el pH de la solución, las responsables de la alcalinidad de las aguas naturales principalmente como resultado de la presencia de sales ácidas débiles, pues la principal fuente de alcalinidad de las aguas naturales son los bicarbonatos la disolución del CO<sub>2</sub> atmosférico y la erosión mineral, que incluye la erosión de los minerales que contienen carbonatos (Romero, 2005). Durante las 24 horas del día la alcalinidad se comporta de manera distinta ya que durante el día será como carbonatos y en la noche como bicarbonatos, esto en un lago eutrófico pero en un oligotrófico esta se mantiene casi constante; lo

mismo sucede para las características de pH, oxígeno disuelto y el dióxido de carbono (Roldán & Ramirez, 2022).

**c. Dureza total**

En términos de limnología la dureza es la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en el agua (Ohle, 1934). Los niveles de calcio inferiores a  $10 \text{ mg/L}^{-1}$  se consideran aguas poco productivas; los niveles de calcio entre 10 y  $25 \text{ mg/L}^{-1}$  se consideran medianamente productivas; y las aguas con niveles superiores a  $25 \text{ mg/L}^{-1}$  se consideran muy productivas, el agua blanda, a menudo conocida como agua de baja dureza, es menos productiva biológicamente; por el contrario, los cursos de agua con altos niveles de dureza se denominan duras y suelen ser bastante productivas (Roldán & Ramirez, 2022). Aunque el calcio (Ca) es esencial para el desarrollo de conchas y huesos, pero en el agua no es un elemento limitante y un componente necesario para la síntesis de la molécula de clorofila es el magnesio (Mg) (Roldan & Ramirez, 2008).

**d. Potencial de Hidrógeno (pH)**

La escala de pH mide la concentración de iones de hidrógeno en el agua; un pH alto denota una baja concentración de iones y, por consiguiente, una baja alcalinidad del medio, por otro lado, los valores bajos de pH indican que el medio acuático se está volviendo más ácido (Calvo & Aguado, 1998). Los tres procesos que más influyen en el pH son la asimilación del nitrógeno, la respiración y la fotosíntesis, se puede comprender inmediatamente que los dos primeros procesos se dan en el equilibrio carbonato-bicarbonato-dióxido de carbono; como las algas eliminan  $\text{CO}_2$ , el pH se incrementa, el pH de las aguas con una alcalinidad moderada cambia a 8 o 9 cuando se elimina  $\text{CO}_2$  mediante la aireación (Roldán & Ramirez, 2022).

**e. Conductividad Eléctrica (CE)**

La capacidad del agua para transportar corriente eléctrica se expresa numéricamente como conductividad, que va depender de la temperatura a la que se realiza la medición, así como de la concentración global de compuestos ionizados disueltos en el agua (Romeroro, 2005), la conductividad es uno de los parámetros limnológicos más significativos nos proporciona abundante información sobre la productividad de un medio acuático; además, las conductividades bajas suelen estar

correlacionadas con una gran diversidad de especies y por lo tanto las altas conductividades con una diversidad de especies baja (Roldán & Ramirez, 2022).

**f. Sólidos Disueltos Totales (TDS)**

Todos los materiales suspendidos en la masa de agua que no se sedimentan de forma natural se conocen como sólidos disueltos totales, están formados por sales disueltas, metales y minerales, aunque los sólidos en suspensión pueden ser transportados por los movimientos del agua, también hacen que aumente la turbidez y el valor del STD. Las concentraciones extremadamente altas de partículas en suspensión limitan la absorción de la luz solar, lo que a su vez reduce el proceso fotosintético, esencial para los organismos que habitan en un medio acuático (Roldán & Ramirez, 2022).

**g. Oxígeno Disuelto (OD)**

Importante para el crecimiento de los organismos que habitan el cuerpo de agua, muestra la concentración o cantidad de oxígeno disuelto en el agua, la cantidad de oxígeno disuelto en el agua puede revelar tanto el grado de contaminación como la capacidad del agua presencia de organismo, algunos peces y organismo acuáticos no pueden vivir en entornos con una baja concentración de oxígeno disuelto (Peña, 2007). La precipitación, la fotosíntesis, los movimientos del aire hacia el agua, los afluentes y la agitación leve son las fuentes de oxígeno para un ecosistema acuático (Roldán & Ramirez, 2022).

**2.3.8. Índices de diversidad biológica**

Estadísticamente hablando, la diversidad de una comunidad biológica es una medida de lo incierto que resulta identificar una especie dentro de esa comunidad; es otra forma de expresar lo poco común que es una especie por término medio dentro de esa comunidad (Patil & Taillie, 1982). Los índices de diversidad de especies son medidas cuantitativas muy utilizadas, varias de estas métricas suelen integrar la riqueza, o número de especies, y la equitatividad, o abundancia relativa de especies, dos componentes de la estructura de la comunidad; una alta diversidad suele estar vinculada a una alta riqueza, a una alta equitatividad, o a ambas, aunque cada medida analice de forma diferente las especies poco comunes o abundantes (Lou & González, 2012).

**a. Índices de diversidad beta**

La definición ha sido confusa, y se han desarrollado varios conceptos y técnicas de cuantificación; hasta hace poco, éstas no se habían evaluado a fondo (Jurasinski et al., 2009), su importancia en ecología y biogeografía nos ayuda a comprender, medir y valorar la diversidad biológica. Es una idea fundamental para comprender el funcionamiento y manejo de los ecosistemas, salvaguardar la biodiversidad (Legendre et al., 2005).

**b. Índice de Bray-Curtis**

Es una técnica estadística que se aplica con frecuencia en ecología y que crea una matriz de disimilitud o distancia cuantificando las diferencias entre dos muestras distintas. La distancia Bray-Curtis se refiere a la diferencia en la abundancia relativa de una especie (u otro nivel taxonómico) que hay en dos muestras; en otras palabras, una disimilitud Bray-Curtis, donde 1 indica que todas las especies son compartidas por los dos lugares, pero una disimilitud de 0 indica que ninguna de las especies es compartida por los dos lugares (Caranqui et al., 2016).

$$BC_{ij} = \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j}$$

Donde:

$2C_{ij}$ : Suma de valores menores

$S_i$  y  $S_j$ : Número total de especímenes

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación de la zona de estudio**

El área de estudio está ubicada en el bofedal Abra-Apacheta (A) y Rumiruyuccpampa (B), en el distrito de Paras, provincia de Cangallo.

##### **3.1.1. Ubicación política**

Según Pereda et al. (2018), el área de estudio está ubicada en:

Departamento : Ayacucho

Provincia : Cangallo

Distrito : Paras

Localidad: : Apacheta

##### **3.1.2. Ubicación geográfica**

###### **Bofedal A (Abra Apacheta)**

Este : 05224044

Norte : 8616591

Altitud : 4700 m.s.n.m

###### **Bofedal B (Rumiruyuccpampa)**

Este : 0530310

Norte : 852265

Altitud : 4540 m.s.n.m.

##### **3.1.3. Descripción de los bofedales**

Los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa están ubicados dentro de la cuenca Apacheta perteneciendo así a la zona de vida páramo muy húmedo - Subalpino Subtropical (pmh-SaS), la cual presenta una precipitación media anual

de aproximadamente 840 a 1030 mm y una temperatura media anual de 7 a 11 °C (GORE Ayacucho, 2013).

### **Bofedal Abra Apacheta (A)**

AAT: Abra Apacheta - Alta- temporal

ABP: Abra Apacheta - baja- permanente

### **Bofedal Rumiruyuccpampa (B)**

BAP: Rumiruyuccpampa - alta - permanente

BAT: Rumiruyuccpampa - alta - temporal

BMP: Rumiruyuccpampa - media - permanente

BMT: Rumiruyuccpampa - media - temporal

BBP : Rumiruyuccpampa - baja - permanente

## **3.2. Población y muestra**

### **3.2.1. Población**

Comunidad fitoplanctónica de los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa ubicado en la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016-2017.

### **3.2.2. Muestra**

216 muestras de la comunidad de fitoplancton de las cuales 144 fueron para procesamiento cuantitativo, 72 para procesamiento cualitativo y 72 muestras de agua para análisis fisicoquímico del bofedal Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa.

### **3.2.3. Muestreo**

Se colectaron muestras de fitoplancton de los dos bofedales Abra-Apacheta y Rumiruyuccpampa, ubicados en la cabecera de cuenca del río Apacheta, en el distrito de Paras, provincia de Cangallo en el departamento de Ayacucho, fueron colectadas durante los meses de noviembre a diciembre del año 2016 y de enero a mayo del año 2017, el muestreo se realizó siguiendo el procedimiento de los Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas (Samanez et al., 2014).

## **3.3. Metodología y recolección de datos**

### **3.3.1. Ubicación de las zonas de muestreo**

Se consideró dos bofedales Abra-Apacheta y Rumiruyuccpampa, donde se ubicaron 13 pozas, los que se dividieron en dos grupos: las pozas permanentes aquellas que en todos los meses se encontraron llenos de agua lo que permitió colectar más

muestras (fitoplancton y agua) y las pozas temporales aquellas que solo en temporadas de lluvia se encontraron llenas de agua, mientras que en los meses de estío no presentaron agua.

Tabla 1. Coordenadas Geográficas de las pozas de muestreo de dos bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

BOFEDAL	Pozas	Coordenadas (UTM)		Altitud (m.s.n.m)
		Norte	Oeste	
Abra-Apacheta	AAT1	528081	8522698	4740
	AAT2	528079	8522712	4737
	ABP1	528329	8522815	4728
	ABT1	528330	8522819	4726
Rumiruyuccpampa	BAP1	530265	8522694	4548
	BAP2	530282	8522691	4546
	BAT1	530206	8522671	4549
	BAT2	530248	8522683	4547
	BMP1	530429	8522584	4541
	BMT1	530466	8522550	4538
	BMT2	530515	8522542	4546
	BMT3	530515	8522561	4547
	BBP1	530924	8522727	4534

AAT: Abra Apacheta - Alta- temporal  
 ABP: Abra Apacheta - baja- permanente  
 BAP: Rumiruyuccpampa - alta - permanente  
 BAT: Rumiruyuccpampa - alta - temporal  
 BMP: Rumiruyuccpampa - media - permanente  
 BMT: Rumiruyuccpampa - media - temporal  
 BBP: Rumiruyuccpampa - baja - permanente

### 3.3.2. Recolección y transporte de muestras de fitoplancton

Se filtró 16 litros de agua utilizando una red de plancton de luz de malla de 20  $\mu\text{m}$ , y se obtuvo una muestra de 100 ml la cual fue colocada en bolsas de plástico de 8 X 12 cm, luego se agregó 1 ml de lugol para su conservación, las muestras fueron rotuladas de acuerdo a los códigos de muestreo establecidos. Se tomaron 2 repeticiones de cada poza para muestras cuantitativas y 1 para muestras cualitativas, las cuales fueron colocadas en un envase (cooler) para su respectivo transporte al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica (BioSIG) de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Es necesario recalcar que según el tipo de red utilizada para la obtención de muestras de fitoplancton se lograron coleccionar organismos a partir de 20  $\mu\text{m}$  en adelante por lo tanto podemos mencionar que las muestras coleccionadas se les puede denominar plancton de red..

### **3.3.3. Limpieza de frústulos de diatomeas**

Este procedimiento se llevó a cabo según lo mencionado por Samanez et al. (2014).

- Se tomó 5 ml de muestra y se colocó en un tubo de ebullición luego se agregó 10 ml de peróxido de hidrógeno al 50%.
- Se llevó a baño maría a 80 °C durante dos horas.
- Se retiraron los tubos, para luego dejarlos enfriar y posterior a ello se agregarles 10 gotas de HCl al 30% para eliminar los compuestos calcáreos.
- Se centrifugó, para decantar el pellet por al menos tres veces o hasta que el pH se encuentre en 7.
- Las muestras ya procesadas se almacenaron en frascos con alcohol al 30%

### **3.3.4. Identificación y análisis de las muestras de fitoplancton**

#### **• Cualitativo**

Para la identificación de las especies se utilizó un microscopio óptico de la marca Olympus con objetivos 10X, 40X Y 100X. Con una pipeta Pasteur se obtuvo una alícuota de la muestra y luego se colocó en un portaobjetos y se sobrepuso el cubreobjetos, se realizó de 5 repeticiones hasta lograr la identificación de las especies respectivas; para las identificaciones taxonómicas se utilizó distintas claves como Parra et al. (1982), Fernández et al. (2012), Acleto & Zúñiga (1998), Bicudo & Menezes (2017), Bicudo & Samanez (2016), Cirés & Quesada (2011), Reyes et al. (2023), Barreno & Perez (2003), Nuñez & Dos Santos (2020), Bicudo et al. (2014), Cadima & Bicudo (2013), Bicudo & Araujo (2022) también las bases de datos (Guiry & Guiry, 2023), (Spaulding et al., 2021). Se realizó una visita al Departamento de Limnología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, para poder corroborar las especies ya identificadas con la supervisión de la Dra. Iris Margot Samanez Valer quien es especialista en fitoplancton continental y marino.

#### **• Cuantitativo**

Para cuantificar el número de organismos identificados se utilizó la cámara Sedgwick-Rafter, con dimensiones de 5 cm de largo por 2 cm de ancho y 1 mm de altura, con capacidad para 1 ml de muestra, donde se colocó la muestra para luego llevarlo al microscopio, en el que se hizo el conteo de 5 cuadrículas al azar (Samanez et al., 2014), información que fue registrado en la matriz de datos. Para

cada muestra se contó el número de individuos por especie y luego se dividió por el número total de organismos. La abundancia relativa se obtiene multiplicando el valor anterior por 100, donde el resultado es en porcentaje.

### 3.3.5. Determinación de las características fisicoquímicas del agua

Las características de agua como el pH, la conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y el oxígeno disuelto fueron tomadas *in situ* con un multiparámetro marca HANNA HI 98130; para determinar la dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica, cloruros y la alcalinidad total se tomaron muestras debidamente rotuladas que fueron colocadas en un envase refrigerante (cooler) para evitar posible variación y fueron transportados al Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga que después fueron analizadas siguiendo los procedimientos de APHA (2017).

Tabla 2. Características fisicoquímicas determinadas en las muestras de agua obtenidas en las pozas de los dos bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

Parámetro	Unidad	Método
pH		Electrométrico
Conductividad eléctrica	μS/cm	Electrométrico
Sólidos disueltos totales	mg/L	Electrométrico
Oxígeno disuelto	mg/L	Electrométrico
Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Titulométrico con EDTA
Dureza cálcica	mg/L de Ca	Titulométrico con EDTA
Dureza magnésica	mg/L de Mg	Titulométrico con EDTA
Cloruros	mg /L Cl	Argentométrico
Alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Titulométrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )

### 3.3.6. Análisis estadístico

Con los datos obtenidos se construyó una matriz en el programa Excel, lo que permitió realizar los principales cálculos estadísticos descriptivos, los que se presentaron en figuras y tablas. Para relacionar las abundancias del organismo fitoplanctónicos con las características fisicoquímicas del agua, se realizó el análisis de regresión y correlación de Spearman. Así mismo para determinar los niveles de similitud en base a la comunidad de fitoplancton se realizó mediante Índice de similitud (Bray-Curtis). Finalmente se utilizó el Análisis de componentes principales (ACP) para determinar la relación de la comunidad fitoplanctónica con las características fisicoquímicas.

## **IV. RESULTADOS**

Tabla 3. Composición de la comunidad fitoplanctónica en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017

División	Clase	Orden	Familia	Especies	Bofedal	
					Abra Apacheta	Rumiruyuccpampa
					Media (n° de org/L)	Media (n° de Org/)
Cyanobacteria (Stanier ex Cavalier-Smith, 1998)	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>	625	460
	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>	757	660
	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Nostoc sp.</i>	132	413
	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp.</i>	0	448
	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis aeruginosa</i> Elenkin 1938	0	554
Heterokontophyta (Moestrup, R.A.Andersen & Guiry, 2023)	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>	263	200
	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia tetradon</i> Berg 1939	329	189
	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia maior</i> Hustedt 1914	428	389
	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia dactylus</i> Ehrenberg 1843	263	271
	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia gibba</i> A. Leve 1932	395	153
	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Craticula cuspidata</i> Aboal 2003	461	318
	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp1</i>	230	330
	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp2</i>	395	425
	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia sp.</i>	461	318
	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	<i>Asterionella formosa</i> Hassall 1850	461	259
	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria flocculosa</i> Koppen 1975	0	1026
	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	<i>Diatoma vulgare</i> Hustedt 1957	395	507
	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbopleura sp.</i>	197	448
	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>	362	519
	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema constrictum</i> Mayer 1928	395	342
	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema acuminatum</i> Mayer 1928	428	389
	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria ulna</i> Aboal 2003	197	507
	Bacillariophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon sp.</i>	0	189
Charophyta (Migula, 1889)	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Zygnema sp.</i>	625	495
	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>	526	377
	Zygnematophyceae	Spirogyrales	Spirogyraceae	<i>Spirogyra sp.</i>	658	531
	Zygnematophyceae	Desmidiales	Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon monotaenium</i> Ruzicka 1970	428	613
	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium decarum</i> Maskell 1889	461	224

	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium rostratum</i> Irénée-Marie 1939	559	165
	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium setaceum</i> Grönblad 1945	395	224
	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium jenneri</i> West 1899	559	142
	Zygnematophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium lúnula</i> Croasdale 1971	164	200
	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Hyalotheca dissiliens</i> Wolle 1885	461	495
	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Euastrum dubium</i> Lobik 1916	395	413
	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum sp.</i>	263	590
	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum punctulatum</i> Brébisson 1848	625	342
	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum cingulum</i> Smith 1922	230	307
	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Staurodesmus extensus</i> Teiling 1948	263	200
	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium venustum</i> West 1891	263	708
	Zygnematophyceae	Desmidiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium sp.</i>	0	649
Chlorophyta (Reichenbach, 1830)	Chlorophyceae	Chaetophorales	Fritschiellaceae	<i>Stigeoclonium sp.</i>	987	472
	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Bulbochaete sp.</i>	0	519
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis sp.</i>	132	507
	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg 1832	362	354
	Chlorophyceae	Chlamydomonadales	Volvocaceae	<i>Pandorina sp.</i>	132	259
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	<i>Pseupediastrum boryanum</i> Hegewald 2005	296	330
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> Ralfs 1848	329	460
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus sp1</i>	33	413
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Desmodesmus sp2</i>	0	248
Euglenophyta (Cavalier-Smith 1981)	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp.</i>	329	330
	Euglenophyceae	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomona sp.</i>	461	436
	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis caudata</i> Z.X.Shi 1996	461	554
	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Phacus sp.</i>	592	649
<i>Dinoflagellata</i> (Fensome & et al. 1993)	Dinoflagellata	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Parvodinium sp.</i>	592	318
<b>Especies (nº)</b>					<b>47</b>	<b>54</b>

Tabla 4. Composición de la comunidad fitoplanctónica por pozas en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa de la cabecera de cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

División	Clase	Orden	Familia	Especie	Abra Apacheta					Rumiruyuccpampa						(N°)
					ABPI	AAT1	AAT2	ABT1	BAP1	BAP2	BMP1	BMT3	BBPI	BAT1	BAT2	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>												7
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>												9
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Nostoc sp.</i>												6
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp.</i>												4
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis aeruginosa</i> Elenkin 1938												7
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>												5
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia tetradon</i> Berg 1939												7
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia maior</i> Hustedt 1914												7
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia dactylus</i> Ehrenberg 1843												6
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia gibba</i> A.Cleve 1932												6
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Craticula cuspidata</i> Bbaol 2003												7
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp.</i>												6
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp2</i>												9
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia sp.</i>												9
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	<i>Asterionella formosa</i> Hassall 1850												7
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria flocculosa</i> Koppen 1975												7
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	<i>Diatoma vulgare</i> Hustedt 1957												8
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>												7
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>												7
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema constrictum</i> Mayer 1928												8
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema acuminatum</i> Mayer 1928												9
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria ulna</i> Bbaol 2003												7
Heterokontophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon sp.</i>												3
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Zygnema sp.</i>												8
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>												6
Charophyta	Zygnematophyceae	Spirogyrales	Spirogyraceae	<i>Spirogyra sp.</i>												8
Charophyta	Zygnematophyceae	Desmidiiales	Gonatozygaceae	<i>Gonatozygon monataenium</i> Ruzicka 1970												9



