

LAGUNAS ALTOANDINAS DE AYACUCHO EVALUADAS PARA EL DESARROLLO DE ACUICULTURA, 2017

HIGH ANDEAN LAGOONS OF AYACUCHO EVALUATED FOR AQUACULTURE DEVELOPMENT (2017)

José G. Cavero Arana¹ Mary F. Manrique Carhuas

RESUMEN

CAVERO, J., MANRIQUE, M. (2022). *Lagunas altoandinas de Ayacucho evaluadas para el desarrollo de acuicultura, 2017*. *Inf Inst Mar Perú*, 49(4): 587-615.- En abril, julio y octubre 2017, en el marco del Programa Presupuestal 0094 – 2017 se efectuaron investigaciones para identificar cuerpos de agua lénticos con posible potencial acuícola en la Región Ayacucho. En las lagunas Apiñacocha, Islacocha, Orconcocha y Parccococha en el distrito de Puquio, se muestrearon plancton y bentos; se registraron los parámetros físico-químicos del agua como temperatura, pH, dureza, CO₂, nitritos, alcalinidad, nitrógeno amoniacal y cloruro. Se determinó riqueza específica (S), índices de biodiversidad de Margalef (DMg), de Shannon (H') (bits/ individuos) y de equidad de Pielou (J'). Los resultados permitieron la identificación de la diversidad biológica existente y la calidad del cuerpo de agua.

PALABRAS CLAVE: Ayacucho, monitoreo, lagunas altoandinas, índices

ABSTRACT

CAVERO, J., MANRIQUE, M. (2022). *High Andean lagoons of Ayacucho evaluated for aquaculture development (2017)*. *Inf Inst Mar Perú*, 49(4): 587-615.- In April, July, and October 2017, under Budget Program 0094 - 2017, we carried out research to identify lentic waterbodies with possible aquaculture potential in the Ayacucho Region. Therefore, plankton and benthos were sampled in the following lagoons: Apiñacocha, Islacocha, Orconcocha, and Parccococha located in the Puquio district. We recorded the physicochemical parameters of the water, such as temperature, pH, hardness, CO₂, nitrites, alkalinity, ammoniacal nitrogen, and chloride. Specific richness (S), Margalef's biodiversity index (DMg), Shannon's (H') biodiversity index (bits/ individuals), and Pielou's equity index (J') were determined. Our results allowed the identification of the existing biological diversity and the quality of the water body.

KEYWORDS: Ayacucho, monitoring, high Andean lagoons, indices

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación hidrobiológica incluye el estudio de los organismos acuáticos, permitiendo detectar alteraciones de las comunidades biológicas a causa de los diferentes impactos. *Las diversas comunidades se pueden establecer como indicadores y marcadores de las condiciones ambientales prevalecientes (CVC-UNIVERSIDAD DEL VALLE, 2004). Tal es el caso del monitoreo de macroinvertebrados bentónicos en las diferentes zonas y sustratos de ríos, que sirve para estimar la calidad del agua de las zonas estudiadas (BALLESTEROS et al., 2007). DE LA LANZA et al. (2000) indica que:*

Ciertas algas del fitoplancton exhiben amplia distribución, otras preferencias ambientales y otras altas frecuencias en aguas fuertemente contaminadas, lo que sugiere su tolerancia o preferencias por algún compuesto químico o bioquímico. El fitoplancton puede ser utilizado para inferir la calidad de los ambientes acuáticos y conocer fluctuaciones de las masas de agua,

lo que ha trascendido en la caracterización de especies tolerantes o afines a la materia orgánica y en su capacidad de descomponerlas. Responden rápidamente a los cambios que pueden ocurrir en las masas de agua por procesos naturales o por las actividades humanas.

Es conveniente combinar análisis físico-químicos con utilización de índices bióticos, la principal ventaja es que proporciona una visión integral y extendida en el tiempo sobre la calidad del agua, reflejando las condiciones existentes antes del muestreo.

El objetivo de esta investigación fue determinar el estado de cuatro lagunas alto andinas para el desarrollo de la acuicultura en la Región Ayacucho, para lo cual se contó con el Programa Presupuestal 0094 – 2017 y mediante el proyecto “Monitoreo Hidrobiológico de los Recursos Hídricos para el Desarrollo de la Acuicultura”, se trabajó en las lagunas Apiñacocha, Islacocha, Orconcocha y Parccococha del distrito de Puquio.

1 IMARPE, DGIA, Unidad Funcional de Investigaciones en Acuicultura, jcavero@imarpe.gob.pe, mmanrique@imarpe.gob.pe

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación y georeferenciación de las lagunas

En abril, julio y octubre 2017, se evaluaron cuatro lagunas alto andinas: Apiñaccocha, Islaccocha, Orconccochoa y Parccoccocha. En cada laguna se establecieron de cinco a seis estaciones de monitoreo (Tabla 1), con el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) y ayuda de un GPSMAP marca Garmin se ubicaron los puntos de muestreo, las referencias fueron imágenes satelitales. En cada estación se obtuvieron muestras de fitoplancton, zooplancton, perifiton y macrobentos (superficial, medio y profundidad). Los parámetros físico-químicos fueron pH, oxígeno disuelto, dureza, alcalinidad, nitrógeno amoniacal, CO₂, cloruro, temperatura del agua, DBO₅, nitrito y turbidez.

Caracterización del hábitat

Para evaluar las características del hábitat en las lagunas se emplearon las fichas de campo de la guía "Métodos de Colecta, Identificación y Análisis de Comunidades Biológicas: plancton, perifiton, bentos y necton en aguas continentales del Perú" (UNMSM, 2014).

Parámetros físico-químicos

El muestreo de la calidad del agua tomó como referencia los parámetros de cultivo para la trucha (FONDEPES, 2014) y los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017-MINAM del 06-06-2017.

Los parámetros físico-químicos que se consideraron fueron:

- Temperatura agua y aire (°C) se midió con termómetro digital.
- pH, oxígeno disuelto (mg/L), nitrógeno amoniacal (mg/L NH₃), dureza (mg/L) se utilizó

Tabla 1.- Estaciones de monitoreo de las lagunas alto andinas, Región Ayacucho, provincia Lucanas, distrito Puquiu

Lagunas	Estaciones	Latitud S	Longitud W	Altitud (m.s.n.m.)
Apiñaccocha	APE-1	14°37'20,36"	73°54'38,81"	4409
	APE-2	14°37'45,78"	73°54'46,07"	
	APE-3	14°37'59,72"	73°54'25,93"	
	APE-4	14°38'22,60"	73°54'17,09"	
	APE-5	14°38'56,98"	73°54'13,06"	
	APE-6	14°39'13,18"	73°53'42,93"	
Islaccocha	ISE-1	14°38'0,15"	73°52'44,60"	4412
	ISE-2	14°38'14,27"	73°52'23,29"	
	ISE-3	14°38'32,77"	73°52'0,31"	
	ISE-4	14°39'0,72"	73°52'7,50"	
	ISE-5	14°39'26,51"	73°52'19,94"	
	ISE-6	14°39'55,75"	73°52'16,62"	
Orconccochoa	ORE-1	14°34'24,11"	73°54'11,46"	4391
	ORE-2	14°34'49,00"	73°54'4,58"	
	ORE-3	14°35'0,13"	73°53'38,75"	
	ORE-4	14°35'13,88"	73°54'12,57"	
	ORE-5	14°34'58,24"	73°54'28,62"	
Parccoccocha	PAE-1	14°38'19,37"	73°41'2,68"	4467
	PAE-2	14°38'42,92"	73°41'15,61"	
	PAE-3	14°38'59,08"	73°41'29,44"	
	PAE-4	14°39'15,33"	73°41'48,66"	
	PAE-5	14°39'35,98"	73°42'5,59"	
	PAE-6	14°39'52,53"	73°42'28,47"	

el multiparámetro portátil modelo HI 83203 (Fig. 1).

- Dióxido de carbono (mg/L CO₂), Alcalinidad (mg/L CaCO₃), Nitritos (mg/L NO₂) se usó el equipo portátil Hach FF1A (Fig. 1).
- Turbidez se midió con el Turbidímetro portátil - Lamotte (Fig. 1).