Tabla 5. Composición de la comunidad fitoplanctónica según meses de muestreo de dos bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

División	Clase	Orden	Familia	Especies	Mes de muestreo						Meses (n°)	
					Nov-16	Dic-16	Ene-17	Feb-17	Mar-17	Abr-17		May-17
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>								5
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>								7
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Nostoc sp.</i>								5
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Chroococcus sp.</i>								3
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis aeruginosa</i> Elenkin 1938								4
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia sp.</i>								6
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia tetraodon</i> Berg 1939								3
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia maior</i> Hustedt 1914								6
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia dactylus</i> Ehrenberg 1843								6
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia gibba</i> A.Cleve 1932								4
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Craticula cuspidata</i> Aboal 2003								5
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp1</i>								5
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Stauroneidaceae	<i>Stauroneis sp2</i>								6
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia sp.</i>								4
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	<i>Asterionella formosa</i> Hassall 1850								5
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria flocculosa</i> Koppen 1975								7
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Rhabdonematales	Tabellariaceae	<i>Diatoma vulgaris</i> Hustedt 1957								4
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbopleura sp.</i>								6
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella sp.</i>								7
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema constrictum</i> Mayer 1928								6
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema acuminatum</i> Mayer 1928								6
Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria ulna</i> Aboal 2003								7
Heterokontophyta	Chrysophyceae	Chromulinales	Dinobryaceae	<i>Dinobryon sp.</i>								3
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Zygnema sp.</i>								4
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>								7
Charophyta	Zygnematophyceae	Spirogyrales	Spirogyraceae	<i>Spirogyra sp.</i>								7



Tabla 6. Promedio y desviación típica de las características fisicoquímicas del agua en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

Características fisicoquímicas	Abra Apacheta						Rumiruyuccpampa						
	ABP1	AAT1	AAT2	ABT1	BAP1	BAP2	Pozas		BMT3	BBP1	BAT1	BAT2	BMT1
Alcalinidad total (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	18.9 (14.8)	32.5 (11.7)	22.3 (4.9)	16.0 (8.7)	36.9 (6.5)	52.3 (13.5)	24.3 (21.4)	38.8 (14.3)	0.0 (0.0)	69.0 (41.3)	155.6 (234.7)	46.2 (14.3)	53.0 (7.8)
Cloruro (mg Cl <sup>-</sup> /l)	41.4 (31.5)	19.3 (22.1)	15.0 (8.4)	27.5 (13.4)	48.6 (29.7)	44.9 (24.5)	35.9 (19.4)	38.0 (22.1)	34.3 (20.7)	20.0 (9.4)	46.0 (36.9)	33.8 (33.2)	40.8 (36.0)
Dureza total (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	77.9 (60.4)	92.5 (94.9)	37.5 (14.1)	189.5 (253.5)	113.1 (49.2)	133.4 (38.1)	165.3 (60.2)	136.8 (80.7)	565.4 (219.4)	157.7 (52.6)	162.4 (93.1)	228.0 (142.4)	278.5 (171.9)
Dureza cálcica (mg/l de Ca)	34.6 (17.9)	65.5 (70.7)	22.0 (16.6)	76.0 (76.7)	67.7 (26.6)	87.9 (18.4)	106.0 (43.9)	87.6 (54.9)	370.9 (164.4)	97.8 (32.1)	94.0 (59.9)	140.0 (82.1)	186.8 (121.8)
Dureza magnésica (mg/l de Mg)	43.3 (49.3)	27.0 (24.4)	15.5 (14.1)	113.5 (177.1)	45.4 (28.2)	45.6 (29.7)	59.3 (19.4)	49.2 (26.0)	194.6 (66.0)	59.8 (20.7)	68.4 (35.3)	88.0 (63.4)	91.8 (51.7)
pH	5.4 (0.7)	6.9 (0.7)	6.7 (0.8)	6.1 (1.3)	6.7(0.8)	6.8(0.7)	5.7 (1.2)	7.0(0.8)	3.5(0.3)	7.3(0.7)	7.1(0.8)	7.1 (0.7)	7.1 (0.8)
Conductividad eléctrica (µS/cm)	122.1 (78.7)	197.0 (244.8)	108.8 (157.7)	65.0 (36.4)	195.0 (101.3)	227.5 (108.5)	320.9 (158.9)	262.4 (206.7)	1316.1 (530.4)	179.0 (140.3)	154.8 (133.7)	207.1 (131.5)	243.1 (199.0)
Sólidos disueltos totales (mg/l)	74.1 (54.9)	108.4 (152.2)	61.6 (97.0)	33.0 (16.6)	109.9 (63.9)	121.2 (56.7)	170.3 (80.9)	138.0 (103.9)	743.0 (339.4)	70.3 (36.2)	68.1 (70.9)	127.3 (94.5)	158.6 (174.6)
Oxígeno disuelto (mg/l)	4.7 (0.6)	3.8 (0.4)	5.2 (1.0)	3.3 (0.4)	3.5 (0.4)	3.6 (0.7)	4.8 (1.0)	4.6 (1.1)	4.2 (1.3)	4.0 (0.7)	4.2 (0.6)	5.2 (1.4)	5.0 (0.9)

AAT: Abra Apacheta - Alta- temporal  
 ABP: Abra Apacheta - baja- permanente  
 BAP: Rumiruyuccpampa - alta - permanente  
 BAT: Rumiruyuccpampa - alta - temporal  
 BMP: Rumiruyuccpampa - media - permanente  
 BMT: Rumiruyuccpampa - media - temporal  
 BBP : Rumiruyuccpampa - baja - permanente

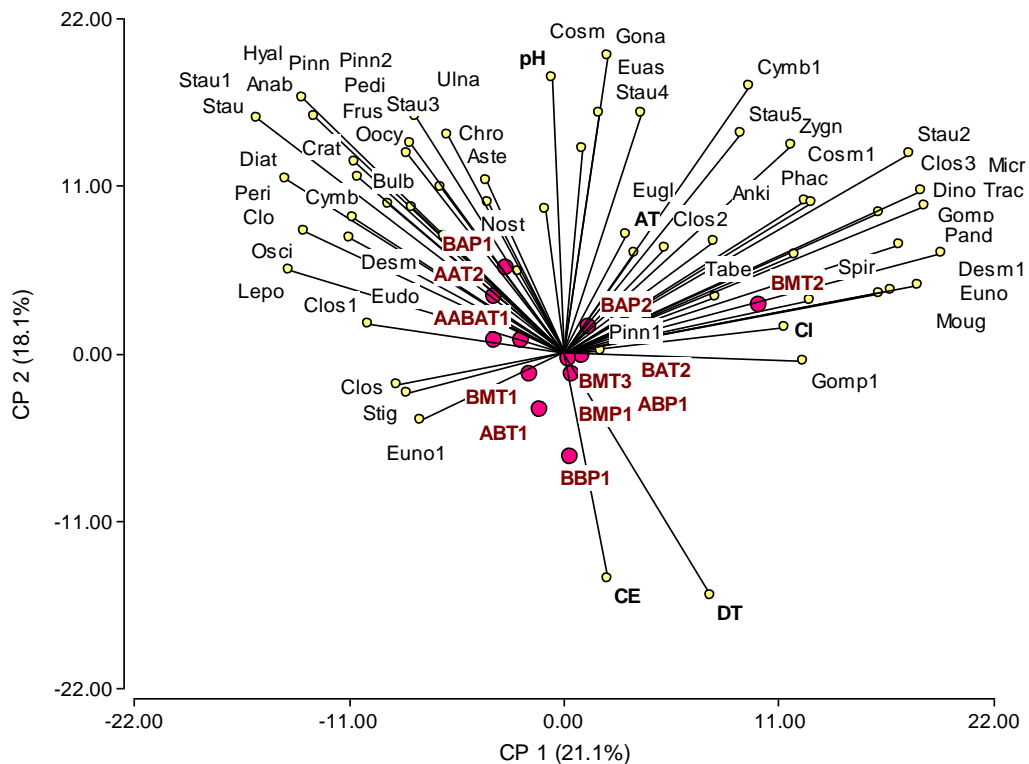


Figura 1. Biplot del análisis de componentes principales basado en las especies de fitoplancton y las características fisicoquímicas del agua en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

Cos=*Cosmarium* sp; Gona=*Gonatozygon monotaenium*; Euas=*Euastrum dubium*; Stau4=*Staurodesmus extensus*; Eugl= *Euglena* sp.; Cymb=*Cymbopleura* sp.; Zygn=*Zygnema* sp.; Anki=*Ankistrodesmus falcatus*; Pha=*Phacus* sp.; Cosm1=*Cosmarium venustum*; Stau2=*Stauroneis* sp2.; Clos3=*Closterium setaceum*; Stau5=*Staurastrum cingulum*; Clos2=*Closterium rostratum*; Dino=*Dinobryon* sp.; Tabe=*Tabellaria flocculosa*; Euno=*Eunotia tetraodon*; Moug=*Mougeotia* sp.; Desm=*Desmodesmus* sp2.; Lepo=*Lepocinclis caudata*; Crat=*Craticula cuspidata*; Stau=*Stauroneis* sp1.; Micr=*Microcystis aeruginosa*; Trac=*Trachelomona* sp. Pinn2=*Pinnularia dactylus*; Pedi=*Peridinium* sp.; Spir=*Spirogyra* sp.; Desm1=*Desmodesmus* sp1.; Gomp1=*Gomphonema constrictum*; Euno1=*Eunotia* sp.; Stig=*Stigeoclonium* sp.; Clos=*Closterium jenneri*; Clos1=*Closterium decorum*; Eudo=*Eudorina* sp.; Osci=*Oscillatoria* sp.; Clo= *Closterium lúnula*; Cymb=*Cymbella* sp.; Peri=*Parvodinium* sp.; Bulb=*Bulbochaete* sp.; Diat=*Diatoma vulgaris*; Stau1=*Staurastrum punctulatum*; Anab=*Anabaena* sp.; Hyal=*Hyalotheca dissiliens*; Oocy=*Oocystis* sp.; Frus=*Frustulia* sp.; Pinn1=*Pinnularia maior*; Stau3= *Staurastrum* sp.; Ulna=*Ulnaria ulna*; Chro=*Chroococcus* sp.; Aste= *Asterionella Formosa*; Pinn=*Pinnularia gibba*; Cl= *Cloruros*; CE=Conductividad eléctrica; DT= Dureza total; pH= potencial de hidrógeno; AT=Alcalinidad total.

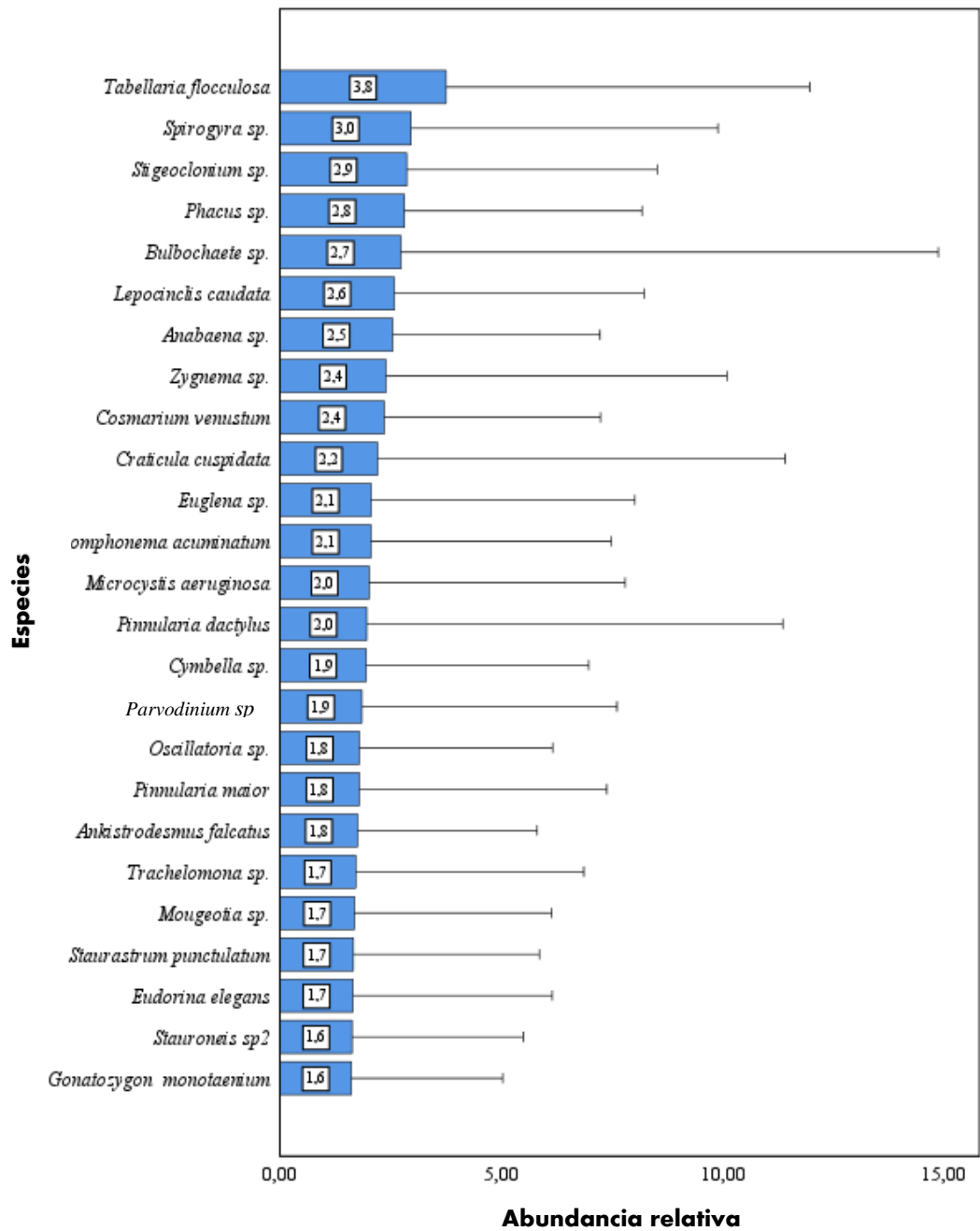


Figura 2. Abundancia relativa promedio y desviación típica de las 25 especies más abundantes de la comunidad fitoplanctónica en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

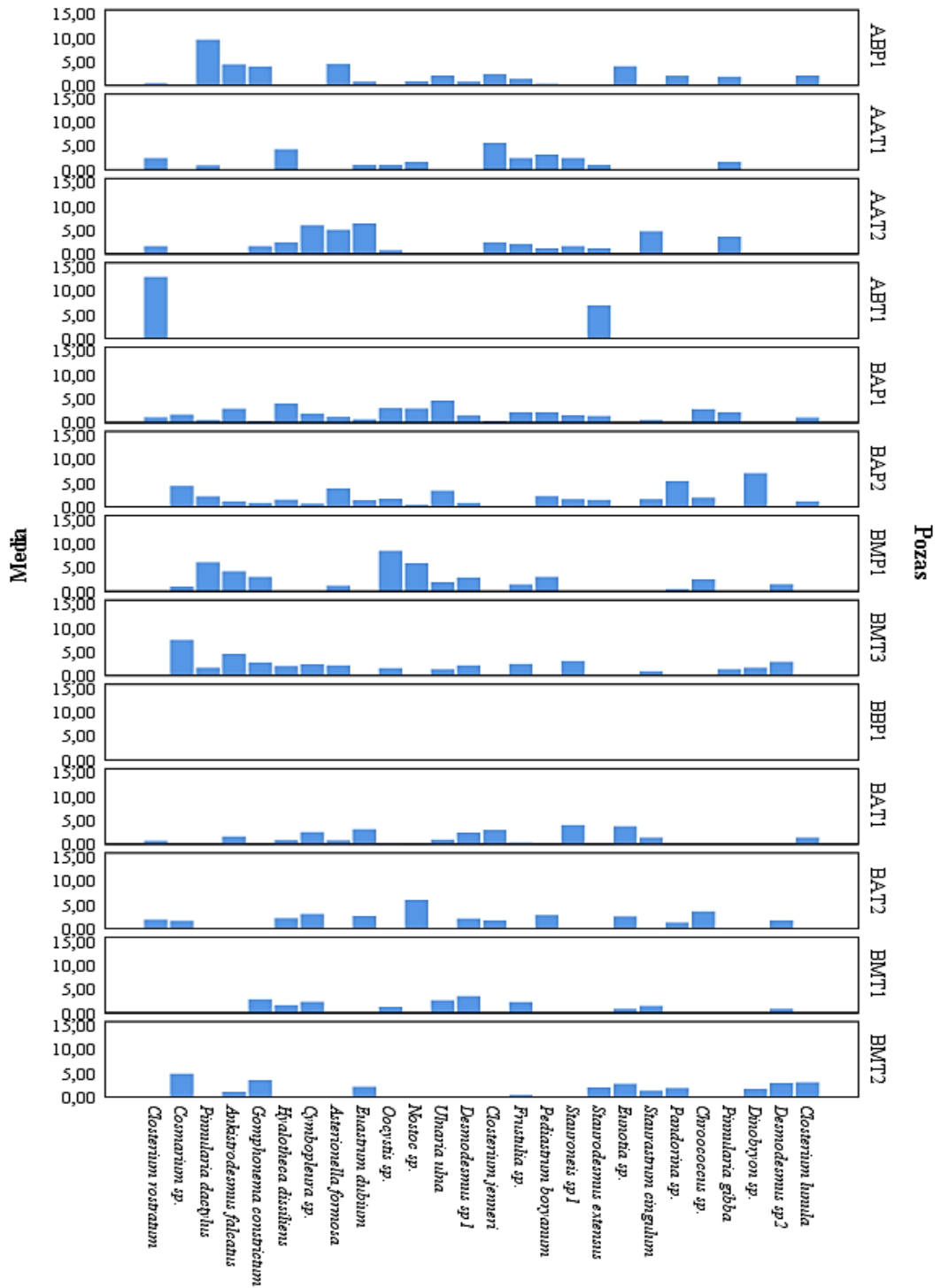


Figura 3. Abundancia relativa promedio de las especies de la comunidad fitoplanctónica por pozas en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017

Tabla 7. Correlación (Rho de Spearman) de la abundancia de las especies con las principales características fisicoquímicas del agua en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

Especie	AT	Cl	DT	DC	DM	pH	C.E	STD (mg/l)	OD	Correlac. <0,05 (n°)
<i>Oscillatoria sp.</i>	-0.031	-0.016	-0.230**	-0.202*	-0.261**	0.325**	-0.268**	-0.220**	0.141	6
<i>Anabaena sp.</i>	-0.075	-0.122	-0.232**	-0.258**	-0.188*	-0.031	-0.252**	-0.272**	0.071	5
<i>Nostoc sp.</i>	0.008	0.280**	-0.016	-0.044	-0.031	0.089	0.094	0.104	-0.136	1
<i>Chroococcus sp.</i>	-0.002	0.446**	-0.202*	-0.242**	-0.200*	0.159	-0.290**	-0.269**	0.074	6
<i>Microcystis aeruginosa</i> Elenkin 1938	0.076	0.151	0.088	0.097	0.076	0.073	0.137	0.145	0.063	0
<i>Eunotia sp.</i>	0.200*	0.136	0.073	0.087	0.067	0.190*	0.097	0.119	-0.011	2
<i>Eunotia tetraodon</i> Berg 1939	0.064	-0.044	0.080	0.074	0.104	0.056	0.033	0.026	-0.087	0
<i>Pinnularia maior</i> Hustedt 1914	0.166*	0.034	-0.030	-0.010	-0.033	0.221**	0.075	0.045	-0.241**	3
<i>Pinnularia dactylus</i> Ehrenberg 1843	-0.134	0.077	-0.066	-0.061	-0.084	-0.034	0.082	0.102	-0.071	0
<i>Pinnularia gibba</i> A. Cleve 1932	-0.155	0.096	-0.227**	-0.211*	-0.213*	0.190*	0.011	0.066	0.023	4
<i>Craticula cuspidata</i> Aboal 2003	-0.001	0.046	-0.105	-0.118	-0.100	-0.042	0.049	0.085	-0.226**	1
<i>Stauroneis sp.</i>	0.061	0.004	-0.038	-0.010	-0.077	0.317**	0.029	0.002	-0.178*	2
<i>Stauroneis sp2</i>	-0.144	-0.007	-0.241**	-0.197*	-0.286**	0.298**	-0.174*	-0.143	0.012	5
<i>Frustulia sp.</i>	-0.042	0.065	-0.158	-0.125	-0.173*	0.281**	-0.156	-0.127	0.187*	3
<i>Asterionella Formosa</i> Hassall 1850	0.039	0.164*	-0.118	-0.084	-0.143	-0.004	0.180*	0.211*	-0.203*	4
<i>Tabellaria flocculosa</i> Koppen 1975	0.273**	0.143	0.201*	0.224**	0.142	0.215**	0.238**	0.243**	-0.040	6
<i>Diatoma vulgare</i> Hustedt 1957	-0.020	-0.053	-0.120	-0.098	-0.119	0.387**	-0.217**	-0.180*	0.169*	4
<i>Cymbopyleura sp.</i>	0.016	0.341**	-0.208*	-0.175*	-0.247**	0.390**	-0.150	-0.136	0.075	5
<i>Cymbella sp.</i>	0.166*	0.055	0.027	-0.007	0.036	0.084	-0.016	0.012	-0.007	1
<i>Gomphonema constrictum</i> Mayer 1928	0.098	0.034	-0.121	-0.093	-0.149	0.083	-0.141	-0.080	0.276**	1
<i>Gomphonema acuminatum</i> Mayer 1928	0.102	-0.022	0.079	0.092	0.023	0.270**	-0.168*	-0.137	0.161	2
<i>Ulnaria ulna</i> Aboal 2003	0.025	0.254**	0.004	-0.018	-0.048	0.053	0.067	0.111	-0.135	1
<i>Dinobryon sp.</i>	0.227**	0.107	0.195*	0.185*	0.161	0.167*	0.278**	0.275**	-0.277**	7
<i>Zygnema sp.</i>	-0.066	0.030	-0.130	-0.155	-0.087	-0.012	-0.066	-0.043	0.152	0
<i>Mougeotia sp.</i>	0.101	0.358**	-0.023	-0.093	0.023	-0.014	-0.084	-0.066	0.184*	2
<i>Spirogyra sp.</i>	0.109	0.051	-0.057	-0.071	0.007	-0.102	-0.008	-0.104	0.122	0
<i>Gonatozygon monotaenium</i> Ruzicka 1970	-0.024	0.043	-0.376**	-0.367**	-0.372**	0.310**	-0.392**	-0.387**	0.296**	7
<i>Closterium decorum</i> Maskell 1889	0.101	-0.023	-0.117	-0.044	-0.221**	0.130	-0.164	-0.110	-0.054	1
<i>Closterium rostratum</i> Irénée-Marie 1939	-0.215*	-0.063	-0.358**	-0.378**	-0.288**	0.223**	-0.496**	-0.483**	0.068	7
<i>Closterium setaceum</i> Grönblad 1945	-0.090	0.041	-0.327**	-0.336**	-0.262**	-0.045	-0.309**	-0.291**	-0.068	5
<i>Closterium jenneri</i> West 1899	-0.010	-0.258**	-0.313**	-0.327**	-0.180*	0.078	-0.408**	-0.409**	0.176*	7
<i>Closterium lunula</i> Croasdale 1971	0.264**	0.124	0.072	0.014	0.099	0.044	-0.123	-0.130	0.189*	2
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Walle 1885	-0.046	-0.006	-0.379**	-0.394**	-0.345**	0.204*	-0.369**	-0.376**	0.105	6
<i>Euastrum dubium</i> Lobik 1916	0.004	-0.089	-0.304**	-0.306**	-0.272**	0.038	-0.371**	-0.387**	0.267**	6
<i>Staurastrum sp.</i>	0.075	0.083	-0.210*	-0.239**	-0.164*	0.034	-0.294**	-0.314**	0.239**	6
<i>Staurastrum punctulatum</i> Brébisson 1848	0.010	-0.043	-0.233**	-0.244**	-0.135	0.020	-0.339**	-0.370**	0.152	4
<i>Staurastrum cingulum</i> Smith 1922	-0.007	-0.025	-0.233**	-0.228**	-0.239**	0.060	-0.299**	-0.282**	0.255**	6
<i>Stauradesmus extensus</i> Teiling 1948	0.113	0.117	-0.271**	-0.255**	-0.234**	-0.041	-0.227**	-0.241**	0.071	5
<i>Cosmarium venustum</i> West 1891	0.166*	0.019	0.025	0.035	0.017	-0.096	0.089	0.040	-0.060	0
<i>Cosmarium sp.</i>	0.190*	0.326**	-0.013	0.008	-0.109	0.341**	-0.093	-0.091	0.092	3
<i>Stigeoclonium sp.</i>	-0.168*	0.002	-0.208*	-0.223**	-0.146	0.095	-0.244**	-0.218**	0.129	5
<i>Bulbochaete sp.</i>	0.152	0.178*	-0.033	-0.073	0.025	0.159	-0.085	-0.070	-0.014	1
<i>Ulocystis sp.</i>	-0.019	-0.069	-0.099	-0.058	-0.121	-0.012	-0.075	-0.083	0.120	0
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg 1832	0.121	-0.222**	-0.103	-0.141	-0.092	0.056	-0.233**	-0.240**	0.213*	4
<i>Pandorina sp.</i>	0.005	0.125	-0.047	-0.093	-0.067	0.029	-0.211*	-0.180*	0.249**	3
<i>Pseudopediastrium boryanum</i> Hegewald 2005	0.019	0.136	-0.176*	-0.179*	-0.195*	0.022	-0.167*	-0.177*	0.081	5
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> Ralfs 1848	0.016	0.312**	-0.028	-0.016	-0.060	0.219**	0.051	0.073	0.012	2
<i>Desmodesmus sp.</i>	0.199*	0.080	0.145	0.149	0.145	0.091	0.076	0.041	0.002	1
<i>Desmodesmus sp2</i>	0.188*	0.079	0.139	0.161	0.110	0.199*	0.016	0.008	0.183*	3
<i>Euglena sp.</i>	0.278**	-0.245**	0.118	0.152	0.044	0.069	-0.103	-0.154	0.037	2
<i>Trachelomona sp.</i>	0.166*	-0.082	-0.158	-0.135	-0.153	0.067	-0.159	-0.201*	0.264**	3
<i>Lepocinclis caudata</i> L.X. Shi 1996	0.149	-0.143	-0.098	-0.064	-0.109	0.275**	-0.306**	-0.292**	0.139	3
<i>Phacus sp.</i>	0.211*	0.175*	-0.064	-0.066	-0.005	0.081	0.076	0.075	-0.114	2
<i>Parvodinium sp.</i>	-0.062	-0.072	-0.218**	-0.219**	-0.187*	0.276**	-0.225**	-0.196*	-0.069	6
Correlac. <0,05 (n°)	15	13	21	21	19	20	25	24	19	

\*: significativo

\*\* : altamente significativo

AT=Alcalinidad total (mg/L CaCO<sub>3</sub>); Cl=Cloruro (mg Cl-L); DT=Dureza total (mg/L CaCO<sub>3</sub>); DC=Dureza cálcica (mg/L de Ca); DM=Dureza magnésica (mg/L de Mg); pH=Potencial de hidrógeno; CE=Conductividad eléctrica (µS/cm); STD=Sólidos disueltos totales (mg/l); OD=Oxígeno disuelto (mg/L).

Tabla 8. Índice de similitud (Bray-Curtis) entre pozas de muestreo basados en las características de la comunidad fitoplanctónica en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

	ABP1	AAT 1	AAT 2	ABT 1	BAP1	BAP2	BMP 1	BMT 3	BBP1	BAT 1	BAT 2	BMT 1	BMT2
ABP1	1,00												
AAT1	0,30	1,00											
AAT2	0,42	0,56	1,00										
ABT1	0,09	0,16	0,08	1,00									
BAP1	0,35	0,54	0,65	0,03	1,00								
BAP2	0,46	0,36	0,45	0,05	0,59	1,00							
BMP1	0,45	0,32	0,35	0,12	0,52	0,54	1,00						
BMT3	0,37	0,43	0,45	0,21	0,49	0,49	0,55	1,00					
BBP1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00				
BAT1	0,46	0,55	0,64	0,17	0,51	0,49	0,40	0,41	0,00	1,00			
BAT2	0,38	0,22	0,22	0,07	0,35	0,32	0,31	0,19	0,00	0,35	1,00		
BMT1	0,29	0,42	0,46	0,24	0,39	0,32	0,36	0,59	0,00	0,46	0,24	1,00	
BMT2	0,49	0,13	0,24	0,13	0,24	0,29	0,38	0,39	0,00	0,35	0,33	0,34	1,00

AAT: Abra Apacheta - Alta- temporal  
 ABP: Abra Apacheta - baja- permanente  
 BAP: Rumiruyuccpampa - alta - permanente  
 BAT: Rumiruyuccpampa - alta - temporal  
 BMP: Rumiruyuccpampa - media - permanente  
 BMT: Rumiruyuccpampa - media - temporal  
 BBP : Rumiruyuccpampa - baja - permanente

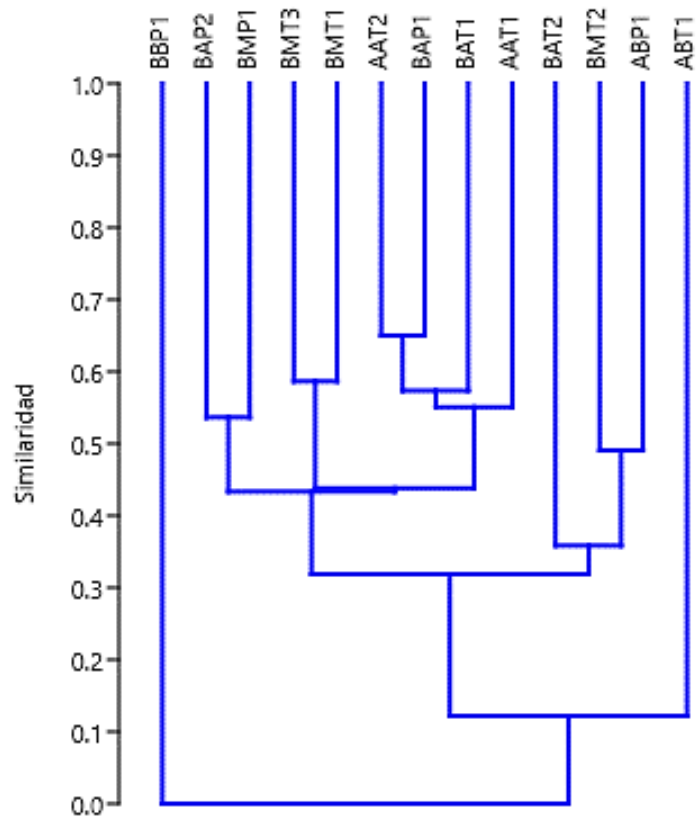


Figura 4. Dendrograma de similitud (Bray-Curtis) para las pozas de muestreo basado en la comunidad fitoplanctónica en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

AAT: Abra Apacheta - Alta- temporal  
 ABP: Abra Apacheta - baja- permanente  
 BAP: Rumiruyuccpampa - alta - permanente  
 BAT: Rumiruyuccpampa - alta - temporal  
 BMP: Rumiruyuccpampa - media - permanente  
 BMT: Rumiruyuccpampa - media - temporal  
 BBP : Rumiruyuccpampa - baja - permanente

Tabla 9. Índice de similitud (Bray-Curtis) entre meses de muestreo basados en las características de la comunidad fitoplanctónica en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

	<b>Nov-16</b>	<b>Dic-16</b>	<b>Ene-17</b>	<b>Feb-17</b>	<b>Mar-17</b>	<b>Abr-17</b>	<b>May-17</b>
<b>Nov-16</b>	1,00						
<b>Dic-16</b>	0,74	1,00					
<b>Ene-17</b>	0,59	0,64	1,00				
<b>Feb-17</b>	0,45	0,51	0,52	1,00			
<b>Mar-17</b>	0,37	0,44	0,54	0,46	1,00		
<b>Abr-17</b>	0,39	0,47	0,45	0,49	0,58	1,00	
<b>May-17</b>	0,41	0,42	0,43	0,47	0,46	0,57	1,00

AAT: Abra Apacheta - Alta- temporal  
 ABP: Abra Apacheta - baja- permanente  
 BAP: Rumiruyuccpampa - alta - permanente  
 BAT: Rumiruyuccpampa - alta - temporal  
 BMP: Rumiruyuccpampa - media - permanente  
 BMT: Rumiruyuccpampa - media - temporal  
 BBP : Rumiruyuccpampa - baja - permanente

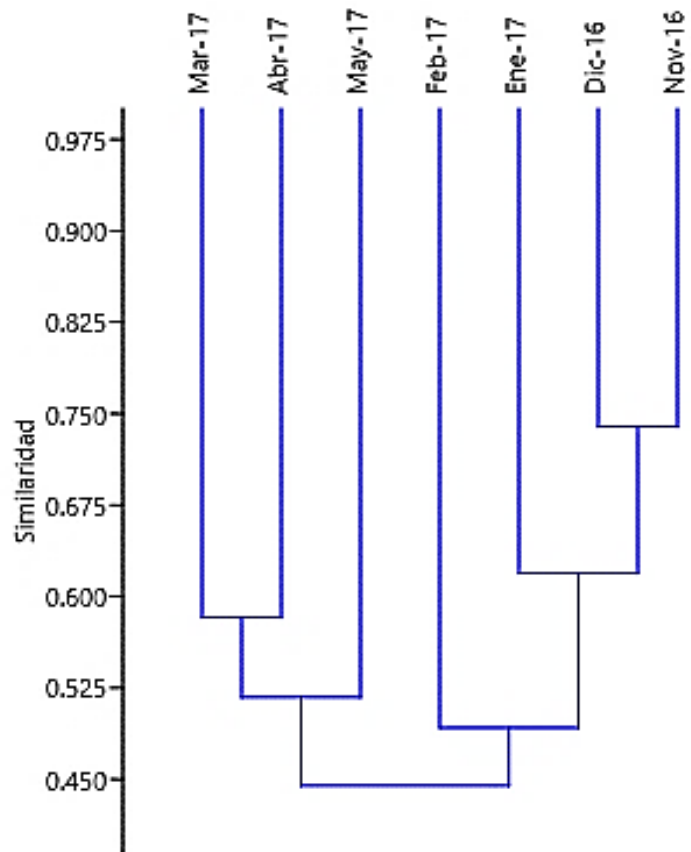


Figura 5. Dendrograma de similitud (Bray-Curtis) para los meses de muestreo basado en la comunidad fitoplanctónica en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

## V. DISCUSIÓN

En la tabla 3 podemos observar la composición de la comunidad fitoplanctónica en los bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, los resultados reportan que Abra Apacheta esta representado con 47 especies, 24 familias y Rumiruyuccpampa con 54 especies, 28 familias; en estos dos bofedales se reportaron 6 divisiones (Heterokontophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta y Dinoflagellata); en Abra Apacheta la división Heterokontophyta y Charophyta fueron la más diversa con 16 especies, en Rumiruyuccpampa Heterokontophyta fue la más diversa con 18 especies y Dinoflagellata fue la menos diversa representada por una sola especie en los dos bofedales, nuestros resultados concuerdan con un estudio realizado en una laguna Guitarrachayoc en la localidad de Paras perteneciente al departamento de Ayacucho, donde sus resultados mencionan a la división Bacillariophyta como la más diversa seguida de Charophyta (Gomez, 2024); un trabajo similar en el bofedal de Piticocha en el departamento de Lima, presenta a la división Bacillariophyta con mayor riqueza y abundancia en las temporadas seca y húmeda seguido de Charophyta (Milaveres, 2022). Los trabajos de investigación anteriormente citados coinciden que Heterokontophyta (Bacillariophyta) son dominantes en la comunidad fitoplanctónica, probablemente se debe a que estas algas se adaptan a ambientes extremos, soportan altas intensidades de luz y restricciones nutricionales (Salusso, 2011); puesto que en temporadas con baja precipitación, las diatomeas muestran una mayor riqueza a diferencia de otros grupos, durante estas épocas los cuerpos de agua presentan mayor transparencia y aumentan el ingreso de luz reduciendo la cantidad de nutrientes y otros componentes químicos necesarios para el crecimiento

de grupos más exigentes (Milaveres, 2022). En cuanto a la división con menor diversidad, los Dinoflagellata están representado solo por *Parvodinium sp* este grupo en los ecosistemas continentales se encuentran en pocas cantidades, generalmente corresponde al 10% del total de especies, lo que lo convierte en uno de los grupos menos diversos a diferencia de las chlorophytas y Bacillariophytas (Figuerola et al., 2022), resultados muy semejantes son reportados por Esqueda et al. (2016) que menciona a la división Dinoflagellata como la menos diversa encontrando solo 3 especies en un humedal en la cuenca del río Usumacinta en México. Por otro lado, los estudio realizados en esta investigación en cuanto al número de especies es menor en comparación al de Milaveres (2022), quien identificó 213 especies, esto probablemente se debe a que evaluó tres bofedales; sin embargo, es mayor a lo reportado por Caverro et al. (2020), quien logró identificar un total de 23 a 42 taxones en tres lagunas muestreadas, esto puede ser debido a el número de meses muestreados es menor a comparación con nuestra investigación. La Tabla 4 nos muestra la composición de la comunidad fitoplanctónica por pozas en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, del total de pozas muestreadas que son 13, *Lepocinclis caudata* ha sido encontrada en 10 pozas, seguidos de *Anabaena sp.*, *Stauroneis sp2.*, *frustulia sp.*, *Gomphonema acuminatum*, *Gonatozygon monotaenium*, *Staurastrum sp.*, *Staurastrum punctulatum*, *Stigeoclonium sp.*, *Phacus sp.*, *Parvodinium sp.*, que fueron encontradas en 9; podemos decir de las especies de *Lepocinclis* que principalmente predominan en aguas dulces (lagos, estanques y ríos), aunque se han registrado algunas especies que son cosmopolitas (Guiry & Guiry, 2023), también es posible encontrar a estos en ambientes diversos ya que no tienen requerimientos estrictos, inclusive en ambientes extremos (Walne et al., 1986), como *Staurastrum sp.* que se encuentra en aguas ligeramente ácidos (Caverro et al., 2020), por lo tanto no hay un ambiente específico para estas especies y en general los Euglenoides. Se ha registrado pozas con el mayor número de especies, como BAP1 y BAP2, pertenecientes a Rumiruyuccpampa con 45 y 42 respectivamente, los cuales son diferentes a BBP1, en esta no se registró ninguna especie, posiblemente como consecuencia del pH que es el más bajo de todas las pozas; Caraco & Miller (1998) en un estudio en cuerpos de agua con diferentes niveles de pH, observaron que las

cianobacterias siempre fueron predominantes a un pH superior a 8, en forma general en un rango de 6 a 9 las microalgas se desarrollan de manera óptima, en base a ello podemos deducir que un pH ácido como el hallado en una de las pozas es determinante para la no presencia de algas. Se debe tomar en cuenta que, el grupo de las diatomeas se les puede hallar en cuerpos de agua ligeramente ácidos entre 5 a 6 de pH ya que hay mayor disponibilidad de nutrientes y dióxido de carbono (Morales et al., 2006).