Con relación a los nitritos ALATORRE (2007) indica que:

El efecto fisiológico del nitrito en los peces es que reacciona rápidamente con la hemoglobina, formando met-hemoglobina, que no es un transportador eficiente de oxígeno, y el animal termina muriendo por hipoxia



Figura 1.- Multiparámetro portátil modelo HI 83203 (a), equipo portátil Hach FF1A (b), turbidímetro portátil - Lamotte (c)

y cianosis. Es común que en este tipo de casos los peces comiencen a “boquear” a pesar que la concentración de oxígeno en el agua sea la adecuada. Una concentración alta de nitritos ocurre típicamente en otoño e invierno, cuando las bajas y fluctuantes temperaturas dan como resultado un decaimiento en el metabolismo del plancton y las bacterias del sistema, propiciando su acumulación. Típicamente debemos mantener la concentración de NO₂ menor a 2 ppm. Se pueden atenuar los efectos del nitrito ajustando la relación cloruros: nitrito a razón de 10:1.

RAGASH (2009) menciona que los nitritos no deben ser mayor a 0,055 mg/L en el cultivo de trucha. MARÍN (2003) indica que en aguas naturales no contaminadas los valores de cloruro se sitúan alrededor de 20 a 40 mg/L. Cloruros, fosfatos y nitritos son indicadores de

contaminación residual doméstica vertida a un cauce natural.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) es la cantidad total de oxígeno consumida por los microorganismos durante los primeros cinco días de biodegradación. RAMALHO (2003) indica que: DBO se usa como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación de la materia orgánica biodegradable, presente en la muestra de agua, como resultado de la acción de oxidación aerobia.

Con relación a la turbidez del agua RODRÍGUEZ y ANZOLA (2001) indican que la visibilidad del disco Secchi rara vez excede de un metro en sistemas productivos para peces.

Tabla 2.- Colecta y análisis de las muestras biológicas

Muestreo	Análisis	Ecuación empleada
A. Fitoplancton		
Se emplea una botella van Dorn. Las muestras se filtran con malla de 10 micras y se colocan en botellas de plástico de 250 mL, etiquetadas con tinta resistente al agua y preservadas con solución de Lugol al 1% (0,5mL/100 mL de muestra) o hasta notar un color coñac. APHA-AWWA-WPCF sección (10200B – 10200F)	Se homogeniza la muestra, el volumen utilizado de la cámara de Utermöhl depende de la densidad del fitoplancton. La cámara se cubre con una tapa de vidrio. Se deja sedimentar de 24 a 48 horas, dependiendo del volumen de la cámara de sedimentación. La lectura se realiza en un microscopio invertido y se efectúa el conteo e identificación de los organismos (AENOR, 2007)	$\text{Recuento en transecto (número /mL)} = \frac{C \times At}{L \times W \times S \times V}$ <p>C = Número de organismos contados At= Área total de la base de la cámara de sedimentación (mm²) At = πr² L = Longitud del transecto (mm) W = Ancho del transecto (mm) S = Número de transectos contados V = volumen de la muestra sedimentada (mL) Nota: los resultados pueden ser expresados en Cel/mL, según se estime necesario.</p>
B. Zooplancton		
Se colecta 5 litros de muestra empleando una botella van Dorn. El contenido se filtra en una malla de 20 micras, se colocan en botellas de plástico de 250 mL, etiquetadas con tinta resistente al agua y se preservan con formalina al 4%. APHA-AWWA-WPCF sección (10200B – 10200G)	Se realizó la filtración inversa a través de un tamiz <75 um, con la finalidad de eliminar el preservante. Se enjuagó el tamiz con agua destilada. Se colocó un volumen conocido de la muestra en una cámara de Bogorov para su identificación en el estereo microscopio APHA-AWWA-WPCF sección (10200B – 10200G)	$N^{\circ} / m^3 = \frac{C \times V'}{V'' \times V'''}$ <p>C = Número de organismos contados V' = Volumen de la muestra concentrada mL V'' = Volumen contado mL V''' = Volumen de la muestra cogida m³ Nota: los resultados pueden ser expresados en Organismos/m³, según se estime necesario.</p>
C. Perifiton		
Se colecta muestras de perifiton encontradas sobre sustrato duro de preferencia de color verde, la muestra se obtiene realizando un raspado de la superficie sobre un área de 10 x 10 cm con un cepillo pequeño; se preserva con solución de Lugol al 1%, hasta notar un color coñac. APHA-AWWA-WPCF sección (10300 B – 10300 C)	Se homogenizó la muestra, se tomó una sub muestra de 1 mL, se colocó en una cámara de Sedgwick – Rafter, se dejó sedimentar por 15 min; su lectura se efectuó en un microscopio invertido, se observó a magnitud no mayor de 200X y se realizó el conteo e identificación de los organismos expresados en número de org./mm ² APHA-AWWA-WPCF sección (10300 B – 10300 C)	$\text{Organismos / mm}^2 = \frac{N \times AT \times VT}{AC \times VS \times AS}$ <p>N: Número de organismos contados. AT: Área total del fondo de la cámara mm² VT: Volumen total de la suspensión de la muestra original mL. AC: Área contada (tiras o campo) Vs: Volumen de la muestra utilizada en la cámara mL. AS: Área de la superficie de la lámina o sustrato, mm² Nota: los resultados pueden ser expresados en Organismos/cm², según se estime necesario.</p>
D. Macrobenetos.		
Se colectan muestras con draga Ekman. La muestra se deposita en un tamiz y se somete a enjuagues sucesivos, lo retenido por el tamiz, se coloca en un frasco y preserva con formalina al 4% para su análisis. APHA-AWWA-WPCF sección (10500 B – 10500 C)	Para analizar macroinvertebrados bentónicos se tamizó la muestra en 500 μm. El material retenido se colocó en bandejas independientes rotuladas. Se analizó en un microscopio estereoscopio y separó los organismos por categorías taxonómicas.	Se realizó el conteo e identificación de los organismos expresados en N° indiv. /0,05m ² .

Parámetros de la calidad microbiológica

Con el fin de conocer la calidad microbiológica de las lagunas altoandinas Apiñacocha, Islacocha, Orconcocha y Parccococha en abril, julio y octubre, 2017, se realizó el análisis microbiológico para Coliformes totales y fecales según la metodológica indicada en el SMEWW-APHA AWWA-WEF. Part 9221 B y SMEWW-APHA-AWWA-WEF.Part 9221.

Para evaluar la calidad de las lagunas altoandinas se tomó como referencia los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (D.S. 004-2017-MINAM). Categoría 4 Conservación del ambiente acuático, E1: lagunas y lagos.

PLANCTON Y BENTOS

Colecta y análisis de muestras biológicas

Para determinar el número de puntos de muestreo se tomó como referencia a la CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO (2005) que indica: *El número de pun-*

tos de muestreos varía según la superficie y morfología de la masa de agua de acuerdo a los recursos disponibles. En general 1-3 (lagos pequeños <50 ha) y 3-5 (lagos grandes >50 ha). En este estudio las lagunas fueron >50 ha. La metodología propuesta para la colecta y análisis de las muestras biológicas es la propuesta por APHA-AWWA-WEF (2012) que se resume en la Tabla 2.

Determinación de calidad del agua

Especies indicadoras son organismos (o restos de los mismos) que ayudan a descifrar cualquier fenómeno o acontecimiento actual (o pasado) relacionado con el estudio de un ambiente. A cada especie o población le corresponden determinados límites de estas condiciones ambientales entre las cuales los organismos pueden sobrevivir (límites máximos), crecer (intermedios) y reproducirse (límites más estrechos). En general, cuanto más estenoica sea la especie en cuestión, es decir, cuando más estrechos sean sus límites de tolerancia, mayor será su utilidad como indicador ecológico (Tabla 3).

Tabla 3.- Indicadores biológicos

Índice	Fórmula	Rangos	
A. Índice Shannon &Wiener			
Se usa en ecología para medir la biodiversidad. Se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5.	$H' = \sum_{i=1}^s (\pi_i)(\log 2\pi_i)$	Índices	Tipo de Diversidad
	H' = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener	0,0 – 1,5	Poca
	S= Número de especies	1,6 – 3,0	Mediana
	π_i = proporción de la abundancia de la especie y del total de la muestra.	3,1 – 5,0	Alta
B. Índice de Margalef			
Se usa para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, esenciales para medir el número de especies en una unidad de muestra (MARGALEF, 1955).	$DMg = (S - 1) / \ln N$	Índices	Tipo de Biodiversidad
	S = Número de especies	< 2	Baja (en general resultado de efectos antropogénicos)
	N= Número total de individuos.	2 a 5	Mediana
		> 5	Alta
C. Índice I.D.G (Índice Diatómico Generalizado de grupos ecológicos)			
Aplicado por COSTE & AYPHASSORHO (1991) a la comunidad del fitoplancton bentónico (perifiton), este índice toma como referencia las especies de la división Bacillariophyta (diatomeas), al ser conspicuos en los ecosistemas acuáticos de agua dulce, además de presentar especies sensibles a contaminación. Se determina por tres variables: Sensibilidad a la polución de cada especie (S) que toma valores desde 1 (más resistente) hasta 5 (más sensible), Amplitud ecológica (V) que va desde 1 (forma ubicua) hasta 3 (forma característica) y por último la Abundancia expresada en porcentaje	$IDG = \frac{\sum_{j=1}^j A_j S_j V_j}{n}$	Valor	Significado
	Aj = Abundancia	IDG>4.5	Calidad biológica óptima
	Sj = Sensibilidad a la polución (1 a 5)	4<IDG<4.5	Calidad normal. Polución débil
	Vj = Valor indicativo de la especie (1 a 3).	3.5<IDG<4	Polución moderada. Eutrofización
	Nota: Los valores del I.D.G. van de 1 a 5 en orden decreciente de los niveles de contaminación. Con esta fórmula el valor del índice que obtenemos solo podrá variar entre 1 y 5, rango establecido para la clasificación de calidad de las aguas.	3<IDG<3.5	Polución media. Eutrofización acentuada
		2<IDG<3	Desaparición de especies sensibles. Polución fuerte
		1<IDG<2	Polución muy fuerte
	IDG=0	La población es considerada como inexistente. Polución tóxica	
D. Índice de Equidad de Pielou			
Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (MAGURRAN, 1988).	$J = \frac{H'}{H'_{max}}$	Su valor va de 0 a 0,1 de forma que 0,1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (MAGURRAN, 1988).	
	Donde $H'_{max} = \ln(S)$		

Abundancia y Riqueza: El estudio de la diversidad biológica es un tema central en ecología de comunidades (MAGURRAN, 1988). Para el análisis de los datos, se consideró en primer lugar la riqueza y composición de las especies registradas en las estaciones de muestreo.

DETERMINACIÓN DE DIATOMEAS BENTÓNICAS

Preparación de muestras permanentes.- Para la identificación de diatomeas bentónicas se procedió a eliminar la materia orgánica por el método de BATTARBEE (1986). Se tomó una sub muestra con una pipeta automática y se la colocó en un tubo de centrifugación de 10 mL. Se agregó H₂O₂ al 30%. Se dejó reposar por 24 horas. Trascurrido el tiempo se centrifugó, eliminó el sobrenadante y reemplazó por agua destilada. Se enrasó la última centrifugación a 10 mL con agua destilada.

Una vez digerido el material, se agitó el tubo de centrifugación y con una pipeta Pasteur se depositó 1 mL sobre un cubre objeto que se colocó sobre una plancha caliente. Evaporado el líquido, se realizaron los preparados diatomológicos permanentes según HASLE (1978).

Para la identificación de los individuos colectados se utilizó un microscopio compuesto marca LEICA DM 1000 LEO con ocular de 10x y objetivo 100X (aumento total de 1000x), para fotografiarlos se usó una cámara Leica DFC 290 HP con resolución estándar de 3 mega pixeles.

El análisis taxonómico fue realizado siguiendo a BLANCO *et al.* (2011), BELLINGER & SIGEE (2010), BIGGS & KILROY (2000), ESCOBAR (2012), KELLY *et al.* (2005), NOVELO (2012), MARGALEF (1955), ROUND *et al.* (1990), BIXBY & JAHN (2005) y SOSA *et al.* (2011).

En los Anexos 1 y 2 se dan a conocer definiciones y especies y características del plancton.

3. RESULTADOS

LAGUNA APIÑACCOCHA

Está ubicada a 4.421 m.s.n.m, localizada entre 14°38'22,60"S y 73°54'17,09"W. El acceso es a través del sistema vial de la carretera asfaltada Ayacucho – Puquio (Fig. 2). En la Tabla 1 se dan las posiciones geográficas en las que se efectuaron los muestreos.

La laguna Apiñacocha presenta 5.060.000 m² de superficie, perímetro de 14.700 m y parámetro morfométrico (DL) igual a 1,86 calificado como de forma triangular (HUTCHINSON, 1957; TIMMS, 1992). La profundidad varía de 1,0 a 5,5 m. La composición predominante del sustrato fue tipo fino y la vegetación césped de puna (hasta 22 m de la orilla).

Parámetros físico-químicos

En la Tabla 4 se da a conocer el promedio de los parámetros evaluados en abril, julio y octubre.

Parámetros de calidad microbiológica

En la Tabla 5 se da a conocer el promedio de los parámetros de calidad microbiológica en abril, julio y octubre.

FITOPLANCTON

En los Anexos 1 y 2 se dan características generales del fitoplancton.

De acuerdo a la abundancia relativa del fitoplancton destacó la división Bacillariophyta (Tabla 6) y tomando en cuenta la distribución de abundancia de especies en abril, julio y octubre el género representativo fue *Botryococcus* sp. de las Chlorophyta (Tabla 7).



Figura 2.- Vista panorámica y satelital de la Laguna Apiñacocha

Tabla 4.- Promedio de los parámetros físico-químicos registrados en laguna Apiñacocha. abril, julio, octubre, 2017

Laguna	Apiñacocha					
	Abr		Jul		Oct	
Parámetros físico_ químicos	Prom	+/-DE	Prom	+/-DE	Prom	+/-DE
Alcalinidad (mg/L de CaCO ₃):	88,35	±19,99	88,35	±12,87	88,35	±6,98
Nitrógeno Amoniacal (mg/L NH ₃):	0,00	±0,00	0,00	±0,00	0,00	±0,00
CO ₂ (mg/L):	5,00	±0,00	6,66	±2,58	5,83	±2,04
Cloruro (mg/L):	22,50	±0,00	20,00	±3,87	16,25	±5,64
Oxígeno Disuelto (mg/L):	7,00	±0,63	8,25	±1,08	8,17	±0,75
Nitrito (mg/L)	0,00	±0,00	0,00	±0,00	0,00	±0,00
pH (UpH):	8,13	±0,63	8,25	±0,27	7,75	±0,69
Dureza Total (mg/L):	68,40	±21,62	62,70	±8,83	62,70	±8,83
Temperatura del agua (°C):	9,23	±1,11	9,16	±0,25	9,17	±0,26
Nitrato (mg/L):	0,00	±0,00	0,00	±0,00	0,00	±0,00
Fosfato (mg/L):	0,15	±0,05	0,15	±0,05	0,15	±0,05
DBO ₅ (mg/L):	2,89	±0,53	4,16	±2,71	4,87	±3,04
Transparencia (m)	1,50	±0,00	1,75	±0,27	1,75	±0,27

Tabla 5.- Promedio de los parámetros de calidad microbiológica registrados en laguna Apiñacocha. abril, julio, octubre - 2017

Puntos de muestreo	Coliformes Totales			Coliformes Fecales		
	Abr	Jul	Oct	Abr	Jul	Oct
E-AP1	79	4,5	2	<1,8	<1,8	<1,8
E-AP2	350	<1,8	3,3 x 10	2	<1,8	<1,8
E-AP3	13	4	4	<1,8	<1,8	<1,8
E-AP4	11	7,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
E-AP5	13	1,4 x 10	<1,8	2	<1,8	<1,8
E-AP6	13	<1,8	<1,8	2	<1,8	<1,8

Tabla 6.- N° Indiv (Cel/L) y abundancia relativa (%) del fitoplancton, laguna Apiñacocha, 2017

División	Cel/L	%
Bacillariophyta	22940	26,27%
Chlorophyta	58744	67,28%
Charophyta	209	0,24%
Chrysophyta	183	0,21%
Cryptophyta	1947	2,23%
Cyanophytas	3197	3,66%
Dinophyta	52	0,06%
Euglenophyta	37	0,04%

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y abundancia: la mayor abundancia promedio se registró en octubre, con 36 géneros (Tabla 8).