En la tabla 5 podemos encontrar la relación de la composición de la comunidad fitoplanctónica en diferentes meses de muestreo, se observa al mes de febrero con un total de 50 especies y noviembre con un mínimo de 29; según Moncada et al., (2021) ha dividido en tres periodos o estaciones en la microcuenca Apacheta, a los cuales ha denominado lluvioso, intermedio y seco. El mes de febrero se encuentra dentro del estadio lluvioso y el mes de noviembre se ubica dentro del estadio intermedio; entonces es de suponer que en temporada de lluvia todas las pozas analizadas se encuentran con agua, resaltando que la escorrentía lleva materia orgánica y nutrientes (Vizzo et al., 2021) dentro de las pozas, lo cual estimula el incremento de la diversidad; estos resultados son semejantes con lo reportado por Cavero et al. (2020) que reporta haber encontrado mayor cantidad de especies en la época lluviosa en las tres lagunas muestreadas. De igual manera en esta misma tabla se observa las especies que fueron registradas durante todos los meses de muestreo, dentro de estos tenemos a *Anabaena sp.*, *Tabellaria flocculosa*, *Cymbella sp.*, *Ulnaria ulna*, *Mougeotia sp.*, *Spirogyra sp.*, *Cosmarium sp.*, *Stigeoclonium sp.*, *Desmodesmus sp1*, *Phacus sp.* *Anabaena sp.* *Anabaena sp.* es una especie de cianobacteria que presenta heterocistes (células especializadas que fijan nitrógeno atmosférico) (Tucci & Sant'Anna, 2003); además, es capaz de soportar temperaturas extremas y son indicadores de la presencia de materia orgánica, se asemeja a *Ulnaria Ulna* y *Phacus sp.* que también son muy tolerantes a altas concentraciones de materia orgánica incluso ayuda al incremento de este mismo, y por consiguiente a la futura eutrofización del cuerpo de agua (Echevarria et al., 2017). *Tabellaria flocculosa*, *Cymbella sp.* y *Desmodesmus sp1*. puede encontrarse en ríos, lagos y humedales, por lo generalmente en medios ligeramente ácidos, pero también suelen ser tolerantes a distintos rangos de pH, puede soportar cuerpos de

agua con indicios de contaminación con presencia de sustancias orgánicas e inorgánicas (Round et al., 1990; Jüttner et al., 2010; Oscanoa et al., 2018). *Mougeotia sp.* y *Spirogyra sp.* se encuentran en diversos cuerpos de agua dulce, sobre todo en lagos levemente acidificados. Normalmente, los filamentos se presentan como masas flotantes, su presencia está en entornos de aguas limpias, ricas en oxígeno o también en aguas estancadas, mesotróficas y poco profundas (Oscario, 1824). Los representantes del *Cosmarium* prefieren vivir en condiciones de aguas limpias y ácidas, sin embargo, se han descubierto especies en medios alcalinos y ricos en materia orgánica (Bicudo & Menezes, 2017) y *Stigeoclonium* es un alga de agua dulce que crece normalmente en sitios estancadas o de poco movimiento, también se les puede encontrar adheridas a estructuras de madera, piedras y cuerpos acuáticos sumergidos (Liu et al., 2024).

La tabla 6 presenta los valores promedios y la desviación típica de las características fisicoquímicas del agua de los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa en la cual se realizó la prueba de Kruskal Wallis que determina que existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre ellas, en todas las características determinadas (anexo 2). Considerando el pH, en la referida tabla, se halló un mínimo de 3,5 y un máximo de 7,3 correspondiente a BBP1 y BAT1 las dos pozas pertenecientes al bofedal Rumiruyuccpampa; dicha variación probablemente se deban a la influencia de las características del suelo en la que se halla el agua, o por la presencia de manantiales con solutos que al hidratarse o estar en contacto con oxígeno forman compuestos que acidifican el medio (Aduvire, 2006). Los resultados de pH hallados en la diferentes pozas en este trabajo, son similares a los reportados por Rondoy et al. (2020) y Cavero et al. (2020) quienes encontraron un rango que oscila de 5,8 a 6,8 en cada laguna muestreada, también se encontró estudios realizados en cinco lagunas, ubicada en el departamento de Pasco, cuyas aguas mostraron un pH de 2,4 y 2,49, incluso más ácidas a lo hallado por Baylón et al. (2018). En cuanto a la conductividad eléctrica, la poza BBP1 presenta el valor más alto con respecto a las demás, con un promedio de 1316,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y STD con 743,0  $\text{mg}/\text{l}$ , el oxígeno disuelto presenta valores de 3,3 a 5,2  $\text{mg}/\text{L}$ , que en forma general se los puede catalogar como pobre, probablemente se deba a que éste gas es empleado para la estabilidad y descomposición de la materia orgánica, lo que disminuye su

disponibilidad (Bonilla et al., 2017); también hay que tener en cuenta que las zonas que presentan mayor altitud tienen menor presión atmosférica, por lo tanto, será menor la solubilidad del oxígeno en el agua (Vásquez et al., 2016).

La Figura 1 muestra el biplot del análisis de componentes principales basado en las especies de fitoplancton y las características fisicoquímicas, los dos primeros componentes suman el 39,2 % de la varianza explicada, a pesar de ello podemos ver la asociación del pH con las especies *Cosmarium sp.*, *Gonatozygon monotaenium*, *Euastrum dubium*, *Staurodesmus extensus*, se puede decir que estos organismos presentan mayores densidades a un pH neutro de 7,1 algunos estudios muestran que el pH ideal para el crecimiento de las algas es neutro o casi neutro (Ollrik & Nauwerck, 1993). Otro aspecto que llama la atención, es la asociación de BBP1 con la dureza total y la conductividad eléctrica, esto debido a que dicha poza presenta valores muy altos de conductividad eléctrica y la dureza total, lo que determina la no presencia de fitoplancton, pues esta presentaba afloramientos de agua del subsuelo lo que nos puede llevar a suponer que es debido a ello su diferencia con las otras; debemos destacar que las aguas con mayor salinidad son las que presentan alta conductividad por lo tanto en estas se genera una pobre diversidad en cuanto a especies (Roldan & Ramirez, 2008)

La abundancia relativa promedio y desviación típica de las 25 especies más abundantes de la comunidad fitoplanctónica de los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyucpampa, son mostradas en la figura 2. Destaca *Tabellaria flocculosa* que es la más abundante, representando el 3,8%, seguido de *Spirogyra sp.* con 3%, *Stigeoclonium sp.* con 2,9%, *Phacus sp.* con 2,8%, *Bulbochaete sp.* con 2,7% y *Lepocinclis caudata* con 2,6 %; mientras que, las demás especies presentan valores inferiores a 2,5% (anexo 3). Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Cavero et al. (2020) quien, en una de las lagunas evaluadas, *Tabellaria flocculosa* es de las más abundantes, esta especie se caracteriza por presentar colonias zigzagueantes, donde las células se unen mediante un mucílago creando largas colonias estrelladas (Traugott, 1844); por otro lado, en cuanto a su distribución es amplia, considerado cosmopolita (se presenta en cuerpos lóticos y lénticos), con diferentes estados tróficos y en distintas altitudes (Koppen, 1973, Potapova & Donald, 2000).

En la figura 3 observamos la abundancia relativa promedio de las especies de la comunidad fitoplanctónica por pozas de los dos bofedales, a simple vista destaca la heterogeneidad de dichas abundancias, a pesar que las pozas de agua en estos ecosistemas están conectadas principalmente en la época lluviosa. En ABP1 es dominante *Pinnularia dactylus*, *Closterium jenneri* en AAT1, *Euastrum dubium* en AAT2, *Closterium rostratum* ABT1, para el caso de la poza BAP1 predominante es *Ulnaria ulna*, BAP2 domina *Dinobryon sp.*, *Oocystis sp* en BMP1, *Cosmarium sp.* es la única especie que domina en dos pozas (BMT3 y BMT2), *Stauroneis sp1* en la poza BAT1, *Nostoc sp.* en BAT2, *Desmodesmus sp.* en BMT1 y finalmente BBP1 no presenta ninguna especie (anexo 4) posiblemente por los altos valores de la conductividad eléctrica, STD (sólidos disueltos totales), dureza total y valores mínimos de pH. Morales et al. (2006) menciona que el rango óptimo de pH para el crecimiento de las microalgas varía entre 6 a 9 y las diatomeas prefieren los cuerpos de agua ligeramente ácidos pues se puede encontrar mayor disponibilidad de nutrientes y dióxido de carbono en este tipo de ecosistemas acuáticos.

En la tabla 7, se muestra la correlación (Rho de Spearman) de la abundancia de las especies con las principales características fisicoquímicas del agua, donde destaca que algunas especies están relacionadas significativamente con varias de las características fisicoquímicas; se observa que *Dinobryon sp.*, *Gonatozygon monotaenium*, *Closterium rostratum*, *Closterium jenneri* está correlacionado significativamente con 7 de estas, dentro de estas se observa que son negativas o positivas. La correlación negativa (signo negativo) nos indica que, a mayor valor de la característica del agua, menor será la abundancia de la especie; mientras que lo positivo señala lo contrario, por ejemplo, *Gonatozygon monotaenium* se relaciona negativamente con la dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales (STD), su abundancia será menor con el incremento de las características fisicoquímicas, por otro lado, *Dinobryon sp* se relaciona positivamente con la alcalinidad, dureza total, dureza cálcica, pH, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales, por lo que, a mayores valores de estas, su abundancia también será mayor. También podemos observar especies que no está correlacionadas significativamente con las muchas de las características del agua determinadas, por lo que se espera que tienen amplia distribución temporal y

espacial, es el caso de *Pinnularia dactylus*, *Zygnema sp.*, *Spirogyra sp.*, *Oocystis sp.*; finalmente las características fisicoquímicas que presentan correlación significativa con un mayor número de especies, son la conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales (STD), considerando que los sólidos disueltos totales están directamente relacionados con la conductividad eléctrica (Caspers, 1971).

La tabla 8 nos muestra el índice de similitud entre las pozas muestreo basados en las características fitoplanctónicas calculados mediante el índice de Bray-Curtis. Este índice oscila entre 0 y 1, donde 1 denota una perfecta similitud y 0, su ausencia (Ricotta & Podani, 2017), la poza con mayor similitud es, AAT2 y BAP1, con un 0,65 (65%), ya que estas presentan muchas especies en común, como *Stigeoclonium sp.*, *Lepocinclis caudata*, *Anabaena sp.*, *Zygnema sp.* y *Cosmarium sp.*, que son los más abundantes en un medio con un pH aproximado de 6,7. Resalta también que se halló un valor mínimo es de 0 para BBP1 con todas las pozas, ya que en ésta no se registró ninguna especie. Complementariamente se elaboró la figura 4 para facilitar la interpretación la información mostrada en la tabla 9. En dicha figura, resalta que se forma tres conglomerados al realizar un corte, ABT1 y BBP1 forman dos de ellos de manera independiente y un tercero que agrupa al resto de pozas. ABT1 es singular debido a que presentó solo 12 especies, donde la conductividad eléctrica fue mínima, con 65,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , sólidos disueltos totales con 33,0 mg/L y oxígeno disuelto con 3,3 mg/L; mientras que en BBP1 no se halló representante alguno del fitoplancton. En la tabla 9, se muestra los índices de similitud entre meses de muestreo basados en las características fitoplanctónicas calculados mediante el índice de Bray-Curtis. Se observa que noviembre y diciembre presentan el valor más alto 0,74 (74%) de similitud, esto debido a que son meses con menor cantidad de especies. Mientras que el valor mínimo de similitud corresponde a noviembre y marzo con 0,37 (37%), probablemente se deba en gran parte a que la diferencia de especies registradas, noviembre con 29 y marzo con 41 especies. La figura 5 es complementaria a la tabla anteriormente descrita, se observa que a una similitud de aproximadamente 0,5, se forman dos conglomerados, uno de ellos conformado por marzo, abril y mayo que son los que presentan menores números de especies; mientras que, el otro conglomerado está conformado por noviembre, diciembre, enero y febrero, que son los meses con mayor número de especies.

## VI. CONCLUSIONES

1. La composición de la comunidad fitoplanctónica reportados en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa está conformada por 54 especies 28 familias y 6 divisiones (Heterokontophyta, Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta y Dinoflagellata), estos encontrados a un pH que oscila de 3, 5 a 7,3 y a valores de 3,3 a 5,2 de oxígeno disuelto.
2. La especie con mayor abundancia fue *Tabellaria flocculosa* representando el 3,8% del total, quien se ha encontrado solo en el bofedal Rumiruyuccpampa; esta especie en cuanto al pH tiene preferencia por pozas que son ligeramente alcalinas.
3. Los índices de similitud presentan valores desde 0% hasta 59%, por lo que las comunidades de fitoplancton registradas en las pozas de los bofedales muestreados son heterogéneas en cuanto a las especies que presentan.
4. Existen características fisicoquímicas como la conductividad eléctrica y la dureza total que a valores elevados encontramos poca presencia de especies, así también se puede ver que la conductividad eléctrica y los sólidos disueltos totales son las principales características que influyen en la mayor cantidad en el número de especies.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Realizar trabajos de investigación donde el tiempo de muestreo sea mayor para generar mayor información sobre la composición y abundancia de los organismos fitoplanctónicos; así como también relacionarlo con las características fisicoquímicas.
2. Para futuras investigaciones sería recomendable que en las características fisicoquímicas se evalúe concentraciones de fósforo y nitrógeno ya que son nutrientes esenciales para esta comunidad.
3. Sería recomendable enfocarse en la poza P3 del bofedal Rumiruyuccpampa, ya que presenta valores de pH y conductividad notablemente diferentes en comparación con las demás pozas del bofedal, y no se reportó ninguna especie en ella.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acleto, C., & Zúñiga, R. (1998). Introducción a las algas. [https:// archive.org /details/introduccion-a-las-algas-acleto-y- zuniga/page/n7/mode/2up?view= theater](https://archive.org/details/introduccion-a-las-algas-acleto-y-zuniga/page/n7/mode/2up?view=theater)
- Aduvire, O. (2006). Drenaje ácido de mina, generación y tratamiento. [http://info.igme.es/sidpdf/113000/258/113258\\_0000001.pdf](http://info.igme.es/sidpdf/113000/258/113258_0000001.pdf)
- APHA. (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (23.<sup>a</sup> ed.). American Public Health Association. [https:// books.google. com. pe /books?id= V2LhtAEACAAJ](https://books.google.com.pe/books?id=V2LhtAEACAAJ)
- Badii, M., Landeros, J., & Cerna, E. (2008). Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. 3(1), 632-660.
- Barreno, E., & Perez, S. (2003). Claves para la identificación de los géneros (Consejería de Medio Ambiente). [https://w w w.uv.es /barreno / Clave \\_ de \\_ generos \\_ y \\_ especies.pdf](https://www.uv.es/barreno/Clave_y_especies.pdf).
- Baylón, M., Roa, K., Libio, T., Tapia, L., Jara, E., Macedo, D., Salvatierra, A., & 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. [https:// doi.org /10.21704 /rea. v 17i1.1180](https://doi.org/10.21704/rea.v17i1.1180)
- Bicudo, C., & Araujo, G. (2022). Flora Ficológica do Estado de São Paulo: Euglenophyceae (Vol. 6). Rima.
- Bicudo, C., & Menezes, M. (2017). Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil: Chave para identificação e descrições. Rima. [https://www. researchgate.net/publication/ 272563598\\_ Generos\\_de\\_Algas\\_de\\_Aguas\\_ Continentais\\_do\\_Brasil\\_chave\\_para\\_identificacao\\_e\\_descricoes](https://www.researchgate.net/publication/272563598_Generos_de_Algas_de_Aguas_Continentais_do_Brasil_chave_para_identificacao_e_descricoes)
- Bicudo, C., Paiva, M., & Jarreta, A. (2014). Flora Ficológica do Estado de São Paulo Zygnemaphyceae (1.<sup>a</sup> ed., Vol. 4). Rima. [https://editorarima.com.br/ produto/flora-ficológica-do-estado-de-sao-paulo-vo-4-parte-1-zygnemaph ycae/](https://editorarima.com.br/produto/flora-ficológica-do-estado-de-sao-paulo-vo-4-parte-1-zygnemaphyceae/)
- Bicudo, C., & Samanez, I. M. (2016). Flora Ficológica do Estado de São Paulo (Vol. 4). Rima. [https://www.amazon.com.br/Flora-Ficol%C3%B3gica- Estado-Paulo-Zygnemaphyceae/dp/8576563290?asin=B0B77H7QX4&re visionId =& format=4&depth=1](https://www.amazon.com.br/Flora-Ficol%C3%B3gica-Estado-Paulo-Zygnemaphyceae/dp/8576563290?asin=B0B77H7QX4&revisionId=&format=4&depth=1)
- Bonilla, L. X., Gallo, J. P., Salazar, L., Jaramillo, Á., & Sierra, R. (2017). Estructura y dinámica de la comunidad fitoplanctónica en el humedal “El Resbalón”. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/9962>
- Cadima, F., & Bicudo, C. (2013). Guía ilustrada de algas de Bolivia: División Euglenophyta. Kipus.
- Calvo, M. S., & Aguado, I. A. (1998). Ingeniería del medio ambiente aplicada al medio natural continental: La contaminación del medio natural continental: Aire, aguas, suelos, vegetación y fauna. Tecnologías de identificación, lucha y corrección. Mundi-Prensa. [https:// books. google .com. pe /books ?id= IK r k xgEACAAJ](https://books.google.com.pe/books?id=IKrkxgEACAAJ)
- Caraco, N. F., & Miller, R. (1998). Effects of CO<sub>2</sub> on competition between a cyanobacterium and eukaryotic phytoplankton. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(1), 54-62. [https://doi.org/10.1139/f97- 202](https://doi.org/10.1139/f97-202)

- Caranqui, J., Lozano, P., & Reyes, J. (2016). Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 7(1), 33-45. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n1.86>
- Caspers, H. (1971). R. A. Horne: Marine Chemistry. The Structure of Water and the Chemistry of the Hydrosphere. New York-London-Sydney-Toronto: Wiley-Interscience, A Division of John Wiley & Sons 1969. 568 pp. 190 s. *Internationale Revue Der Gesamten Hydrobiologie Und Hydrographie*, 56(1), 143-143. <https://doi.org/10.1002/iroh.19710560143>
- Cavero, J. G., Manrique, M., Zavalaga, F., Chang, F., Bouchon, M., & Aguilar, C. (2020). Fitoplancton en tres lagunas alto andinas de la Provincia Ambo, Región Huánuco, Perú. *Instituto del Mar del Perú - IMARPE*, 47(3). <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3472>
- Cepeda, J., Gaxiola-Castro, G., & Durazo, R. (2006). Productividad primaria modelada 1998 - 2006. 349 - 364.
- Choy, A., & Anaya, M. (2018). Hidroquímica y su variabilidad espacio temporal en un bofedal altoandino de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochabamba, Perú. *Idesia (Arica)*, 36(4), 87-97. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292018005002603>
- Cirés, S., & Quesada, A. (2011). Catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas de las aguas continentales españolas (Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino). [https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/agua/formacion/06\\_Ponencia\\_Samuel\\_Cires\\_web\\_tcm30-214833.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/agua/formacion/06_Ponencia_Samuel_Cires_web_tcm30-214833.pdf)
- Condori Robles, E. (2001). Evaluación de las Características y Distribución de los Bofedales en el Ámbito Peruano del Sistema TDPS.
- Cortés, M., & Briones, M. (2014). Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1421-1432.
- Cuyckens, G. A. E., Malizia, L. R., & Blundo, C. (2015). Composición, diversidad y estructura de comunidades de árboles en un gradiente altitudinal de selvas subtropicales de montaña (Serranías de Zapla, Jujuy, Argentina). *Madera y bosques*, 21(3), 137-148.
- Dawes, C. J. (1998). *Marine Botany* (2a ed).
- De Ferreyra, E. C. (1979). Vegetación del Valle de Chiquián, (Provincia de Bolognesi), (Departamento de Ancash). Editorial Los Pinos. <https://books.google.com.pe/books?id=ec5YHAAACAAJ>
- Declerck, S. A. J., Coronel, J. S., Legendre, P., & Brendonck, L. (2011). Scale dependency of processes structuring metacommunities of cladocerans in temporary pools of High-Andes wetlands. *Ecography*, 34(2), 296-305. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2010.06462.x>
- Dolbeth, M., Pardal, M., Lilleblo, A., Azeiteiro, U., & Marques, J. (2003). Short- and long-term effects of eutrophication on the secondary production of an intertidal macrobenthic community. *Marine Biology*.
- Dors, A. (2015). Efectos del fitoplancton tóxico procedente de aguas continentales y marinas en ecosistemas salobres de estuario. Universidad Complutense de Madrid.

- Echevarria, M. O., Roman, A., Ruíz, G. E., & Tito, G. (2017). Identificación de cianobacterias de la laguna “La Mansión” en una universidad privada confesional. 3(1), 1-17.
- Espinosa, C. I. (2022). Similitud de Comunidades biológicas. <https://giespinosa.github.io/Similitud/>
- Esqueda, K., Sánchez, A. D. J., Valdés, G., Salcedo, M. Á., Franco, A. E., & Florido, R. (2016). Fitoplancton en el humedal tropical Chaschoc en la cuenca baja del río Usumacinta. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(4), 1177-1188. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.10.015>
- Falkowski, P. G., Laws, E., Barber, R., & Murray, J. W. (2003). Phytoplankton and Their Role in Primary, New, and Export Production. [https://www.researchgate.net/publication/239559304\\_Phytoplankton\\_and\\_Their\\_Role\\_in\\_Primary\\_New\\_and\\_Export\\_Production](https://www.researchgate.net/publication/239559304_Phytoplankton_and_Their_Role_in_Primary_New_and_Export_Production)
- Falkowsky, P., & Raven, J. (1998). *Aquatic Photosynthesis*.
- Fernández, R., Rodríguez, B., & Corrochano, A. (2012). Id-Tax. Catálogo y claves de identificación de organismos fitoplanctónicos utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente). [https://www.researchgate.net/profile/Romina-Alvarez-Troncoso/publication/273716392\\_Id-Tax\\_Catalogo\\_y\\_claves\\_de\\_identificacion\\_de\\_organismos\\_fitoplanctonicos\\_utilizados\\_como\\_elementos\\_de\\_calidad\\_en\\_las\\_redes\\_de\\_control\\_del\\_estado\\_ecologico/links/550ff9b30cf2752610a199f0/Id-Tax-Catalogo-y-claves-de-identificacion-de-organismos-fitoplanctonicos-utilizados-como-elementos-de-calidad-en-las-redes-de-control-del-estado-ecologico.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Romina-Alvarez-Troncoso/publication/273716392_Id-Tax_Catalogo_y_claves_de_identificacion_de_organismos_fitoplanctonicos_utilizados_como_elementos_de_calidad_en_las_redes_de_control_del_estado_ecologico/links/550ff9b30cf2752610a199f0/Id-Tax-Catalogo-y-claves-de-identificacion-de-organismos-fitoplanctonicos-utilizados-como-elementos-de-calidad-en-las-redes-de-control-del-estado-ecologico.pdf)
- Figueroa, M., Muciño, E., & Almanza, S. (2022). Estado de conocimiento de los dinoflagelados de agua dulce de México. *Hidrobiológica*, 33(3), 223-234. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2022v32n3/Figueroa>
- Fonkén, M. S. (2014). An introduction to the bofedales of the Peruvian High Andes. 15(5), 1-13.
- Fuentes, P., Morales, E., Vargas, R., Barrantes, K., & Chacón, L. (2023). Característica físicasquímica y microbiológica del agua subterránea en Los Chiles, Costa Rica, y su asociación con el uso del suelo. *UNED Research Journal*, 15(2), e4656. <https://doi.org/10.22458/urj.v15i2.4656>
- García, A., & Chivas, A. R. (2004). Quaternary and extant euryhalin *Lamprothamnium* Groves (Charales) from Australia: Gyrogonite morphology and paleolimnological significance. *Journal of Paleolimnology*, 31(3), 321-341. <https://doi.org/10.1023/B:JOPL.0000021725.32489.bd>
- García, E., & Otto, M. (2015). Caracterización ecohidrológica de humedales alto andinos usando imágenes de satélite multitemporales en la cabecera de cuenca del Río Santa, Ancash, Perú. *Ecología Aplicada*, 14(2), 115-125.
- Gómez, F. (2005). A list of free-living dinoflagellate species in the world's oceans. 1(64), 129-212.
- Gómez, F., Moreira, D., & López, P. (2011). Avances en el estudio de los dinoflagelados (Dinophyceae) con la filogenia molecular. *Hidrobiológica*, 21(3), 343-364.
- Gomez, N. (2024). Comunidad fitoplanctónica en la laguna Guitarrachayoc Paras, Ayacucho 2018. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

- Gonzales, R. K., Quenta, E., Molina, J., Dangles, O., & Jacobsen, D. (2014). Propuesta metodológica para estimar la heterogeneidad ambiental, diversidad y estructura de comunidades acuáticas de pozas de agua en bofedales altoandinos. *Ecología en Bolivia*, 49(3), 56-72.
- GORE Ayacucho. (2013). Zonificación Ecológica Económica Ayacucho. [https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/estudio\\_de\\_la\\_propuesta\\_zee.pdf](https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/estudio_de_la_propuesta_zee.pdf)
- Guiry, G., & Guiry, M. (2023). Listing the World's Algae. AlgaeBase. [https://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus\\_id=43579](https://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43579)
- Guiry, M. D., Moestrup, Ø., & Andersen, R. A. (2023). Validation of the phylum name Heterokontophyta. 297, 1-5.
- Guiry, M., & Guiry, G. (2023). *Lepocinclis* Perty, 1849. Algaebase. [https://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus\\_id=43653](https://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=43653)
- Hernández, D. (2014). Biodiversidad de algas planctónicas marinas (Cyanobacteria, Prasinophyceae, Euglenophyta, Chrysophyceae, Dictyochophyceae, Eustigmatophyceae, Parmophyceae, Raphidophyceae, Bacillariophyta, Cryptophyta, Haptophyta, Dinoflagellata) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, S44-S53. <https://doi.org/10.7550/rmb.32037>
- INAIGEM. (2023). Memoria descriptiva: Inventario nacional de Bofedales. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/memoria-descriptiva-inventario-nacional-bofedales-2023>
- Jaanus, A., Toming, K., Hallfors, S., Kaljurand, K., & Lips, I. (2009). Potential phytoplankton indicator species for monitoring Baltic coastal waters in the summer period. *Hydrobiologia*, 629, 157-168.
- Jiao, C., Sørensen, I., Sun, X., Sun, H., Behar, H., Alseekh, S., Philippe, G., Palacio, K., Sun, L., Reed, R., Jeon, S., Kiyonami, R., Zhang, S., Fernie, A. R., Brumer, H., Domozych, D. S., Fei, Z., & Rose, J. K. C. (2020). El genoma del *Penium margaritaceum*: Características del origen de las plantas terrestres. *Cell*, 181(5), 1097-1111.e12. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.04.019>
- Jurasinski, G., Retzer, V., & Beierkuhnlein, C. (2009). Inventory, differentiation, and proportional diversity: A consistent terminology for quantifying species diversity. *Oecologia*, 159(1), 15-26. <https://doi.org/10.1007/s00442-008-1190-1>
- Jüttner, I., Gurung, S., Sharma, C., Sharma, S., de Haan, M., & Van de Vijver, B. (2010). Morphology of new taxa in the *Cymbella aspera* and *Cymbella neocistula* groups, *Cymbella yakii* sp. Nov., and *Cymbella* cf. *Hantzschiana* from Everest National Park, Nepal. *Polish Botanical Journal*, 55, 73-92.
- Koppen, J. (1973). Distribution of the species of the diatom genus *Tabellaria* in a portion of the north-central United States. 276.
- Kuang, Q., Bi, Y., Xia, Y., & Hu, Z. (2004). Phytoplankton community and algal growth potential in Taipinghu Reservoir, Anhui Province. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1770.2004.00238.x>
- Lampert, W., & Sommer, U. (1997). The ecology of lakes and streams [Limnoecology]. Oxford University Press.
- Leganés, F., Carreres, R., González, R., Nieva, M., Quesada, A., Sendra, J., & Hernández, E. (2001). Effect of phosphate fertilisation, straw incorporation,

- insecticide application and inoculation with cyanobacteria on rice productivity. 16, 273-282.
- Legendre, P., Borcard, D., & Peres, P. (2005). Legendre P, Borcard D, Peres-Neto PR. Analyzing beta diversity: Partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecol Monogr* 75: 435-450. *Ecological Monographs*, 75, 435-450. <https://doi.org/10.1890/05-0549>
- Limo, A. (2023). Análisis de la participación ciudadana en la conservación de los servicios ecosistémicos de los bofedales ubicados en la sub cuenca Santa Eulalia en Lima. *Ecología Aplicada*, 22(2), 195-228. <https://doi.org/10.21704/rea.v22i2.2093>
- Liu, B., Lan, Q., Dai, Q., Zhu, H., & Liu, G. (2024). Morphology and Molecular Phylogeny of the Genus *Stigeoclonium* (Chaetophorales, Chlorophyta) from China, Including Descriptions of the *Pseudostigeoclonium* gen. Nov. *Plants*, 13(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/plants13050748>
- Lou, J., & González, J. A. (2012). Midiendo la diversidad biológica: Más allá del índice de Shannon. 56(1-2), 3-14.
- Loza, V. (2011). Biodiversidad de cianobacterias en rios de la comunidad de Madrid. Análisis polifásico y aplicación en biomonitorización [Universidad Autónoma de Madrid]. [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/6856/40106\\_Loza\\_Calvo\\_Virginia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/6856/40106_Loza_Calvo_Virginia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Luque, M. E., & Martínez, A. L. (2000). Ficoflora fitoplanctónica y epilítica del río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). 1-2(35), 21-32.
- Maldonado Fokén. (2014). An introduction to the bofedales of the Peruvian High Andes.
- Margalef, R. (1983). *Limnología* (Omega). Ediciones Omega. <https://books.google.com.pe/books?id=VlfwAAAAMAAJ>
- Martínez, G. A., & Sotomayor, D. (2012). Condiciones limnológicas en el embalse La Plata en Puerto Rico: 2008 a 2009. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 96(1-2), Article 1-2. <https://doi.org/10.46429/jaupr.v96i1-2.243>
- Milaveres, J. (2022). Influencia de los factores ambientales en la organización de las comunidades de fitoplancton del sistema de bofedales Piticocha, Lima [Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <https://repositorio.unjbg.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a9c6007f-c3f0-43c1-b065-4b182d624aee/content>
- MINAM. (2015). Estrategia Nacional de Humedales. Dirección General de Diversidad Biológica. <file:///C:/Users/hp1/Downloads/BIV01733.pdf>
- MINAM. (2015). Mapa Nacional de Cobertura Vegetal. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. [https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL\\_compres\\_sed.pdf](https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL_compres_sed.pdf)
- Moncada, W., Willems, B., & Rojas, J. (2020). Estimación de estadíos estacionales a partir de parámetros climáticos medidos en la estación meteorológica de la microcuenca Apacheta, Región Ayacucho, 2000 al 2018. *Revista de Investigación de Física*, 23(2), 17-25. <https://doi.org/10.15381/rif.v23i2.20296>

- Moncada, W., Willems, B., & Rojas, J. (2021). Estimación de estadíos estacionales a partir de parámetros climáticos medidos en la estación meteorológica de la microcuenca Apacheta, Región Ayacucho, 2000 al 2018. *Revista de Investigación de Física*, 23(2), 17-25. <https://doi.org/10.15381/rif.v23i2.20296>
- Morales, N., Arévalo, K., Ortega, J., Briceño, B., Andrade, C., & Morales, E. (2006). El pH y la fuente nitrogenada como moduladores del crecimiento de la macrófita *Lemna* sp. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, 23(1), Article 1. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/26601>
- Moreira, J., García, M., Burgos, M., & García, E. (2007). Atlas de Microorganismos Planctónicos Presentes en los Humedales Andalucía (Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.). [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal\\_web/rediam/contenidos\\_ordenacion/PDF/Atlas\\_Org\\_Planctonicos\\_1.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/rediam/contenidos_ordenacion/PDF/Atlas_Org_Planctonicos_1.pdf)
- Movellán, E. (2004). Modelado de la cuña salina y del flujo de nutrientes en el tramo estuarino del río Ebro [Universitat de Barcelona. Departament de Ecologia]. <https://www.tdx.cat/handle/10803/1425#page=9>
- Núñez, A., & Dos Santos, M. (2020). Catálogo ficológico Cyanophytas deL estanque artificial de la FACEN - UNA. <https://www.facen.una.py/wp-content/uploads/2020/05/CyanoVERSION-FINAL-2020.pdf>
- Ohle, W. (1934). Chemische und physikalische untersuchungen norddeusher seen. *Hydrobiol*, 36, 386-464.
- Oliva, M., Godinez, J., & Zuñiga, C. (2014). Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Olrik, K., & Nauwerck, A. (1993). Stress and disturbance in the phytoplankton community of a shallow, hypertrophic lake. *Hydrobiologia*, 249, 15-24. <https://doi.org/10.1007/BF00008839>
- Oscanoa, A., García, C. T., Ynga, G., Flores, L., & Aguilar, C. (2018). Instructivo para producción de biomasa microalgal de cepas nativas del género *Desmodesmus* colectadas en zonas altoandinas del Perú. Área Funcional de Investigaciones en Acuicultura - AFIA. <file:///C:/Users/hp1/Downloads/INSTRUCTIVO%20BIOMASA%20MICROALGAS.pdf>
- Oscario, J. F. (1824). *Systema Algarum*. <https://img.algaebase.org/pdf/8CCB0C03030e51D790Rw516CAA00/38800.pdf>
- Osorio, J. J. (2005). Diversidad y Distribucion del fitoplancton de la laguna El Balson, Tabasco, Mexico. 2005. [Universidad de Juárez Autónoma de Tabasco].<http://archive.org/details/DiversidadYDistribucionDelFitoplanctonDeLaLagunaElBalsonTabasco>
- Parra, O., Gonzalez, M., Dellarossa, V., Rivera, P., & Orellana, M. (1982). Manual taxonómico de fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile I. Cyanophyceae. [file:///C:/Users/hp1/Downloads/ManualFito\\_11982Cyanophyceae\\_Chile.pdf](file:///C:/Users/hp1/Downloads/ManualFito_11982Cyanophyceae_Chile.pdf)
- Patil, G. P., & Taillie, C. (1982). Diversity as a Concept and its Measurement. *Journal of the American Statistical Association*, 77(379), 548-561. <https://doi.org/10.2307/2287709>

- Peña, E. (2007). Trabajo de investigación oxígeno disuelto (OD) [Escuela Superior Politécnica Del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>
- Pereda, A., Moncada, W., & Verde, L. (2018). Respuesta nival de la cabecera de cuenca Cachi-Apacheta de Ayacucho.1.
- Poot, C. A., Okolodkov, Y. B., Aké, J. A., & Rendón, J. (2015). Annual cycle of phytoplankton with emphasis on potentially harmful species in oyster beds of Términos Lagoon, southeastern Gulf of Mexico. *Revista de biología marina y oceanografía*, 50(3), 465-477. <https://doi.org/10.4067/S0718-195720150004000>
- Popovich, C. A. (2004). Fitoplancton del estuario de Bahía Blanca. 16.
- Potapova, M., & Donald, C. (2000). Aquatic Photosynthesis. Paul G. Falkowski, John A. Raven. *International Microbiology*, 3, 259.
- Ramirez, A., & Viña, G. (1998). *Limnología colombiana. Aportes a su conocimiento y Estadísticas de análisis*. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Reyes, M., Hernández, B., & Díaz, M. (2023). Biodiversidad acuática del sitio demostrativo de Ecohidrología PHI - UNESCO DRMI - sitio Ramsar Complejo Cenagosode Zapatosa (Vol. 2). <https://natura.org.co/wp-content/uploads/2023/06/Catalogo-02-Microalgas-y-cianobacterias.pdf>
- Ricotta, C., & Podani, J. (2017). On some properties of the Bray-Curtis dissimilarity and their ecological meaning. *Ecological Complexity*, 31, 201-205. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2017.07.003>
- Riley, J., & Chester, R. (1976). *Chemical Oceanography* (2.<sup>a</sup> ed., Vol. 6).
- Rodriguez, L. S. R. (2012). Determinación del Estado Trófico de Tres Ecosistemas Lénticos de La Sabana De Bogotá con Base al Fitoplancton, en dos Periodos Climáticos Contrastantes. Universidad Militar Nueva Granada.
- Rojas, L. A. (2021). Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales generadas por el hospital José Hernán Soto Cadenillas, Chota-2020 [Universidad Nacional Autónoma De Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8cead5f2-eaf1-4bcd-b488-6d98c21f2ee7/content>
- Roldan, G., & Ramirez, J. J. (2008). *Fundamentos de Limnología Neotropical* (2.<sup>a</sup> ed.). Universidad de Antioquía. [file:///C:/Users/hp1/Downloads/ACCE FVN-AC-spa-2008-Fundamentos%20de%20limnolog%C3%ADa%20neotropical%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/hp1/Downloads/ACCE%20FVN-AC-spa-2008-Fundamentos%20de%20limnolog%C3%ADa%20neotropical%20(2).pdf)
- Roldán, G., & Ramirez, J. J. (2022). *Fundamentos de limnología neotropical* (3.<sup>a</sup> ed.). Gente nueva. [file:///C:/Users/hp1/Downloads/Fundamentos%20de%20Limnolog%C3%ADa%203a%20edici%C3%B3n-web-%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/hp1/Downloads/Fundamentos%20de%20Limnolog%C3%ADa%203a%20edici%C3%B3n-web-%20(1).pdf)
- Romero, C. K. (2018). Determinación de la Relación de la Comunidad Fitoplanctónica con los Factores Físicos y Químicos del Sector Puno de la Reserva Nacional del Titicaca, Region Puno, Abril – Julio 2014. Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa.
- Romero, A. J. (2005). *Calidad de agua* (2.<sup>a</sup> ed.). Escuela colombiana de ingeniería. [https://www.academia.edu/38972813/Calidad\\_del\\_Agua\\_ROMERO\\_ROJAS](https://www.academia.edu/38972813/Calidad_del_Agua_ROMERO_ROJAS)
- Rondoy, L., Mostacero, J., & De La Cruz, A. (2020). Physical-chemical and phytoplankton characteristics of high Andean wetlands and their



- relationship with the presence of *Lymnaea* Spp. In Frías, Piura, Peru. *Manglar*, 17(1), 13-19. <https://doi.org/10.17268/manglar.2020.003>
- Round, F. E., Crawford, R. M., & Mann, D. G. (1990). *Diatoms: Biology and Morphology of the Genera*. Cambridge University Press.
- Salusso, M. (2011). Fitoplancton en ambientes de altura. *Lhawet*, 1(1), Article 1. <https://portalderevistas.unsa.edu.ar/index.php/Lhawet/article/view/250>
- Samanez, I., Rimarachín, V., Palma, C., Arana, J., Ortega, H., Correa, V., & Hidalgo, M. (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: Plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú.
- Segura, M., Berdalet, E., & Fortuño, J. M. (2021). Phytoplankton and the elements of life. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España). <https://doi.org/10.20350/DIGITALCSIC/14093>
- Smith, T., & Smith, R. (2007). *Ecología* (6.ª ed.). Pearson educación. <http://www.biocon.unam.mx/docencia/oceanografia-biologica/lecturas-libros/ecologia-smith-smith.pdf>
- Spaulding, S. A., Potapova, M. G., Bishop, I. W., Lee, S. S., Gasperak, T. S., Jovanoska, E., Furey, P. C., & Edlund, M. B. (2021, octubre 2). Diatoms of North America. *Diatom Research*. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0269249X.2021.2006790>
- Sulca, L., Franco, P., & Oyague, E. (2019). Caracterización trófica de dos bofedales de la provincia de Candarave, región Tacna. *Ciencia & Desarrollo*, 21, 37-49. <https://doi.org/10.33326/26176033.2017.21.728>
- Tolivia, A., Boltovskoy, A., Barón, J., Marciales, L., & Gonzales, L. (2008). *Microalgas acuáticas: La otra escala de la biodiversidad en la Amazonia colombiana* (1.ª ed.). <https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Microalgas%20reload.pdf>
- Traugott, . Friedrich. (1844). *Die Kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen* (Vol. 1). Die Kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen
- Tucci, A., & Sant'Anna, C. L. (2003). *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju(Cyanobacteria): Variação semanal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 26, 97-112. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042003000100011>
- Urrea, G., & Sabater, S. (2009). Epilithic diatom assemblages and their relationship to environmental characteristics in an agricultural watershed (Guadiana River, SW Spain). *Ecological Indicators*, 9, 693-703.
- Vasconez, M., Mancheno, A., Álvarez, C., Prehn, C., Cevallos, K., & Ortiz, L. (Eds.). (2019). *Cuencas hidrográficas* (Primera edición). Abya Yala; Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19038/1/Cuencas%20hidrogr%C3%A1ficas.pdf>
- Vásquez, W., Talavera, M., & Inga, M. (2016). Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la laguna Arapa-Puno. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 82(1), 15-28.
- Vizzo, J. I., Cabrerizo, M. J., Helbling, E. W., & Villafañe, V. E. (2021). Extreme and gradual rainfall effects on winter and summer estuarine phytoplankton

- communities from Patagonia (Argentina). *Marine Environmental Research*, 163, 105235. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.105235>
- Walne, P., Moestrup, O., & Norris, R. (1986). Light and electron microscopic studies of *Eutreptia euphycea* sp. Nov. (Euglenophyceae) from Danish and American waters. 25, 109-126.
- Wehr, J. D., Sheath, R. G., & Kociolek, P. (2015). Freshwater algae of North America. Ecology and classification. *Freshwater algae of North America. Ecology and classification*. Academic Press, San Diego, 55(3), 1050.
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Gulf Professional Publishing.
- Whitton B, A. (1992). Diversity, ecology and taxonomy of the cyanobacteria. En: *Photosynthetic Prokaryotes*. 6, 51. N. H. Mann y N. G. Carr.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Meses y códigos de las pozas de muestreo de dos bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

Pozas	Mes de muestreo							Meses con agua (n°)
	Nov-16	Dic-16	Ene-17	Feb-17	Mar-17	Abr-17	May-17	
ABP1	■	■	■	■	■	■	■	7
AAT1	■	■	■	■	■	■	■	4
AAT2	■	■	■	■	■	■	■	4
ABT1	■	■	■	■	■	■	■	4
BAP1	■	■	■	■	■	■	■	7
BAP2	■	■	■	■	■	■	■	7
BMP1	■	■	■	■	■	■	■	7
BMT3	■	■	■	■	■	■	■	5
BBP1	■	■	■	■	■	■	■	7
BAT1	■	■	■	■	■	■	■	6
BAT2	■	■	■	■	■	■	■	5
BMT1	■	■	■	■	■	■	■	5
BMT2	■	■	■	■	■	■	■	4

Presencia   
 Ausencia 

**Anexo 2.** Prueba de normalidad de Kolmogorov- Smirnov para determinar el tipo de distribución que presentan las abundancias relativas de los componentes del fitoplancton en dos Bofedatos altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo.