Índice de biodiversidad de Margalef: en abril y julio los promedios indicaron baja biodiversidad y en octubre mediana biodiversidad (Tabla 8).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados demostraron poca diversidad en abril y diversidad mediana en julio y octubre (Tabla 8).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio se registró en abril (Tabla 8).

ZOOPLANCTON

El Phylum predominante fue Arthropoda (Tabla 9).

De acuerdo a la distribución de abundancia de especies en abril, julio y octubre el género representativo fue *Boeckella* sp. del Phylum Arthropoda (Tabla 10).

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se registró en julio con 15 géneros. La menor abundancia se presentó en abril con riqueza específica de 14 géneros (Tabla 11).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indican baja biodiversidad (Tabla 11).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados indican poca diversidad (Tabla 11).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio obtenido fue de 0,38 en abril (Tabla 11).

Tabla 7.- Promedio del conteo de fitoplancton en laguna Apiñaccocha. Abril, julio, octubre, 2017

División / Especie	Cel / L			División / Especie	Cel / L		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	22131	172	637	Chlorophyta	54091	2316	2337
<i>Craticula</i> sp.	0	4	9	<i>Ankyra</i> sp.	0	0	12
<i>Cyclotella</i> sp.	958	0	3	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	33	2	3
<i>Cymbella</i> sp.	325	15	14	<i>Botryococcus</i> sp.	53558	2177	1598
<i>Cocconeis</i> sp.	100	47	129	<i>Dictyosphaerium</i> sp.	367	122	601
<i>Diploneis</i> sp.	17	0	0	<i>Gloeocystis</i> sp.	8	0	0
<i>Encyonema</i> sp.	75	0	0	<i>Gonium</i> sp.	0	0	97
<i>Epithemia</i> sp.	108	44	85	<i>Oedogonium</i> sp.	117	6	21
<i>Eunotia</i> sp.	8	0	0	<i>Oocystis</i> sp.	0	0	2
<i>Fragilaria</i> sp.	50	0	12	<i>Pediastrum</i> sp.	0	7	0
<i>Frustulia</i> sp.	58	0	2	<i>Scenedesmus</i> sp.	8	2	3
<i>Gomphonema</i> sp.	108	9	86	Chrysophyta	133	40	10
<i>Hannaea</i> sp.	14692	0	3	<i>Dinobryon</i> sp.	133	40	10
<i>Hantzschia</i> sp.	0	1	0	Cryptophyta	0	850	1097
<i>Navicula</i> sp.	1400	29	79	<i>Cryptomonas</i> sp.	0	850	1097
<i>Neidium</i> sp.	42	1	1	Cianobacterias	3192	3	2
<i>Nitzschia</i> sp.	2308	3	182	<i>Anabaena</i> sp.	0	0	1
<i>Pinnularia</i> sp.	433	10	14	<i>Merismopedia</i> sp.	0	3	1
<i>Stauroneis</i> sp.	858	1	8	<i>Oscillatoria</i> sp.	3192	0	0
<i>Stausosira</i> sp.	125	0	0	Dinophyta	25	3	24
<i>Surirella</i> sp.	83	1	0	<i>Peridinium</i> sp.1	25	3	22
<i>Tabellaria</i> sp.	108	6	1	<i>Peridinium</i> sp.2	0	0	2
<i>Ulnaria</i> sp.	275	1	9	Euglenophyta	25	3	9
Charophyta	99	33	77	<i>Euglena</i> sp.	0	1	2
<i>Closterium</i> sp.	8	1	1	<i>Phacus</i> sp.	8	0	1
<i>Cosmarium</i> sp.	8	14	5	<i>Trachelomonas</i> sp.1	17	2	6
<i>Elakatothrix</i> sp.	0	0	30				
<i>Euastrum</i> sp.	0	1	1				
<i>Mougeotia</i> sp.	25	0	0				
<i>Spondylosium</i> sp.	0	0	2				
<i>Spirogyra</i> sp.	8	0	0				
<i>Staurastrum</i> sp.	50	17	38				

Tabla 8.- N° Individuos (Cel/L), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de fitoplancton en laguna Apiñaccocha

Indice de diversidad	Abr	Jul	Oct
N° Individuos (Cel/L)	79696	3420	4193
Riqueza específica (S)	36	30	39
Margalef (D _{Mg})	1,46	1,89	2,34
Indice de Shannon - Weaver (H')	1,61	1,23	1,64
Equidad de Pielou (J')	0,61	0,47	0,55

Tabla 9.- N° Indiv (org./m³) y abundancia relativa (%) del zooplancton, laguna Apiñaccocha. 2017

Phylum	Org./m ³	%
Arthropoda	294.967	98,84%
Rotifera	3.398	1,14%
Tardigrada	33	0,01%
Protozoos	33	0,01%

Tabla 10.- Promedio del conteo de zooplancton en laguna Apiñaccocha. abril, julio, octubre, 2017

Phylum / Especie	Org./m ³		
	Abril	Julio	Octubre
ARTHROPODA	55667	143800	95500
<i>Alona</i> sp.	0	33	667
<i>Boeckella</i> sp.	50633	133367	91867
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	667	467	933
<i>Chydorus</i> sp.	1700	600	1167
<i>Daphnia</i> sp.	1167	7233	800
<i>Eucyclops</i> sp.	667	1167	0
<i>Macrothrix</i> sp.	233	0	0
No determinado (Harpacticoida)	33	167	33
No determinado (Ostracoda)	100	33	0
<i>Pleuroxus</i> sp.	467	733	33
ROTIFERA	2733	632	33
<i>Filinia</i> sp.	0	433	0
<i>Keratella</i> sp.	100	100	0
<i>Lecane</i> sp.	0	33	33
<i>Philodina</i> sp.	333	0	0
<i>Polyarthra</i> sp.	2267	33	0
<i>Trichocerca</i> sp.1	33	0	0
<i>Trichotria</i> sp.	0	33	0
TARDIGRADA	33	0	0
Tardigrada	33	0	0
PROTOZOOS	0	33	0
<i>Centropyxis</i> sp.	0	33	0

Tabla 11.- N° Individuos (Organismos/m³), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de zooplancton, laguna Apiñaccocha

Índices de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/m ³)	58433	144465	95533
Riqueza específica (S)	14	15	8
Índice Margalef (D _{Mg})	0,55	0,46	0,27
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,72	0,36	0,24
Equidad de Pielou (J')	0,38	0,19	0,18

Tabla 12.- N° Individuo (Org./cm²) y abundancia relativa(%) del perifiton en laguna Apiñaccocha. 2017

División	Organismos/cm ²	%
Bacillariophyta	111072	95,44%
Chlorophyta	2557	2,20%
Charophyta	343	0,29%
Cyanophytas	112	0,10%
Euglenophyta	2289	1,97%

PERIFITON

El grupo predominante fue Bacillariophyta (Tabla 12). De acuerdo a la distribución de abundancia de especies, en abril, julio y octubre el género predominante fue *Nitzschia* sp. (División Bacillariophyta) (Tabla 13).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se registró en julio, con riqueza promedio de 37 géneros. La menor abundancia se presentó en abril y octubre con una riqueza específica de 32 géneros (Tabla 14).

Índice de biodiversidad de Margalef: en abril y julio los promedios indicaron mediana biodiversidad, mientras que para octubre baja biodiversidad (Tabla 14).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados en abril, julio y octubre indican poca diversidad (Tabla 14).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio obtenido fue de 0,53 en octubre (Tabla 14).

Índice Diatómico General (IDG): en abril (2,98) y octubre (2,36) los valores indicaron desaparición de especies sensibles. En julio (1,93) el valor indica polución muy fuerte.

MACROBENTOS

El Phylum predominante fue Arthropoda (Tabla 15).

De acuerdo a la distribución de abundancia de especies, en julio y octubre el género predominante fue *Chironomus* sp.1 del Phylum Arthropoda (Tabla 16).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se registró en octubre, con riqueza promedio de 11 géneros (Tabla 17).

Índice de biodiversidad de Margalef: en abril, julio y octubre los promedios indicaron baja biodiversidad (Tabla 17).