Especie	N	Parámetros normales <sup>ab</sup>			Máximas diferencias extremas			Estadístico de prueba	Sig. asin. (bilateral) <sup>c</sup>
		Media	Desv. Desviación		Absoluta	Positivo	Negativo		
<i>Oscillatoria sp.</i>	144	503.47	1176.320		0.471	0.471	-0.334	0.471	0.000
<i>Anabaena sp.</i>	144	685.76	1261.571		0.429	0.429	-0.293	0.429	0.000
<i>Nostoc sp.</i>	144	338.54	877.292		0.484	0.484	-0.350	0.484	0.000
<i>Chroococcus sp.</i>	144	329.86	1034.650		0.514	0.514	-0.375	0.514	0.000
<i>Microcystis aeruginosa</i> Elenkin 1938	144	407.99	989.785		0.493	0.493	-0.340	0.493	0.000
<i>Eunotia sp.</i>	144	217.01	649.937		0.513	0.513	-0.369	0.513	0.000
<i>Eunotia tetradon</i> Berg 1939	144	225.69	703.587		0.522	0.522	-0.374	0.522	0.000
<i>Pinnularia maior</i> Hustedt 1914	144	399.31	1151.284		0.497	0.497	-0.364	0.497	0.000
<i>Pinnularia dactylus</i> Ehrenberg 1843	144	269.10	784.509		0.509	0.509	-0.366	0.509	0.000
<i>Pinnularia gibba</i> A.Cleve 1932	144	217.01	597.377		0.510	0.510	-0.358	0.510	0.000
<i>Craticula cuspidata</i> Aboal 2003	144	355.90	895.101		0.495	0.495	-0.345	0.495	0.000
<i>Stauroneis spl</i>	144	303.82	960.843		0.499	0.499	-0.376	0.499	0.000
<i>Stauroneis sp?</i>	144	416.67	969.374		0.472	0.472	-0.334	0.472	0.000
<i>Frustrulia sp.</i>	144	355.90	907.226		0.493	0.493	-0.347	0.493	0.000
<i>Asterionella Formosa</i> Hassall 1850	144	312.50	816.407		0.496	0.496	-0.351	0.496	0.000
<i>Tabellaria flocculosa</i> Koppen 1975	144	755.21	1434.913		0.437	0.437	-0.299	0.437	0.000
<i>Diatoma vulgaris</i> Hustedt 1957	144	477.43	1145.038		0.481	0.481	-0.338	0.481	0.000
<i>Cymboplectra sp.</i>	144	381.94	1068.847		0.508	0.508	-0.360	0.508	0.000
<i>Cymbella sp.</i>	144	477.43	1182.593		0.469	0.469	-0.343	0.469	0.000
<i>Gomphonema constrictum</i> Mayer 1928	144	355.90	907.226		0.500	0.500	-0.347	0.500	0.000
<i>Gomphonema acuminatum</i> Mayer 1928	144	399.31	965.452		0.473	0.473	-0.340	0.473	0.000
<i>Ulnaria ulna</i> Aboal 2003	144	425.35	1057.392		0.476	0.476	-0.344	0.476	0.000
<i>Dinobryon sp.</i>	144	138.89	574.652		0.533	0.533	-0.405	0.533	0.000
<i>Zygnema sp.</i>	144	529.51	1302.061		0.484	0.484	-0.342	0.484	0.000
<i>Mougeotia sp.</i>	144	416.67	1024.183		0.491	0.491	-0.342	0.491	0.000
<i>Spirogyra sp.</i>	144	564.24	1104.562		0.459	0.459	-0.305	0.459	0.000
<i>Gonatozygon monotaenium</i> Ruzicka 1970	144	564.24	1181.052		0.454	0.454	-0.316	0.454	0.000
<i>Closterium decarum</i> Maskell 1889	144	286.46	719.951		0.502	0.502	-0.345	0.502	0.000
<i>Closterium rostratum</i> Irénée-Marie 1939	144	269.10	770.455		0.512	0.512	-0.363	0.512	0.000
<i>Closterium setaceum</i> Grönblad 1945	144	269.10	811.887		0.512	0.512	-0.370	0.512	0.000
<i>Closterium jenneri</i> West 1899	144	251.74	747.663		0.514	0.514	-0.368	0.514	0.000
<i>Closterium lunula</i> Croasdale 1971	144	190.37	649.762		0.518	0.518	-0.384	0.518	0.000
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Wulle 1885	144	486.11	1126.903		0.472	0.472	-0.333	0.472	0.000
<i>Euastrum dubium</i> Lobik 1916	144	407.99	114.411		0.497	0.497	-0.357	0.497	0.000
<i>Staurastrum sp</i>	144	503.47	1248.421		0.490	0.490	-0.343	0.490	0.000
<i>Staurastrum punctulatum</i> Brebisson 1848	144	416.67	958.036		0.488	0.488	-0.332	0.488	0.000
<i>Staurastrum cingulum</i> Smith 1922	144	286.46	919.851		0.497	0.497	-0.378	0.497	0.000
<i>Staurodesmus extensus</i> Teiling 1948	144	217.01	666.537		0.517	0.517	-0.372	0.517	0.000
<i>Cosmarium venustum</i> West 1891	144	590.28	1182.111		0.448	0.448	-0.309	0.448	0.000
<i>Cosmarium sp.</i>	144	477.43	1086.275		0.475	0.475	-0.330	0.475	0.000
<i>Stigeoclonium sp.</i>	144	607.64	1125.690		0.428	0.428	-0.295	0.428	0.000
<i>Bulbochaete sp.</i>	144	381.94	914.598		0.481	0.481	-0.338	0.481	0.000
<i>Oocystis sp.</i>	144	407.99	1032.999		0.480	0.480	-0.346	0.480	0.000
<i>Eudarina elegans</i> Ehrenberg 1832	144	355.90	870.345		0.492	0.492	-0.341	0.492	0.000
<i>Pandorina sp.</i>	144	225.69	818.450		0.525	0.525	-0.391	0.525	0.000
<i>Pseudopediastrum boryanum</i> Hegewald 2005	144	321.18	845.940		0.495	0.495	-0.352	0.495	0.000
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> Ralfs 1848	144	425.35	948.444		0.479	0.479	-0.327	0.479	0.000
<i>Desmodesmus spl</i>	144	312.50	775.217		0.490	0.490	-0.343	0.490	0.000
<i>Desmodesmus sp?</i>	144	182.29	626.637		0.524	0.524	-0.386	0.524	0.000
<i>Euglena sp.</i>	144	329.86	849.029		0.498	0.498	-0.349	0.498	0.000
<i>Trachelomona sp.</i>	144	442.71	1186.948		0.493	0.493	-0.355	0.493	0.000
<i>Lepocinclis caudata</i> L.X.Shi 1996	144	529.51	1030.351		0.453	0.453	-0.304	0.453	0.000
<i>Phacus sp.</i>	144	633.68	1191.796		0.446	0.446	-0.297	0.446	0.000
<i>Parvodinium sp.</i>	144	390.63	1018.500		0.497	0.497	-0.351	0.497	0.000

- a. La distribución de prueba es normal.  
b. Se calcula a partir de datos.  
c. Corrección de significación de Lilliefors.

**Anexo 3.** Resultado del análisis de la prueba de Kruskal Wallis para comparar las características fisicoquímicas del agua de las pozas de dos bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

Características fisicoquímicas	H de Kruskal-Wallis	gl	Sig. asin.
Alcalinidad total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	91,947	12	0,000
Cloruro (mg Cl-/L)	27,293	12	0,007
Dureza total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	76,015	12	0,000
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	75,654	12	0,000
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	61,615	12	0,000
<pH	74,361	12	0,000
Conductividad (mS/cm)	64,175	12	0,000
STD (mg/l)	68,554	12	0,000
Oxígeno disuelto (mg/L)	53,674	12	0,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Pozas

**Anexo 4.** Abundancia relativa promedio de los componentes de la comunidad fitoplanctónica de dos bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

Especie	Media	Desviación estándar
<i>Oscillatoria sp.</i>	1,80	4,36
<i>Anabaena sp.</i>	2,55	4,68
<i>Nostoc sp.</i>	1,50	4,49
<i>Chroococcus sp.</i>	0,97	3,20
<i>Microcystis aeruginosa</i> Elenkin 1938	2,02	5,77
<i>Eunotia sp.</i>	1,10	3,41
<i>Eunotia tetraodon</i> Berg 1939	1,48	5,35
<i>Pinnularia maior</i> Hustedt 1914	1,80	5,58
<i>Pinnularia dactylus</i> Ehrenberg 1843	1,97	9,39
<i>Pinnularia gibba</i> A.Cleve 1932	0,79	2,12
<i>Craticula cuspidata</i> Aboal 2003	2,21	9,19
<i>Stauroneis sp1</i>	1,09	3,16
<i>Stauroneis sp2</i>	1,63	3,86
<i>Frustulia sp.</i>	1,13	2,82
<i>Asterionella Formosa</i> Hassall 1850	1,55	4,20
<i>Tabellaria flocculosa</i> Koppen 1975	3,75	8,20
<i>Diatoma vulgare</i> Hustedt 1957	1,60	3,70
<i>Cymbopleura sp.</i>	1,34	4,14
<i>Cymbella sp.</i>	1,95	5,02
<i>Gomphonema constrictum</i> Mayer 1928	1,48	3,96
<i>Gomphonema acuminatum</i> Mayer 1928	2,06	5,42
<i>Ulnaria ulna</i> Aboal 2003	1,53	3,73
<i>Dinobryon sp.</i>	0,91	4,29
<i>Zygnema sp.</i>	2,40	7,69
<i>Mougeotia sp.</i>	1,68	4,45
<i>Spirogyra sp.</i>	2,97	6,92
<i>Gonatozygon monotaenium</i> Ruzicka 1970	1,62	3,41
<i>Closterium decorum</i> Maskell 1889	1,53	4,53
<i>Closterium rostratum</i> Irénée-Marie 1939	1,29	4,76
<i>Closterium setaceum</i> Grönblad 1945	1,32	4,90
<i>Closterium jenneri</i> West 1899	1,08	3,44
<i>Closterium lunula</i> Croasdale 1971	0,71	2,52
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Wolle 1885	1,40	3,16
<i>Euastrum dubium</i> Lobik 1916	1,27	3,73
<i>Staurastrum sp</i>	1,60	4,26
<i>Staurastrum punctulatum</i> Brébisson 1848	1,66	4,20
<i>Staurastrum cingulum</i> Smith 1922	0,84	2,68
<i>Staurodesmus extensus</i> Teiling 1948	0,90	3,72
<i>Cosmarium venustum</i> West 1891	2,36	4,88
<i>Cosmarium sp.</i>	1,60	3,66
<i>Stigeoclonium sp.</i>	2,87	5,65
<i>Bulbochaete sp.</i>	2,74	12,12
<i>Oocystis sp.</i>	1,61	5,02
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg 1832	1,65	4,50
<i>Pandorina sp.</i>	0,97	4,20
<i>Pseudopediastrum boryanum</i> Hegewald 2005	1,21	3,55
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> Ralfs 1848	1,76	4,05
<i>Desmodesmus sp1</i>	1,34	3,40
<i>Desmodesmus sp2</i>	0,69	2,56
<i>Euglena sp.</i>	2,06	5,95
<i>Trachelomona sp.</i>	1,71	5,15
<i>Lepocinclis caudata</i> Z.X.Shi 1996	2,59	5,63
<i>Phacus sp.</i>	2,81	5,36
<i>Parvodinium sp.</i>	1,85	5,75
Porcentaje total	90,28	29,73

**Anexo 5.** Abundancia relativa promedio y desviación típica de las especies de la comunidad fitoplanctónica por pozas en Bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

Especie	Pozas																										
	ABPI		AAT1		AAT2		ABT1		BAP1		BAP2		BMP1		BMT3		BBPI		BAT1		BAT2		BMT1		BMT2		
	Med	DE	Med	DE	Med	DE	Med	DE	Med	DE	Med	DE	Med	DE	Med	DE	Med	DE	Med	DE	Med	DE	Med	DE	Med	DE	
<i>Oscillatoria sp.</i>	0,80	2,06	7,01	7,53	2,45	2,87	0,00	0,00	2,29	3,25	1,57	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,93	8,16	0,00	0,00	5,86	7,61	0,00	0,00	
<i>Anabaena sp.</i>	2,09	3,83	3,78	4,68	6,21	6,03	0,00	0,00	5,46	4,94	1,75	4,46	5,29	6,87	2,79	5,92	0,00	0,00	2,89	4,67	2,02	4,29	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>Nostoc sp.</i>	0,84	2,14	1,67	3,11	0,00	0,00	0,00	0,00	2,97	3,73	0,49	1,24	5,88	8,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,02	10,72	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>Chroococcus sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,85	3,66	1,97	3,97	2,55	6,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,62	5,38	0,00	0,00	0,00	0,00	
<i>Microcystis aeruginosa</i> Elenkin 1938	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45	2,49	1,10	2,81	5,77	7,74	5,69	8,81	0,00	0,00	1,64	3,83	6,51	14,56	0,00	0,00	4,05	5,40	
<i>Eunotia sp.</i>	4,01	6,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,79	6,11	2,54	5,41	0,87	1,84	2,82	3,48
<i>Eunotia tetraodon</i> Berg 1939	1,69	4,30	0,00	0,00	2,00	3,71	9,17	17,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	2,51	0,50	1,58	0,00	0,00	5,30	7,88	0,00	0,00	1,74	3,68	0,00	0,00	
<i>Pinnularia maior</i> Hustedt 1914	0,00	0,00	6,23	9,12	4,21	5,60	0,00	0,00	1,52	3,07	3,99	10,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,65	10,92	3,79	4,95	0,42	1,32	0,00	0,00
<i>Pinnularia dactylus</i> Ehrenberg 1843	9,57	26,72	0,96	2,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	1,16	2,24	3,83	6,09	11,06	1,68	3,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pinnularia gibba</i> A.Cleve 1932	1,83	3,01	1,67	3,11	3,67	3,96	0,00	0,00	2,17	2,68	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	2,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,65	
<i>Craticula cuspidata</i> Aboal 2003	3,07	6,94	17,77	33,95	0,00	0,00	0,00	0,00	3,23	4,20	0,74	1,87	1,53	4,36	3,11	6,89	0,00	0,00	2,04	3,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Stauroneis sp1</i>	0,00	0,00	2,46	4,77	1,67	3,09	0,00	0,00	1,54	3,25	1,67	4,37	0,00	0,00	3,07	4,02	0,00	0,00	4,03	6,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Stauroneis sp2</i>	0,00	0,00	2,89	3,18	4,21	5,60	4,58	8,53	3,44	3,49	0,95	2,69	1,50	4,09	2,79	5,92	0,00	0,00	1,26	3,05	0,00	0,00	1,66	3,56	0,00	0,00	
<i>Frustulia sp.</i>	1,37	3,49	2,44	4,52	2,08	3,96	0,00	0,00	2,17	3,54	0,00	0,00	1,46	3,91	2,45	3,28	0,00	0,00	0,42	1,44	0,00	0,00	2,28	3,19	0,46	1,31	
<i>Asterionella Formosa</i> Hassall 1850	4,49	5,33	0,00	0,00	5,05	9,69	0,00	0,00	1,23	2,45	3,93	6,52	1,17	3,19	2,18	4,61	0,00	0,00	0,83	2,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tabellaria flocculosa</i> Koppen 1975	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,78	4,85	4,50	7,99	7,68	10,53	12,06	12,40	0,00	0,00	1,47	3,48	0,00	0,00	14,75	15,70	5,69	5,41	
<i>Diatoma vulgare</i> Hustedt 1957	0,00	0,00	3,49	3,93	2,92	5,47	0,00	0,00	2,73	3,91	0,95	2,69	0,99	2,51	3,06	5,60	0,00	0,00	3,53	5,82	0,00	0,00	4,09	5,46	0,00	0,00	
<i>Cymbopleura sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	6,01	11,14	0,00	0,00	1,92	3,16	0,72	1,90	0,00	0,00	2,41	5,38	0,00	0,00	2,53	5,91	3,07	4,19	2,35	5,04	0,00	0,00	
<i>Cymbella sp.</i>	1,69	4,30	0,00	0,00	5,60	9,05	0,00	0,00	3,52	4,83	2,43	4,10	2,81	7,20	0,00	0,00	0,00	0,00	3,45	5,83	0,00	0,00	0,00	0,00	6,03	9,85	
<i>Gomphonema constrictum</i> Mayer 1928	3,99	5,54	0,00	0,00	1,67	3,09	0,00	0,00	0,36	1,34	0,89	2,41	3,00	6,66	2,77	6,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,87	6,07	3,57	3,89	
<i>Gomphonema acuminatum</i> Mayer 1928	0,57	1,48	2,89	3,18	0,00	0,00	9,87	11,94	0,00	0,00	0,00	0,00	1,47	2,92	3,77	7,96	0,00	0,00	2,80	6,56	1,31	2,94	4,21	9,26	4,96	5,37	
<i>Ulnaria ulna</i> Aboal 2003	2,09	3,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,60	6,33	3,40	3,61	1,94	5,08	1,36	2,95	0,00	0,00	0,99	2,47	0,00	0,00	2,65	5,67	0,00	0,00	
<i>Dinobryon sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,09	11,74	0,00	0,00	1,68	3,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,79	3,48	
<i>Zygnema sp.</i>	3,95	5,29	2,46	4,77	2,42	4,48	0,00	0,00	0,98	2,64	8,51	20,45	2,58	7,10	0,00	0,00	0,00	0,00	3,46	6,20	0,00	0,00	0,00	0,00	5,03	5,81	
<i>Mougeotia sp.</i>	7,69	9,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34	3,40	0,00	0,00	1,04	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,43	4,82	2,65	5,67	5,07	4,30	
<i>Spirogyra sp.</i>	10,05	8,85	0,00	0,00	0,81	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	1,87	0,99	2,51	0,00	0,00	0,00	0,00	6,95	8,13	12,11	15,57	1,29	2,86	4,80	6,46	
<i>Gonatozygon monotaenium</i> Ruzicka 1970	0,23	0,86	2,74	3,14	2,86	3,23	0,00	0,00	4,22	4,75	0,95	2,69	0,00	0,00	4,53	6,55	0,00	0,00	0,86	2,02	0,00	0,00	2,00	4,22	4,63	3,79	
<i>Clasterium decorum</i> Maskell 1889	2,24	3,92	0,00	0,00	2,71	5,19	10,12	12,66	0,51	1,31	0,74	2,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,10	5,69	0,00	0,00	3,18	4,15	0,00	0,00	
<i>Clasterium rostratum</i> Irénée-Marie 1939	0,46	1,72	2,44	4,52	1,67	3,09	12,84	15,03	1,15	3,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,40	1,88	2,45	0,00	0,00	0,00	0,00	