Tabla 13.- Promedio del conteo de perifiton en laguna Apiñaccocha. abril, julio, octubre, 2017

División / Especie	Org. /cm ²			División / Especie	Org. /cm ²		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	934	75123	35015	Chlorophyta	22	2315	220
<i>Craticula</i> sp.	5	656	1973	<i>Acutodesmus</i> sp.	0	112	0
<i>Cyclotella</i> sp.	0	5	0	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	10	1136	10
<i>Cymbella</i> sp.	27	1029	514	<i>Botryococcus</i> sp.	3	544	100
<i>Cocconeis</i> sp.	10	1829	3402	<i>Bulbochaete</i> sp.	1	5	0
<i>Diatoma</i> sp.	1	3120	1717	<i>Coelastrum</i> sp.	1	0	0
<i>Diploneis</i> sp.	0	53	0	<i>Desmodesmus</i> sp.	0	59	0
<i>Encyonema</i> sp.	3	101	0	<i>Oedogonium</i> sp.	6	43	1
<i>Epithemia</i> sp.	1	48	209	<i>Oocystis</i> sp.	0	5	0
<i>Eunotia</i> sp.	0	5	0	<i>Pediastrum</i> sp.	0	59	11
<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	5	<i>Scenedesmus</i> sp.	1	352	85
<i>Frustulia</i> sp.	0	5	0	<i>Stauridium</i> sp.	0	0	13
<i>Gomphonema</i> sp.	5	75	149	Charophyta	12	288	43
<i>Hantzschia</i> sp.	10	144	53	<i>Closterium</i> sp.	1	64	5
<i>Navicula</i> sp.	276	13040	6287	<i>Cosmarium</i> sp.	2	224	32
<i>Navicula</i> sp. 2	0	267	422	<i>Mougeotia</i> sp.	4	0	0
<i>Neidium</i> sp.	2	437	59	<i>Spirogyra</i> sp.	5	0	0
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	1	37	5	<i>Staurastrum</i> sp.	0	0	6
<i>Nitzschia</i> sp.	564	53509	19554	Cianobacterias	3	101	8
<i>Pinnularia</i> sp.	21	635	345	<i>Anabaena</i> sp.	1	0	1
<i>Pilaconeis</i> sp.	1	0	0	<i>Merismopedia</i> sp.	1	80	5
<i>Rhoicosphenia</i> sp.	0	0	32	<i>Oscillatoria</i> sp.	1	21	2
<i>Stauroneis</i> sp.	5	11	16	Euglenophyta	10	1301	978
<i>Stausosira</i> sp.	1	0	0	<i>Euglena</i> sp.	0	53	0
<i>Surirella</i> sp.	0	53	230	<i>Phacus</i> sp.	1	880	940
<i>Tabellaria</i> sp.	1	0	0	<i>Trachelomonas</i> sp.1	9	213	38
<i>Ulnaria</i> sp.	0	64	43	<i>Trachelomonas</i> sp.2	0	155	0

Tabla 14.- N° Individuos (Org. /cm²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de perifiton, laguna Apiñaccocha

Indice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/cm ²)	981	79.128	36.264
Riqueza específica (S)	32	37	32
Índice Margalef (D _{Mg})	2,04	2,15	1,71
Índice de Shannon - Weaver (H')	1,23	1,39	1,51
Equidad de Pielou (J')	0,46	0,43	0,53

Tabla 15.- N° Individuo (Indiv. /0,05m²) y abundancia relativa (%) del macrobentos en laguna Apiñaccocha. 2017

Phylum	Indiv. /0,05m ²	%
Annelida	24	11,48%
Arthropoda	115	55,02%
Mollusca	70	33,49%

Tabla 16.- Promedio del conteo de macrobentos en laguna Apiñaccocha. abril, julio, octubre, 2017

Phylum / Especie	Indiv. /0,05m ²		
	Abril	Julio	Octubre
ANNELIDA	0	14	10
N.I (Clase Hirudinea)	0	14	10
ARTHROPODA	0	44	71
<i>Chironomus</i> sp.1	0	42	41
<i>Chironomus</i> sp.2	0	0	1
<i>Cricotopus</i> sp.1	0	1	6
<i>Hyalella</i> sp.	0	0	1
N.I(Insecta /Coleoptera/ Dytiscidae)	0	0	2
N.I(Insecta /Hemiptera/Corixidae)	0	0	3
<i>Marilia</i> sp.	0	0	5
N.I (Ostracoda)	0	1	0
<i>Polypedilum</i> sp.	0	0	12
MOLLUSCA	0	34	36
N.I (Sphaeriidae)	0	33	31
N.I (Planorbidae)	0	1	5

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados en abril, julio y octubre indican poca diversidad (Tabla 17).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio fue de 0,76 en octubre (Tabla 17).

Tabla 17.- N° Individuos (Indiv. /0,05m²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de macrobentos, laguna Apiñacocha

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Indiv. /0,05m ²)	0	92	117
Riqueza específica (S)	0	6	11
Índice Margalef (D _{Mg})	0,00	0,88	1,42
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,00	0,84	1,13
Equidad de Pielou (J')	0,00	0,73	0,76

LAGUNA ISLACCOCHA

Está ubicada a 4.426 m.s.n.m, localizada entre 14°39'16,93"S y 73°52'7,61"W. El acceso es a través de la carretera asfaltada Ayacucho – Puquio (Fig. 3). En la Tabla 1 se dan las posiciones geográficas en las que se efectuaron los muestreos.

La laguna presenta una superficie de 5.990.000 m², perímetro igual a 26.000 m y parámetro morfométrico (DL) igual a 3,00 calificado como de forma subrectangular alargada (HUTCHINSON, 1957; TIMMS, 1992). Su profundidad es variable desde 0,5 a 15,4 m. La composición predominante del sustrato fue del tipo fino y la vegetación césped de puna (hasta 20 m de la orilla).

Parámetros físico-químicos

En la Tabla 18 se da a conocer el promedio de los parámetros evaluados en los meses de abril, julio y octubre.

Tabla 18.- Promedio de los parámetros físico-químicos registrados en laguna Islacocha. abril, julio, octubre – 2017

Laguna	Islacocha					
	Abr		Jul		Oct	
Parámetros físico-químicos	Prom	+/-DE	Prom	+/-DE	Prom	+/-DE
Alcalinidad (mg/L de CaCO ₃)	91,20	±17,66	82,65	±16,81	94,05	±17,93
Nitrógeno Amoniacal (mg/L NH ₃)	0,00	±0,00	0,00	±0,00	0,00	±0,00
CO ₂ (mg/L)	5,83	±2,04	5,00	±0,00	5,00	±0,00
Cloruro (mg/L)	18,75	±4,10	18,75	±4,10	13,75	±5,65
Oxígeno Disuelto (mg/L)	7,50	±0,54	9,08	±0,91	8,58	±0,66
Nitrito (mg/L)	0,00	±0,00	0,00	±0,00	0,00	±0,00
pH (UpH)	7,35	±0,28	7,91	±0,37	7,42	±0,38
Dureza Total (mg/L)	79,80	±8,83	62,70	±8,83	76,95	±9,37
Temperatura del agua (°C)	9,76	±0,55	8,58	±0,66	8,58	±0,66
Nitrato (mg/L)	0,00	±0,00	0,00	±0,00	0,00	±0,00
Fosfato (mg/L)	0,36	±0,46	0,10	±1,52	0,10	±0,00
DBO ₅ (mg/L)	2,59	±0,56	1,21	±0,52	1,79	±0,66
Transparencia (m)	4,00	±0,00	4,25	±0,27	4,25	±0,27

Parámetros de calidad microbiológica

En la Tabla 19 se da a conocer el promedio de los parámetros de calidad microbiológica en los meses evaluados.

FITOPLANCTON

En la Tabla 20 se observa la abundancia relativa del fitoplancton de la laguna, siendo la División predominante Bacillariophyta, seguida de Chlorophyta.

De acuerdo a la distribución de abundancia de especies en el monitoreo de abril y octubre el género representativo fue *Botryococcus* sp. (División Chlorophyta) y en julio fue *Nitzschia* sp. (División Bacillariophyta) (Tabla 21).



Figura 3.- Vista panorámica y satelital de la Laguna Islacocha

Tabla 19.- Promedio de los parámetros de calidad microbiológica registrados en laguna Islaccocha. abril, julio, octubre – 2017

Puntos de muestreo	Coliformes Totales			Coliformes Fecales		
	Abr	Jul	Oct	Abr	Jul	Oct
E-IS1	2	<1,8	9,3	<1,8	<1,8	<1,8
E-IS2	4	7,8	6,8	<1,8	<1,8	<1,8
E-IS3	<1,8	2	2,4 x 102	<1,8	<1,8	2,4 x 102
E-IS4	2	2	1,7 x 10	<1,8	<1,8	<1,8
E-IS5	2	<1,8	4	<1,8	<1,8	<1,8
E-IS6	11	0	6,8	<1,8	0	<1,8

Tabla 20.- N° Indiv (Cel/L) y abundancia relativa (%) del fitoplancton, laguna Islaccocha. 2017

División	Cel/L	%
Bacillariophyta	3473	41,08
Chlorophyta	3334	39,44
Charophyta	341	4,03
Chrysophyta	170	2,01
Cyanophytas	1023	12,10
Dinophyta	109	1,29
Euglenophyta	4	0,05

Tabla 21.- Promedio del conteo de fitoplancton en laguna Islaccocha. Abril, julio, octubre, 2017

División / Especie	Cel / L			División / Especie	Cel / L		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	173	2432	868	Chlorophyta	1025	1366	943
<i>Craticula</i> sp.	1	6	1	<i>Ankyra</i> sp.	0	0	22
<i>Cyclotella</i> sp.	4	21	3	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	2	26	17
<i>Cymbella</i> sp.	7	117	50	<i>Botryococcus</i> sp.	591	1055	555
<i>Cocconeis</i> sp.	0	22	18	<i>Dictyosphaerium</i> sp.	375	166	214
<i>Diploneis</i> sp.	0	0	2	<i>Oedogonium</i> sp.	39	104	51
<i>Epithemia</i> sp.	8	105	38	<i>Oocystis</i> sp.	0	0	47
<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	157	<i>Pediastrum</i> sp.	0	1	2
<i>Gomphonema</i> sp.	0	74	33	<i>Quadrigula</i> sp.	17	0	20
<i>Hannaea</i> sp.	3	10	1	<i>Scenedesmus</i> sp.	1	14	9
<i>Hantzschia</i> sp.	0	0	2	<i>Stauridium</i> sp.	0	0	6
<i>Navicula</i> sp.1	24	30	45	Charophyta	44	204	93
<i>Neidium</i> sp.	0	1	0	<i>Closterium</i> sp.	1	14	0
<i>Nitzschia</i> sp.	29	1357	385	<i>Cosmarium</i> sp.	0	0	2
<i>Pinnularia</i> sp.	3	22	5	<i>Elakatothrix</i> sp.	0	6	0
<i>Rhopalodia</i> sp.	1	10	1	<i>Gonatozygon</i> sp.	0	0	3
<i>Stauroneis</i> sp.	0	12	1	<i>Hyalotheca</i> sp.	0	1	1
<i>Staurosira</i> sp.	38	0	1	<i>Mougeotia</i> sp.	0	4	0
<i>Surirella</i> sp.	0	2	0	<i>Spondylosium</i> sp.	0	0	3
<i>Tabellaria</i> sp.	0	5	16	<i>Spirogyra</i> sp.	0	4	0
<i>Ulnaria</i> sp.	55	638	109	<i>Staurastrum</i> sp.	43	174	83
Cianobacterias	39	978	6	<i>Staurodesmus</i> sp.	0	1	1
<i>Anabaena</i> sp.	39	0	5	Chrysophyta	0	114	56
<i>Merismopedia</i> sp.	0	4	1	<i>Dinobryon</i> sp.	0	114	56
<i>Nostoc</i> sp.	0	970	0	Dinophyta	1	50	58
<i>Oscillatoria</i> sp.	0	4	0	<i>Peridinium</i> sp.1	1	50	47
Euglenophyta	2	0	2	<i>Peridinium</i> sp.2	0	0	11
<i>Phacus</i> sp.	0	0	1				
<i>Trachelomonas</i> sp.1	2	0	1				

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se presentó en julio, con riqueza promedio de 34 géneros. La menor abundancia en abril con riqueza específica de 22 géneros (Tabla 22).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indicaron mediana biodiversidad (Tabla 22).

Tabla 22.- N° Individuos (Cel/L), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de fitoplancton en laguna Islaccocha

Indice de diversidad	Abr	Jul	Oct
N° Individuos (Cel/L)	1284	5144	2026
Riqueza específica (S)	22	34	41
Margalef (D _{Mg})	2,26	2,55	3,33
Indice de Shannon - Weaver (H')	1,56	1,79	2,37
Equidad de Pielou (J')	0,55	0,57	0,73

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: sus resultados en los tres muestreos indicaron mediana diversidad (Tabla 22).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio obtenido fue de 0,73 en octubre, por lo que las especies no fueron abundantes (Tabla 22).

Zooplankton

Los resultados indican predominio del grupo Arthropoda (Tabla 23).

De acuerdo a la distribución de abundancia de las especies en abril, la representativa fue *Daphnia* sp., en julio fue *Alona* sp. y en octubre fue Maxillopoda (NI)-Nauplio, todas pertenecientes al Phylum Arthropoda (Tabla 24).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: los resultados indican mayor abundancia promedio en abril (8 géneros). La menor abundancia en octubre (7 géneros) (Tabla 25).

Índice de biodiversidad de Margalef: en abril, julio y octubre los resultados indican baja biodiversidad (Tabla 25).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los valores promedios indican poca diversidad (Tabla 25).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio es 0,80 en abril (Tabla 25).

PERIFITON

El Phylum que predomina es Bacillariophyta (Tabla 26).

De acuerdo a la distribución de abundancia en abril y julio, el género representante fue *Ulnaria* sp. y en octubre *Nitzschia* sp. pertenecientes a la División Bacillariophyta (Tabla 27).

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: el mayor promedio de número de individuos se registra en julio con riqueza promedio de 25 géneros. La menor abundancia se presenta en octubre con riqueza específica de 35 géneros (Tabla 28).

Tabla 23.- N° Indiv (Org./m³) y abundancia relativa (%) del zooplancton, laguna Islacocha. 2017

Phylum	Org./m ³	%
Arthropoda	38.384	86,24
Rotifera	6.067	13,63
Tardigrada	58	0,13

Tabla 24.- Promedio del conteo de zooplancton en laguna Islacocha. abril, julio, octubre, 2017

Phylum / Especie	Org./m ³		
	Abril	Julio	Octubre
ARTHROPODA	14709	14040	9635
<i>Alona</i> sp.	100	6240	67
<i>Boeckella</i> sp.	5642	4600	2833
<i>Bosmina</i> sp.	0	160	0
<i>Chydorus</i> sp.	0	240	67
<i>Daphnia</i> sp.	6442	40	67
<i>Eucyclops</i> sp.	2525	2360	1567
Maxillopoda (NI)-Nauplio	0	0	4967
No determinado (Harpacticoida)	0	120	67
No determinado (Ostracoda)	0	160	0
<i>Pleuroxus</i> sp.	0	120	0
ROTIFERA	6067	0	0
<i>Keratella</i> sp.	2250	0	0
<i>Lecane</i> sp.	117	0	0
<i>Polyarthra</i> sp.	3700	0	0
TARDIGRADA	58	0	0
Tardigrada	58	0	0

Tabla 25.- N° Individuos (Organismos/m³), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de zooplancton, laguna Islacocha

Índices de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/m ³)	20.834	14.040	9.635
Riqueza específica (S)	8	9	7
Índice Margalef (D _{Mg})	0,44	0,32	0,27
Índice de Shannon - Weaver (H')	1,32	0,74	0,71
Equidad de Pielou (J')	0,80	0,51	0,65

Tabla 26.- N° Individuo (Org./cm²) y abundancia relativa(%) del perifiton en laguna Islacocha. 2017

División	Organismos/cm ²	%
Bacillariophyta	191632	99,48
Chlorophyta	835	0,43
Charophyta	133	0,07
Cyanophytas	36	0,02
Dinophyta	2	0,001
Euglenophyta	5	0,003

Índice de biodiversidad de Margalef: en los meses estudiados, los resultados indican baja biodiversidad (Tabla 28).

Tabla 27.- Promedio del conteo de perifiton en laguna Islaccocha. abril, julio, octubre, 2017

División / Especie	Org. /cm ²			División / Especie	Org. /cm ²		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	39582	116505	35545	Chlorophyta	177	249	409
<i>Cymbella</i> sp.	535	678	134	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	85	83	52
<i>Cocconeis</i> sp.	7	32	40	<i>Botryococcus</i> sp.	2	0	274
<i>Diploneis</i> sp.	2	0	11	<i>Bulbochaete</i> sp.	5	0	4
<i>Epithemia</i> sp.	11	614	1014	<i>Coelastrum</i> sp.	0	0	1
<i>Fragilaria</i> sp.	0	6	32	<i>Dictyosphaerium</i> sp.	2	0	0
<i>Frustulia</i> sp.	2	0	0	<i>Oedogonium</i> sp.	68	96	43
<i>Gomphonema</i> sp.	43	115	59	<i>Oocystis</i> sp.	0	0	2
<i>Hannaea</i> sp.	0	0	5	<i>Pediastrum</i> sp.	0	32	3
<i>Hantzschia</i> sp.	470	83	27	<i>Scenedesmus</i> sp.	10	32	29
<i>Navicula</i> sp.1	360	11373	1660	<i>Stauridium</i> sp.	5	6	1
<i>Navicula</i> sp.2	0	0	1	Charophyta	39	64	30
<i>Neidium</i> sp.	0	6	5	<i>Closterium</i> sp.	2	19	2
<i>Nitzschia</i> sp.	10645	19034	20752	<i>Cosmarium</i> sp.	22	13	22
<i>Pinnularia</i> sp.	29	410	85	<i>Elakatothrix</i> sp.	2	0	0
<i>Placoneis</i> sp.	1	0	0	<i>Gonatozygon</i> sp.	3	0	0
<i>Rhoicosphenia</i> sp.	1	0	0	<i>Hyalotheca</i> sp.	0	0	1
<i>Rhopalodia</i> sp.	0	58	238	<i>Mougeotia</i> sp.	3	0	0
<i>Stauroneis</i> sp.	10	96	26	<i>Spirogyra</i> sp.	1	6	1
<i>Stauronema</i> sp.	6	0	42	<i>Staurastrum</i> sp.	4	13	4
<i>Surirella</i> sp.	0	32	1	<i>Zygnema</i> sp.	2	13	0
<i>Tabellaria</i> sp.	2	0	0	Cianobacterias	9	13	14
<i>Ulnaria</i> sp.	27458	83968	11413	<i>Anabaena</i> sp.	4	0	0
Dinophyta	2	0	0	<i>Merismopedia</i> sp.	3	13	12
<i>Peridinium</i> sp.1	2	0	0	<i>Nostoc</i> sp.	0	0	1
Euglenophyta	5	0	0	<i>Oscillatoria</i> sp.	1	0	1
<i>Phacus</i> sp.	1	0	0	<i>Woronichinia</i> sp.	1	0	0
<i>Trachelomonas</i> sp.1	4	0	0				

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los promedios indican poca diversidad (Tabla 28).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio (0,36) estuvo en abril (Tabla 28).

Índice Diatómico General (IDG): de acuerdo al análisis, en abril (1,57) y octubre (1,55) los valores indicaron polución muy fuerte. En julio (2,06) el valor indica desaparición de especies sensibles.

MACROBENTOS

El Phylum predominante fue Arthropoda (Tabla 29).

De acuerdo a la distribución de abundancia de especies, en julio el género predominante fue *Polypedilum* sp., para octubre el género fue *Cricotopus* sp.1. ambos del Phylum Arthropoda (Tabla 30).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Tabla 28.- N° Individuos (Org. /cm²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de perifiton, laguna Islaccocha

Indice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/cm ²)	39814	116831	35998
Riqueza específica (S)	38	25	35
Índice Margalef (D _{Mg})	1,85	1,29	2,12
Indice de Shannon - Weaver (H')	1,05	0,90	1,04
Equidad de Pielou (J')	0,36	0,33	0,33

Tabla 29.- N° Individuo (Indiv. /0,05m²) y abundancia relativa (%) del macrobentos en laguna Islaccocha. 2017

Phylum	Indiv. /0,05m ²	%
Annelida	10	4,31
Arthropoda	185	79,74
Nematoda	3	1,29
Tardigrada	2	0,86
Mollusca	32	13,79

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se registró en julio, con riqueza promedio de 10 géneros (Tabla 31).

Tabla 30.- Promedio del conteo de macrobentos en laguna Islacocha. abril, julio, octubre, 2017

Phylum / Especie	Indiv. /0,05m ²		
	Abril	Julio	Octubre
ANNELIDA	0	2	8
N.I (Clase Hirudinea)	0	2	8
ARTHROPODA	0	123	62
<i>Chironomus</i> sp.1	0	9	13
<i>Cricotopus</i> sp.1.	0	23	21
<i>Marilia</i> sp.	0	1	0
NI (Arachnida/Trombidiformes/Hydrachnidae)	0	20	7
<i>Polypedilum</i> sp.	0	70	19
NEMATODA	0	3	0
Nematoda	0	3	0
TARDIGRADA	0	2	0
Tardigrada	0	2	0
MOLLUSCA	0	22	10
N.I (Sphaeriidae)	0	16	8
N.I (Planorbidae)	0	6	2

Índice de biodiversidad de Margalef: en las tres evaluaciones los promedios indicaron baja biodiversidad (Tabla 31).

Tabla 31.- N° Individuos (Indiv. /0,05m²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de macrobentos, laguna Islacocha

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Indiv. /0,05m ²)	0	152	80
Riqueza específica (S)	0	10	8
Índice Margalef (D _{Mg})	0,00	1,29	1,61
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,00	1,22	1,30
Equidad de Pielou (J')	0,00	0,80	0,89

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados en las tres evaluaciones indican poca diversidad (Tabla 31).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio obtenido fue de 0,89 en octubre (Tabla 31).

LAGUNA ORCONCCOCHA

Está ubicada a 4.421 m.s.n.m, localizada entre 14°34'49,00"S y 73°54'4,58"W. El acceso es a través de la carretera asfaltada Ayacucho – Puquio (Fig. 4). En la Tabla 1 se dan las posiciones geográficas en los que se efectuaron los muestreos.



Figura 4.- Vista panorámica y satelital de la Laguna Orconcocha

Tabla 32.- Promedio de los parámetros físico-químicos registrados en laguna Orconcocha. abril, julio, octubre – 2017

Laguna	Orconcocha					
	Abr		Jul		Oct	
	Prom	+/-DE	Prom	+/-DE	Prom	+/-DE
Parámetros físico- químicos						
Alcalinidad (mg/L de CaCO ₃):	88,92	±28,09	85,5	±24,18	85,50	±12,09
Nitrógeno Amoniacal (mg/L NH ₃):	0,00	±0,00	0,00	±0,00	0,00	±0,00
CO ₂ (mg/L):	5,00	±0,00	5,00	±0,00	5,00	±0,00
Cloruro (mg/L):	15,00	±0,00	21,00	±3,35	12,00	±4,11
Oxígeno Disuelto (mg/L):	7,60	±0,89	8,20	±0,27	7,80	±0,45
Nitrito (mg/L)	0,00	±0,00	0,00	±0,00	0,00	±0,00
pH (UpH):	7,44	±0,62	8,04	±0,36	7,60	±0,41
Dureza Total (mg/L):	61,56	±19,49	61,56	±19,50	64,98	±14,31
Temperatura del agua (°C):	9,10	±0,44	8,94	±0,67	8,72	±0,67
Nitrato (mg/L):	0,00	±0,00	0,00	±0,00	0,00	±0,00
Fosfato (mg/L):	0,58	±0,31	0,10	±0,00	0,10	±0,00
DBO ₅ (mg/L):	3,10	±0,38	1,65	±0,78	3,63	±1,49
Transparencia (m)	1,25	±0,00	1,42	±0,16	1,42	±0,16

La laguna Orconcocha presenta superficie de 2.630.000 m², perímetro de 11.300 m y parámetro morfométrico (DL) igual a 1,97 calificado como de forma triangular (HUTCHINSON, 1957; TIMMS, 1992). Su profundidad es variable desde 0,5 hasta 12,8 m. La composición predominantemente del sustrato fue del tipo fino y la vegetación césped de puna (hasta 12 m de la orilla).

Parámetros físico-químicos

En la Tabla 32 se presenta el promedio de los parámetros evaluados en abril, julio y octubre 2017.