<i>Closterium setaceum</i> Grönblad 1945	0.46	1.72	1.22	2.26	0.83	1.54	13.61	15.28	1.73	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52	3.21	0.00	0.00	2.34	4.39
<i>Closterium jenneri</i> West 1899	2.32	6.08	5.65	7.66	2.47	3.41	0.00	0.00	0.31	1.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.03	4.56	1.74	3.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<i>Closterium lunula</i> Croasdale 1971	2.08	5.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	2.82	1.19	3.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	3.28	0.00	0.00	0.00	0.00	3.12	2.23				
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Walle 1885	0.00	0.00	4.28	5.36	2.48	2.95	0.00	0.00	4.03	3.73	1.55	3.39	0.00	0.00	2.02	4.40	0.00	0.00	0.86	2.02	2.17	4.70	1.66	3.56	0.00	0.00				
<i>Euastrum dubium</i> Lobik 1916	0.79	2.97	1.02	1.89	6.40	8.93	0.00	0.00	0.77	1.96	1.45	3.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.16	5.42	2.61	5.87	0.00	0.00	2.18	2.66				
<i>Staurastrum sp</i>	1.59	5.94	2.04	3.78	0.81	1.50	0.00	0.00	1.94	3.85	2.97	5.64	2.04	5.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	1.01	1.01	2.14	0.00	0.00	9.11	7.48				
<i>Staurastrum punctulatum</i> Brébisson 1848	2.50	7.00	2.04	3.78	4.72	5.40	4.42	8.28	1.96	3.41	0.00	0.00	1.40	3.72	0.00	0.00	0.00	0.00	3.45	5.14	1.74	3.67	0.00	0.00	1.12	2.12				
<i>Staurastrum cingulum</i> Smith 1922	0.00	0.00	0.00	0.00	4.75	6.98	0.00	0.00	0.55	1.43	1.66	4.29	0.00	0.00	0.94	2.00	0.00	0.00	1.42	2.49	0.00	0.00	1.44	3.04	1.35	2.51				
<i>Staurodesmus extensus</i> Teiling 1948	0.00	0.00	1.02	1.89	1.21	2.40	6.94	13.20	1.39	2.46	1.49	3.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.07	2.27				
<i>Cosmarium venustum</i> West 1891	0.00	0.00	1.02	1.89	2.42	4.48	0.00	0.00	4.23	4.48	3.56	5.61	9.33	7.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.04	8.57	0.87	1.84	2.85	3.61				
<i>Cosmarium sp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.71	3.01	4.39	4.99	1.02	2.59	7.46	6.74	0.00	0.00	0.00	0.00	1.62	2.17	0.00	0.00	4.91	5.31				
<i>Stigeoclonium sp.</i>	8.93	9.16	2.44	4.52	0.83	1.54	7.20	10.11	1.89	2.74	0.00	0.00	4.75	6.74	2.11	4.46	0.00	0.00	3.89	4.66	0.00	0.00	4.31	5.92	0.00	0.00				
<i>Bulbochaete sp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.03	3.17	2.46	4.13	0.00	0.00	1.11	3.51	0.00	0.00	1.86	3.85	4.42	7.72	23.96	40.45	0.00	0.00				
<i>Oocystis sp.</i>	0.00	0.00	1.02	1.89	0.81	1.50	0.00	0.00	3.03	4.41	1.76	3.29	8.47	12.78	1.59	3.49	0.00	0.00	0.23	0.80	0.00	0.00	1.29	2.86	0.00	0.00				
<i>Eudarina elegans</i> Ehrenberg 1832	1.64	4.64	1.52	3.00	1.61	2.99	0.00	0.00	0.00	0.00	3.57	9.08	0.00	0.00	7.04	5.83	0.00	0.00	0.63	1.53	4.45	6.43	1.74	3.68	0.00	0.00				
<i>Pandorina sp.</i>	2.03	4.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.44	11.47	0.48	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28	2.78	0.00	0.00	1.91	3.54				
<i>Pseudopediastrum boryanum</i> Hegewald 2005	0.40	1.49	3.20	3.58	1.21	2.40	0.00	0.00	2.18	2.93	2.27	3.83	3.00	5.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.86	9.03	0.00	0.00	0.00	0.00				
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> Ralfs 1848	4.41	6.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.94	4.86	1.20	3.09	4.21	4.77	4.58	6.47	0.00	0.00	1.64	3.83	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	2.12				
<i>Desmodesmus spl</i>	0.79	2.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.51	2.79	0.89	2.41	2.90	5.10	2.18	4.61	0.00	0.00	2.49	5.07	2.13	2.86	3.52	5.52	0.00	0.00				
<i>Desmodesmus sp2</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47	4.05	2.90	6.13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.74	3.67	0.87	1.84	2.99	3.34				
<i>Euglena sp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	3.52	4.92	5.39	10.01	2.31	5.00	3.57	9.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.21	12.73	3.63	5.02	3.11	6.03				
<i>Trachelomona sp.</i>	2.48	4.43	2.04	3.78	1.21	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	2.98	7.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	2.02	6.19	13.10	0.87	1.84	7.88	6.19				
<i>Lepocinclis caudata</i> Z.X.Shi 1996	0.00	0.00	6.29	10.83	0.83	1.54	4.42	8.28	3.25	5.31	3.42	7.23	2.42	6.40	4.67	6.28	0.00	0.00	3.94	5.04	2.93	6.40	2.98	4.11	0.00	0.00				
<i>Phacus sp.</i>	6.12	5.93	3.06	5.67	0.00	0.00	0.00	0.00	2.93	5.50	1.67	4.67	3.82	7.24	4.47	6.10	0.00	0.00	6.59	7.70	1.52	3.21	0.00	0.00	4.79	5.87				
<i>Parvodinium sp.</i>	0.71	2.67	1.22	2.26	5.67	7.03	11.43	18.21	2.24	3.79	1.23	3.23	0.00	0.00	1.68	3.55	0.00	0.00	2.47	5.78	1.52	3.21	0.00	0.00	0.00	0.00				

Med=Media; DE=Desviación estándar

AAT: Abra Apacheta - Alta- temporal

ABP: Abra Apacheta - baja- permanente

BAP: Rumiruyuccpampa - alta - permanente

BAT: Rumiruyuccpampa - alta - temporal

BMP: Rumiruyuccpampa - media - permanente

BMT: Rumiruyuccpampa - media - temporal

BBP : Rumiruyuccpampa - baja - permanente

**Anexo 6.** Constancia de la pasantía realizada en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de San Marcos



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA  
**MUSEO DE HISTORIA NATURAL**






**CONSTANCIA**

Quien suscribe, Jefa del Departamento de Limnología del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, deja constancia que:

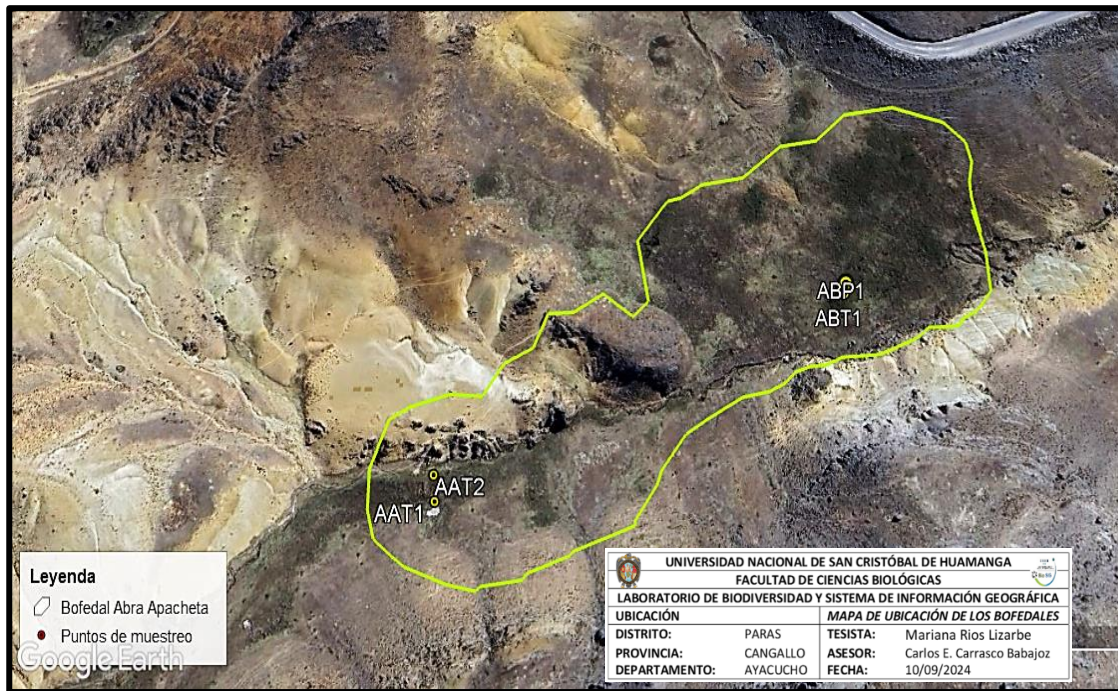
La Srta. Bachiller **MARIANA RIOS LIZARBE**, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho; realizó una pasantía sobre identificación taxonómica de algas continentales en el Departamento de Limnología, desde el 20 al 25 de enero del presente año, completando 48 horas efectivas de trabajo.

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que estime convenientes.

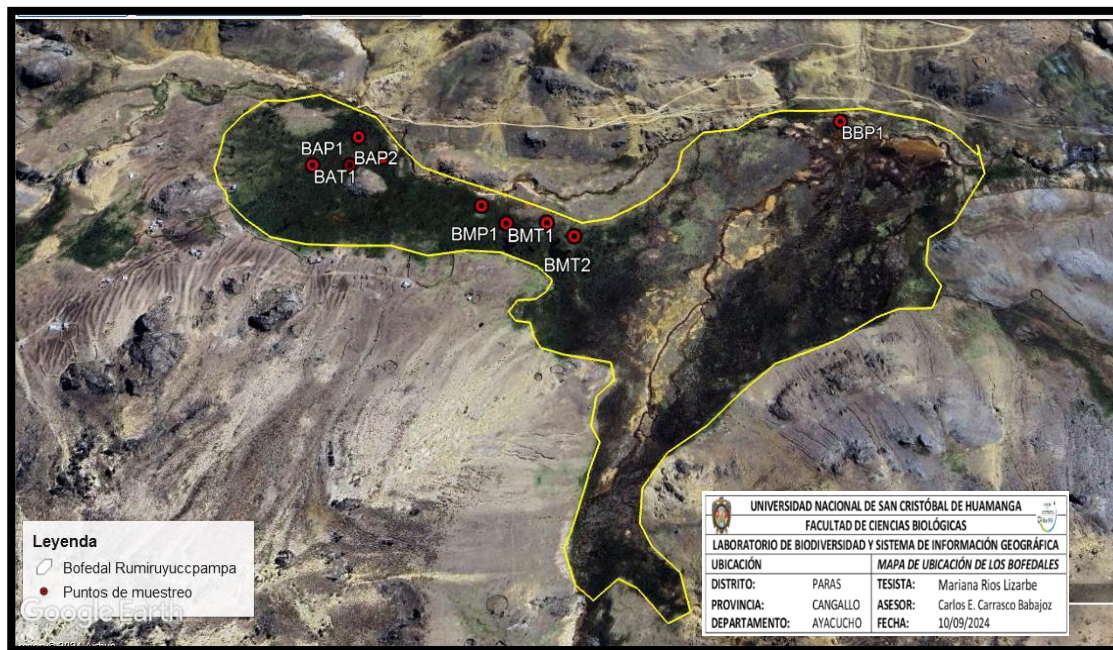
Lima, 26 de enero de 2020

  
 Iris Margot Samanez Vale  
**Bióloga**  
CBP. 1261 

Anexo 7. Imagen de ubicación de los bofedales y puntos de muestreo Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.



Bofedal Abra Apacheta y los puntos de muestreo



Bofedal Rumiruyuccpampa y los puntos de muestreo

**Anexo 8.** Registro fotográfico de los bofedales altoandinos Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017



Bofedal Abra Apacheta



Bofedal Rumiruyuccpampa

**Anexo 9.** Registro fotográfico de las pozas de muestreo Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

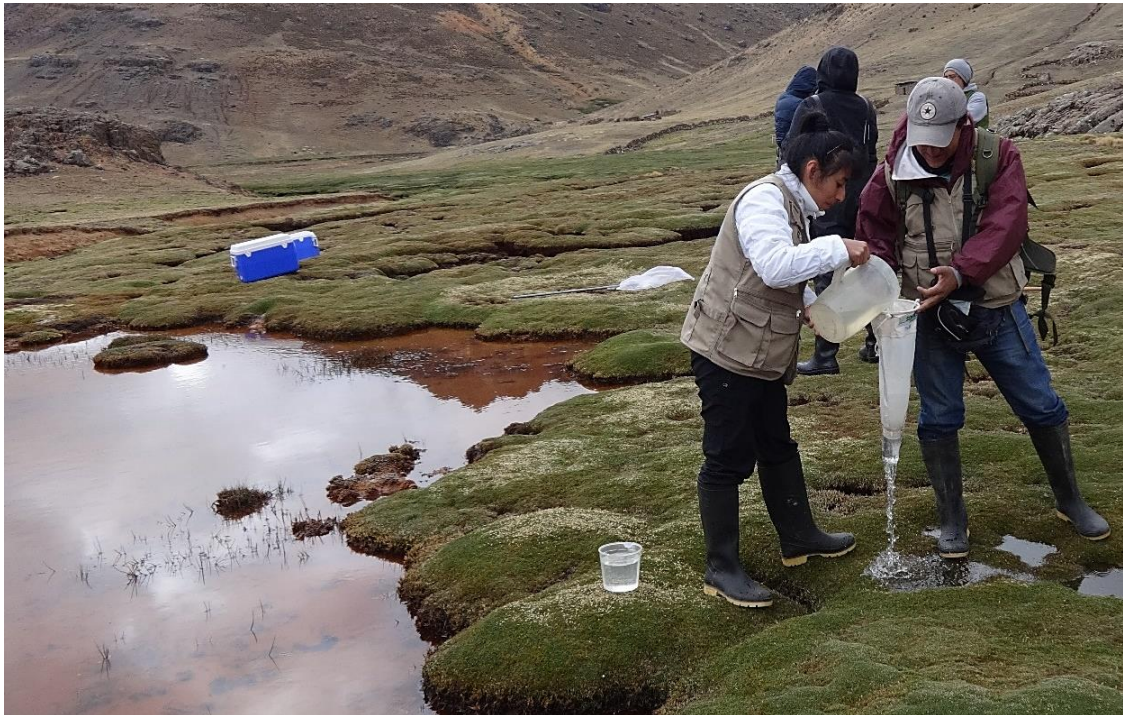


Poza permanente



Poza temporal

**Anexo 10.** Registro fotográfico de la colecta de muestras de fitoplancton Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.



Filtrando agua para obtención de muestras de fitoplancton.



Realizando el apunte para el rotulado de las muestras

**Anexo 11.** Registro fotográfico del procesamiento de muestras y la respectiva identificación de muestras de fitoplancton colectadas en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paracangallo, Ayacucho. 2016-2017.

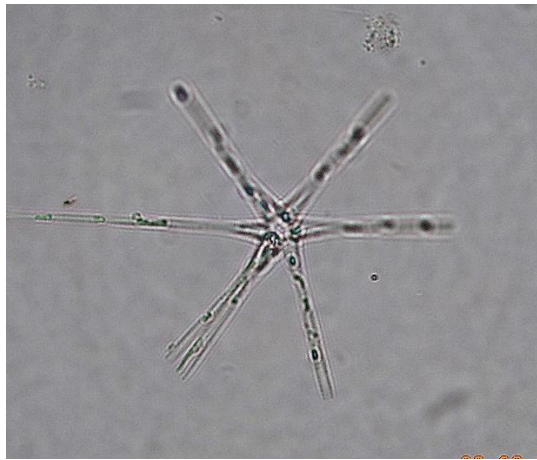


Laboratorio de Biodiversidad y Sistema de Información Geográfica



Observando el microscopio con muestras de fitoplancton

**Anexo 12.** Registro fotográfico de las especies identificadas de la división Heterokontophyta en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.



*Asterionella Formosa* Hassall 1850



*Craticula cuspidata* Aboal 2003



*Cymbella* sp.



*Cymbopleura* sp.



*Diatoma* sp.



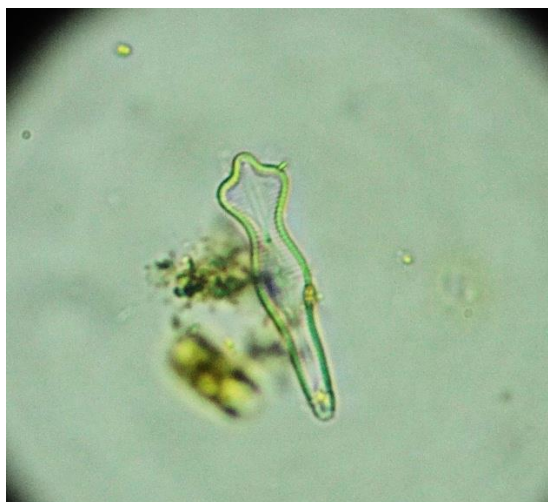
*Eunotia* sp.



*Eunotia tetraodon* Berg 1939



*Frustulia* sp.



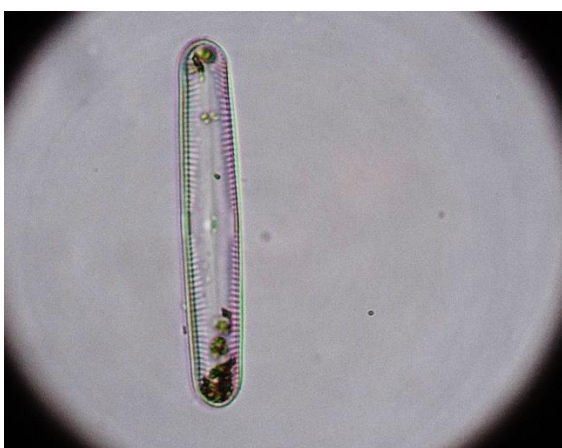
*Gomphonema constrictum* Mayer 1928



*Gomphonema acuminatum* Mayer 1928



*Pinnularia dactylus* Ehrenberg 1843



*Pinnularia gibba* A. Leve 1932



*Pinnularia maior* Hustedt 1914



*Stauroneis* sp1



*Stauroneis* sp2



*Tabellaria flocculosa* Koppen 1975

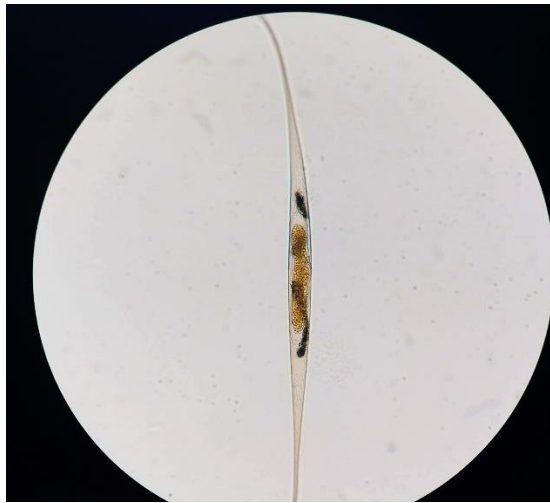


*Ulnaria ulna* Aboal 2003



*Dinobryon* sp.

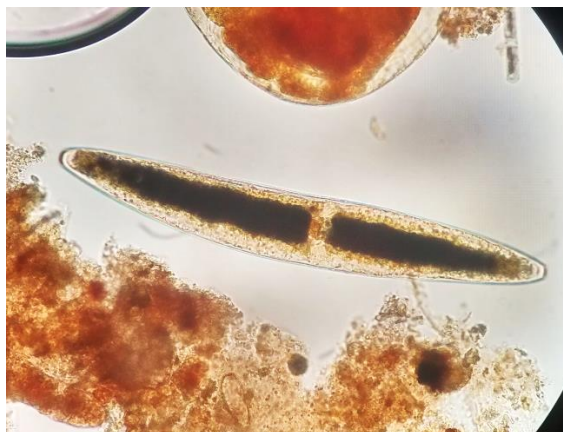
**Anexo 13.** Registro fotográfico de las especies identificadas de la división Charophyta en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.