Tabla 33.- Promedio de los parámetros de calidad microbiológica registrados en laguna Orconcocha. abril, julio, octubre - 2017

Puntos de muestreo	Coliformes Totales			Coliformes Fecales		
	Abr	Jul	Oct	Abr	Jul	Oct
E-OR1	70	4,9 x 10	4	2	<1,8	<1,8
E-OR2	33	1,3 x 10 ²	2	<1,8	<1,8	<1,8
E-OR3	2	1,3 x 10 ²	2	<1,8	<1,8	<1,8
E-OR4	22	1,1 x 10	2	<1,8	<1,8	<1,8
E-OR5	79	0	0	4	0	0

Parámetros de calidad microbiológica

En la Tabla 33 se da a conocer el promedio de los parámetros de calidad microbiológica en los meses evaluados.

FITOPLANCTON

El Phylum predominante es Bacillariophyta (Tabla 34). De acuerdo a la distribución de la abundancia de especies en abril el género representativo fue *Mallomonas* sp. (Phylum Chrysophyta), en julio el género representativo fue *Epithemia* sp. y en octubre *Ulnaria* sp., ambos del Phylum Bacillariophyta (Tabla 35).

Tabla 34.- N° Indiv (Cel/L) y abundancia relativa (%) del fitoplancton, laguna Orconcocha. 2017

División	Cel/L	%
Bacillariophyta	29662	66,67
Chlorophyta	6385	14,35
Charophyta	673	1,51
Chrysophyta	7673	17,25
Dinophyta	26	0,06
Euglenophyta	75	0,17

Tabla 35.- Promedio del conteo de fitoplancton en laguna Orconcocha. Abril, julio, octubre, 2017

División / Especie	Cel / L			División / Especie	Cel / L		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	15313	6677	7672	Chlorophyta	4455	548	1382
<i>Craticula</i> sp.	127	385	143	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	24	0	2
<i>Cyclotella</i> sp.	0	0	2	<i>Botryococcus</i> sp.	3913	354	839
<i>Cymbella</i> sp.	603	386	284	<i>Dictyosphaerium</i> sp.	15	19	358
<i>Cocconeis</i> sp.	0	15	19	<i>Oedogonium</i> sp.	466	49	80
<i>Diatoma</i> sp.	3	0	0	<i>Oocystis</i> sp.	0	26	8
<i>Diploneis</i> sp.	10	0	0	<i>Pediastrum</i> sp.	1	33	14
<i>Epithemia</i> sp.	3241	2103	932	<i>Scenedesmus</i> sp.	36	67	81
<i>Fragilaria</i> sp.	6393	396	286	Charophyta	156	272	245
<i>Gomphonema</i> sp.	130	83	126	<i>Closterium</i> sp.	0	4	0
<i>Hannaea</i> sp.	0	0	3	<i>Cosmarium</i> sp.	30	5	6
<i>Hantzschia</i> sp.	20	13	3	<i>Elakatothrix</i> sp.	0	165	105
<i>Navicula</i> sp.1	1665	223	376	<i>Euastrum</i> sp.	0	3	0
<i>Navicula</i> sp.2	0	10	0	<i>Gonatozygon</i> sp.	10	5	2
<i>Nitzschia</i> sp.	708	970	1070	<i>Spondylosium</i> sp.	0	0	5
<i>Pinnularia</i> sp.	543	355	85	<i>Spirogyra</i> sp.	25	0	0
<i>Rhopalodia</i> sp.	10	5	18	<i>Staurastrum</i> sp.	91	87	127
<i>Stauroneis</i> sp.	239	16	18	<i>Staurodesmus</i> sp.	0	3	0
<i>Staurosira</i> sp.	11	227	52	Chrysophyta	7537	123	13
<i>Surirella</i> sp.	30	13	0	<i>Dinobryon</i> sp.	29	23	13
<i>Tabellaria</i> sp.	11	1	0	<i>Mallomonas</i> sp.	7508	100	0
<i>Ulnaria</i> sp.	1569	1476	4255	Dinophyta	0	10	16
Euglenophyta	33	33	9	<i>Peridinium</i> sp.1	0	1	12
<i>Euglena</i> sp.	11	0	0	<i>Peridinium</i> sp.2	0	9	4
<i>Phacus</i> sp.	22	4	3				
<i>Trachelomonas</i> sp.1	0	29	6				

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se registró en abril con promedio de 31 géneros. La menor abundancia en julio con 36 géneros (Tabla 36).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indicaron para abril baja biodiversidad y para julio y octubre mediana diversidad (Tabla 36).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados mostraron para abril poca diversidad y para julio y octubre mediana diversidad (Tabla 36).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor estuvo en julio (Tabla 36).

ZOOPLANCTON

En la laguna Orconcocha predomina el grupo Arthropoda en cada una de las evaluaciones (Tabla 37). De acuerdo a la distribución de abundancia de especies, en abril predominó el género *Keratella* sp. (Phylum Rotifera), en julio el género *Alona* sp. y en octubre el género *Boeckella* sp., ambos pertenecientes al Phylum Arthropoda (Tabla 38).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio estuvo en julio con 11 géneros. La menor abundancia en abril con riqueza de 14 géneros (Tabla 39).

Índice de biodiversidad de Margalef: en abril, julio y octubre los resultados indicaron baja biodiversidad (Tabla 39).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: en abril, julio y octubre se registró poca diversidad (Tabla 39).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor es 0,65 en abril (Tabla 39).

Tabla 36.- N° Individuos (Cel/L), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de fitoplancton en laguna Orconcocha

Índice de diversidad	Abr	Jul	Oct
N° Individuos (Cel/L)	27494	7663	9337
Riqueza específica (S)	31	36	33
Margalef (D _{Mg})	1,74	2,89	2,51
Índice de Shannon - Weaver (H')	1,40	2,32	1,98
Equidad de Pielou (J')	0,52	0,71	0,63

Tabla 37.- N° Indiv (Org./m³) y abundancia relativa (%) del zooplancton, laguna Orconcocha. 2017

Phyllum	Org./m ³	%
Arthropoda	379353	91,82%
Rotifera	33764	8,17%
Tardigrada	40	0,01%

Tabla 38.- Promedio del conteo de zooplancton en laguna Orconcocha. abril, julio, octubre, 2017

Phylum / Especie	Org./m ³		
	Abril	Julio	Octubre
ARTHROPODA	26920	207483	144950
<i>Alona</i> sp.	0	103333	0
<i>Boeckella</i> sp.	18920	92767	127800
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	40	50	150
<i>Chydorus</i> sp.	1360	500	2800
<i>Daphnia</i> sp.	6280	5900	12750
<i>Eucyclops</i> sp.	40	3733	0
<i>Macrothrix</i> sp.	120	0	0
No determinado (Harpacticoida)	0	0	100
No determinado (Ostracoda)	40	0	0
<i>Pleuroxus</i> sp.	120	1200	1350
ROTIFERA	29080	3934	750
<i>Filinia</i> sp.	240	200	600
<i>Keratella</i> sp.	24600	1767	0
<i>Lecane</i> sp.	0	1667	150
<i>Polyarthra</i> sp.	4080	0	0
<i>Trichocerca</i> sp.1	120	300	0
<i>Trichotria</i> sp.	40	0	0
TARDIGRADA	40	0	0
Tardigrada	40	0	0

Tabla 39.- N° Individuos (Organismos/m³), Riqueza específica (S), Margalef (DMG), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de zooplancton, laguna Orconcocha

Índices de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/m ³)	56040	211417	145700
Riqueza específica (S)	14	11	8
Índice Margalef (D _{Mg})	0,60	0,38	0,38
Índice de Shannon - Weaver (H')	1,25	0,48	0,47
Equidad de Pielou (J')	0,65	0,29	0,28

Tabla 40.- N° Individuo (Org./cm²) y abundancia relativa(%) del perfiton en laguna Orconcocha. 2017

División	Organismos/cm ²	%
Bacillariophyta	224555	97,53
Chlorophyta	3927	1,71
Charophyta	1467	0,64
Chrysophyta	2	0,001
Cyanophytas	216	0,094
Dinophyta	1	0,0004
Euglenophyta	67	0,03

PERIFITON

El grupo Bacillariophyta predominó (Tabla 40). De acuerdo a la distribución de abundancia en los tres meses evaluados predominó el género *Nitzschia* sp. perteneciente a la