*Closterium decorum* Maskell 1889



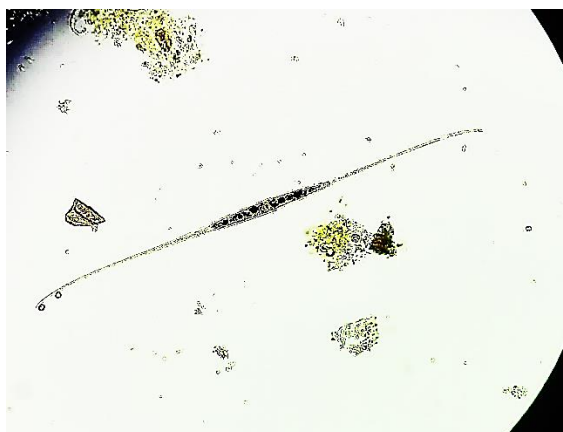
*Closterium jenneri* West 1899



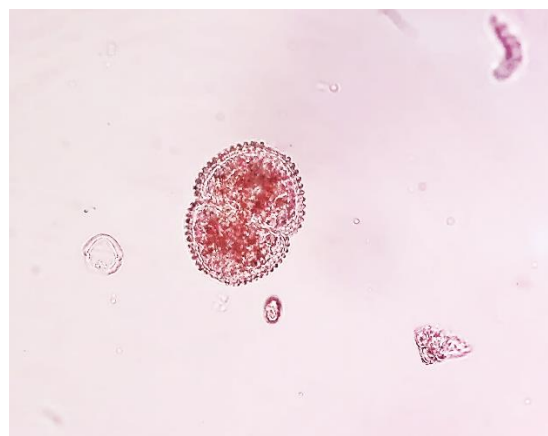
*Closterium lúnula* Croasdale 1971



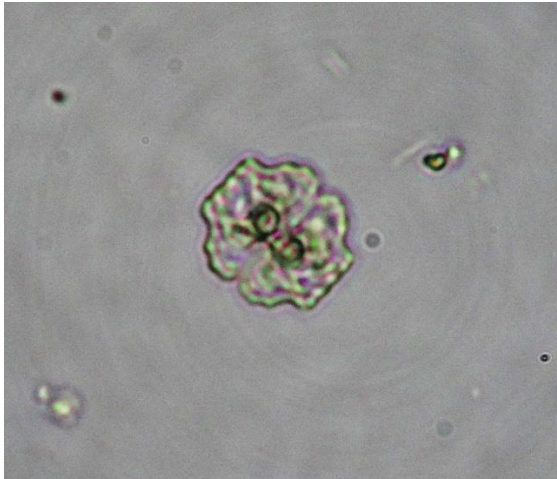
*Closterium rostratum* Irénée-Marie 1939



*Closterium setaceum* Grönblad 1945



*Cosmarium* sp.



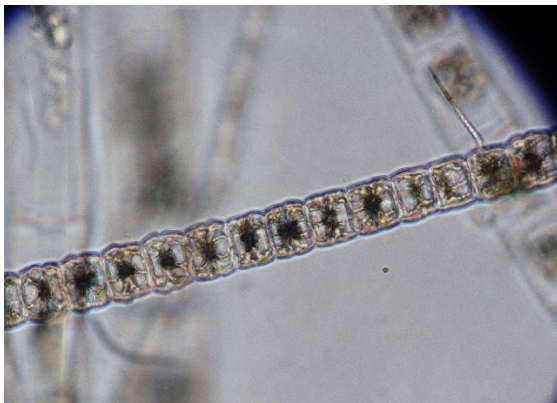
*Cosmarium venustum* West 1891



*Euastrum dubium* Lobik 1916



*Gonatozygon monotaenium* Ruzicka 1970



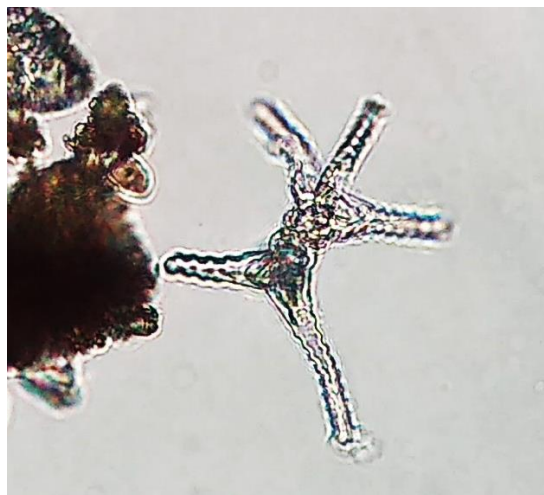
*Hyalotheca dissiliens* Wolle 1885



*Mougeotia* sp.



*Spirogyra* sp.



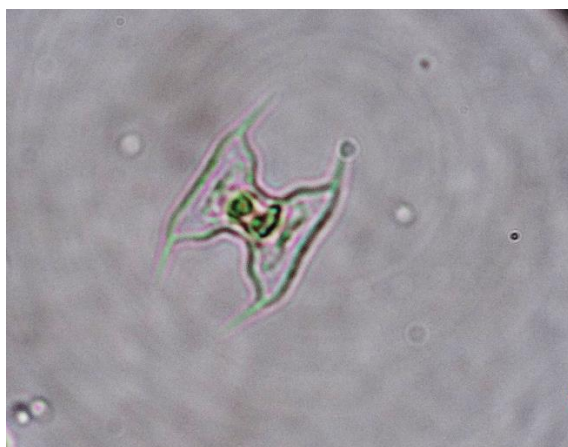
*Staurastrum cingulum* Smith 1922



*Staurastrum* sp



*Staurastrum punctulatum* Brébisson 1848



*Staurodesmus extensus* Teiling 1948



*Zygnema* sp.

**Anexo 14.** Registro fotográfico de las especies identificadas de la división Chlorophyta en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.



*Ankistrodesmus falcatus* Ralfs 1848



*Bulbochaete* sp.



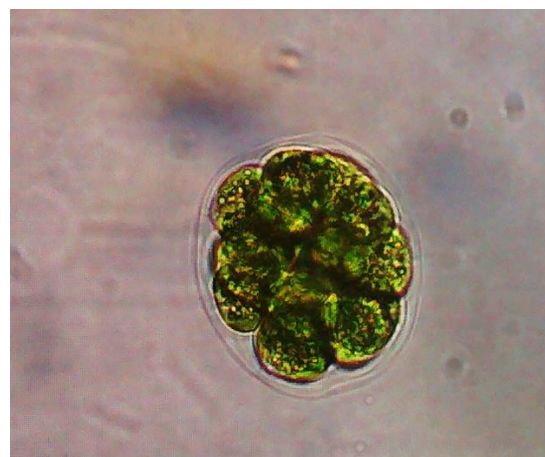
*Desmodesmus* sp1



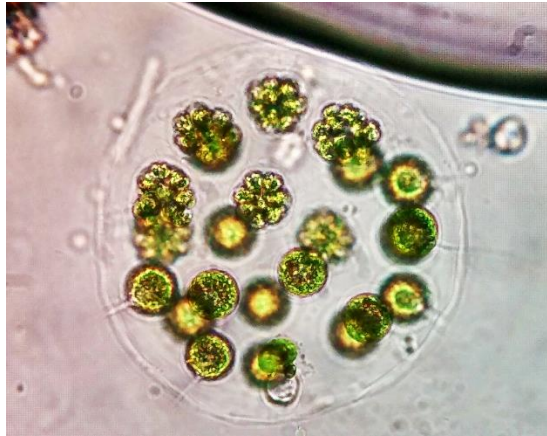
*Desmodesmus* sp2



*Oocystis* sp.



*Pandorina* sp.



*Eudorina* sp.



*Pseudopediastrum boryanum* Hegewald  
2005



*Stigeoclonium* sp.

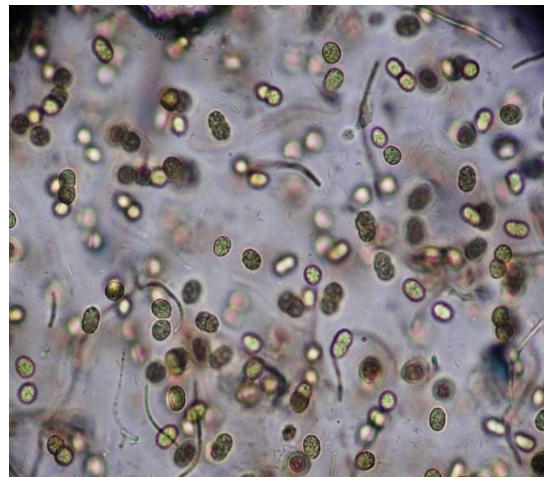
**Anexo 15.** Registro fotográfico de las especies identificadas de la división Cyanobacteria en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.



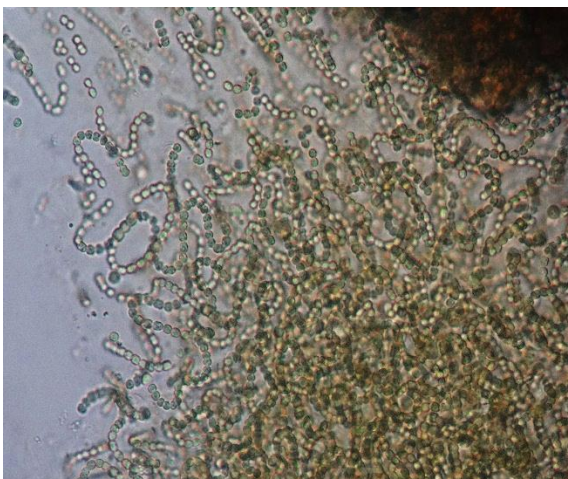
*Anabaena sp.*



*Chroococcus sp.*



*Microcystis aeruginosa* Elenkin 1938



*Nostoc sp.*



*Oscillatoria sp.*

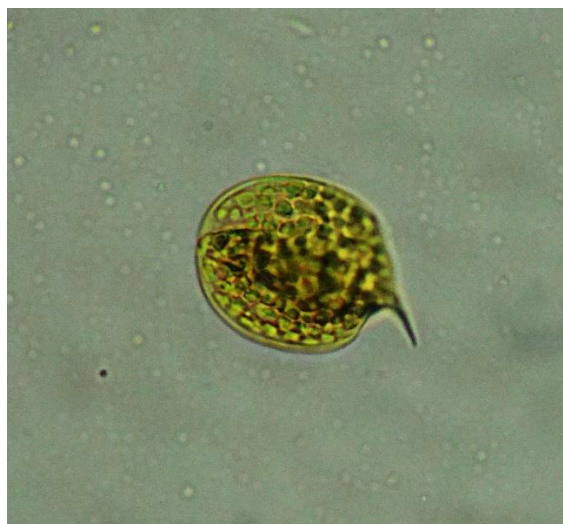
**Anexo 16.** Registro fotográfico de las especies identificadas de la división Euglenophyta en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.



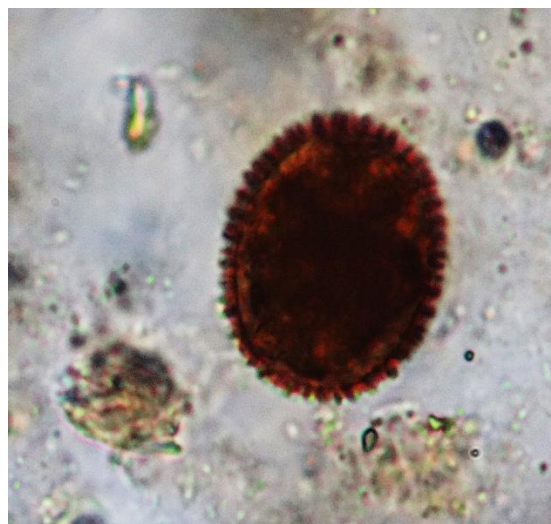
*Euglena sp.*



*Lepocinclis caudata* Z.X.Shi 1996

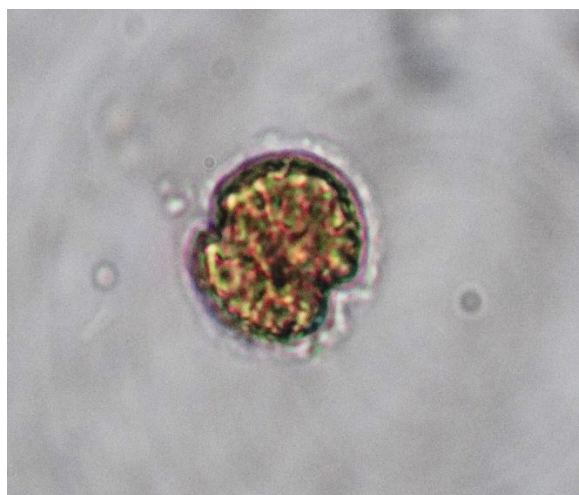


*Phacus sp.*



*Trachelonomas sp.*

**Anexo 17.** Registro fotográfico de las especies identificadas de la división Dinoflagellata en los bofedales Abra Apacheta y Rumiruyuccpampa, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.



*Parvodinium sp.*

## Anexo 18. Matriz de consistencia

**Título:** Comunidad fitoplanctónica y características fisicoquímicas del agua en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017.

**Autor:** RIOS LIZARBE, Mariana **Asesor:** CARRASCO BADAJOZ, Carlos Emilio

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA
¿La composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica son influenciadas por las características fisicoquímicas de los ambientes lenticos de los dos bofedales de la cabecera de cuenca del río Apacheta, provincia de Cangallo durante los meses de octubre de 2016 a marzo del 2017?	<p><b>Objetivos</b></p> <p><b>Objetivo general</b></p> <p>Evaluar las características de la comunidad fitoplanctónica en relación a las características fisicoquímicas del agua en dos bofedales ubicados en la localidad de Apacheta, distrito de Cangallo, departamento de Ayacucho, durante los meses de octubre a diciembre del 2016 y de enero a marzo de 2017.</p> <p><b>Objetivo específicos</b></p> <p>-Determinar la composición de la comunidad fitoplanctónica en relación a las características fisicoquímicas.</p> <p>-Determinar la abundancia de los componentes de la comunidad fitoplanctónica en relación a las características fisicoquímicas.</p> <p>- Calcular la similitud de los dos bofedales y las zonas de muestreo mediante el índice de Bray curtis.</p>	<p>2.3. Marco teórico</p> <p>2.3.1. Antecedentes</p> <p>2.3.2. Fundamento teórico.</p> <p>2.3.2.1. Concepto y definiciones de Bofedal.</p> <p>2.3.2.2. Importancia.</p> <p>2.3.2.3. Clasificación de los tipos de Bofedales.</p> <p>2.3.2.4. Fitoplancton a. Habitad.</p> <p>2.3.2.5 Importancia del Fitoplancton.</p> <p>2.3.2.5. Características fisicoquímicas del Agua.</p> <p>2.3.2.6. Índice de Bray Curtis</p>	<p>La composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica son influenciados por las características fisicoquímicas del agua de los bofedales ubicados en Apacheta, distrito de Cangallo del departamento de Ayacucho.</p>	<p><b>2.4. Variables e indicadores</b></p> <p><b>2.4.1.Variable</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH</li> <li>• Conductividad (us)</li> <li>• STD</li> <li>• Oxígeno disuelto (mg/L)</li> <li>• Dureza total(mg/L)</li> <li>• Dureza cálcica(mg/L)</li> <li>• Dureza magnésica (mg/L)</li> <li>• Cloruro (mg/L)</li> <li>• Alcalinidad total(mg/L)</li> </ul> <p><b>2.4.2.Variable dependiente</b></p> <p><b>a. Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Composición (identificación hasta especie)</li> <li>• Abundancia (n° de organismos/L de los componentes de la comunidad)</li> <li>• Índice de similitud de Jaccard (dendograma expresado en proporción)</li> </ul>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Básica</li> </ul> <p><b>Nivel de investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriptiva</li> </ul> <p><b>Método</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriptivo</li> </ul> <p><b>Diseño</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No experimental</li> </ul> <p><b>Muestreo</b></p> <p>Población</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La población está conformada toda el agua de los ambientes lenticos.</li> </ul> <p>Muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 216 bolsas de agua de 100 a 100 mL cada uno.</li> </ul> <p><b>Técnicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación</li> </ul> <p><b>Instrumentos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microscopio</li> <li>• Multiparámetro</li> <li>• Cámara de conteo Sedgwick- Rafter</li> <li>• Cámara fotográfica</li> <li>• Otros.</li> </ul>

**UNSCH**FACULTAD DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****Bach. Mariana, RIOS LIZARBE****RESOLUCIÓN DECANAL N° 045-2025UNSCH-FCB-D**

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cinco de la tarde del día jueves veinte de marzo del año dos mil veinticinco; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente el Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista, el M.S. Elmer Alcides Ávalos Pérez (miembro – jurado), Dr. Walter Wilfredo Ochoa Yupanqui (miembro – jurado), Mg. Rebelino Acuña Martínez (miembro – jurado), Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajos (miembro – asesor), actuando como secretario docente el Mg. Luis Uriel Moscoso García; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **Comunidad fitoplanctónica y características fisicoquímicas del agua en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017**, presentado por el **Bach. MARIANA RIOS LIZARBE**; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
M.S. Elmer Alcides Ávalos Pérez	17	12	15
Dr. Walter Wilfredo Ochoa Yupanqui	17	15	16
Mg. Rebelino Acuña Martínez	17	16	17
PROMEDIO			16


La sustentante alcanzó el promedio de 16 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo la siete de la noche con quince minutos; firmando al pie del presente en señal de conformidad.




Dr. Saturnino Martín Tenorio Bautista  
Presidente



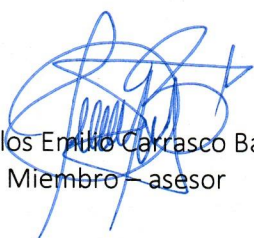
M.S. Elmer Alcides Ávalos Pérez  
Miembro - jurado



Dr. Walter Wilfredo Ochoa Yupanqui  
Miembro – Jurado



Mg. Rebelino Acuña Martínez  
Miembro – Jurado



Dr. Carlos Emilio Carrasco Badajos  
Miembro – asesor



Mg. Luis Uriel Moscoso García  
secretario docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

N° 031-2025-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Comunidad fitoplanctónica y características fisicoquímicas del agua en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017**, por MARIANA RIOS LIZARBE; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 11%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 16 de julio de 2025.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
Escuela Profesional de Biología  
  
Dr. Fidel R. Mujica Lengua  
DIRECTOR

Comunidad fitoplanctónica y  
características fisicoquímicas  
del agua en bofedales  
altoandinos de la cabecera de  
la cuenca del río Apacheta,  
Paras-Cangallo, Ayacucho.  
2016-2017

*por* MARIANA RIOS LIZARBE

---

**Fecha de entrega:** 10-jul-2025 09:50p. m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2713144805

**Nombre del archivo:** c\_RIOS\_LIZARBE-Mariana-pregrado-2025\_TURNITIN.docx (1.48M)

**Total de palabras:** 13735

**Total de caracteres:** 80842

# Comunidad fitoplanctónica y características fisicoquímicas del agua en bofedales altoandinos de la cabecera de la cuenca del río Apacheta, Paras-Cangallo, Ayacucho. 2016-2017

## INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.unsch.edu.pe](http://repositorio.unsch.edu.pe)

Fuente de Internet

4%

2

Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

3%

3

[revistas.unjbg.edu.pe](http://revistas.unjbg.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

4

[www.minam.gob.pe](http://www.minam.gob.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

1%

6

[biblat.unam.mx](http://biblat.unam.mx)

Fuente de Internet

<1%

7

[erp.untumbes.edu.pe](http://erp.untumbes.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

8

[doczz.fr](http://doczz.fr)

Fuente de Internet

<1%

9

[mafiadoc.com](http://mafiadoc.com)

Fuente de Internet

<1%

10

Submitted to Organismo de Evaluación y Fiscalización

Trabajo del estudiante

<1%

11

Submitted to Universidad Estatal a Distancia

Trabajo del estudiante

<1%

12

[bushblitz.org.au](http://bushblitz.org.au)

Fuente de Internet

<1%

13

Karina Esqueda-Lara, Alberto de Jesús Sánchez, Gabriela Valdés-Lagunes, Miguel Ángel Salcedo et al. "Fitoplancton en el

<1%

humedal tropical Chaschoc en la cuenca baja del río Usumacinta", Revista Mexicana de Biodiversidad, 2016

Publicación

---

14

SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "EIA-D del Proyecto Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131-IGA0001086", R.D. N° 108-2017-SENACE/DCA, 2021

<1%

Publicación

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo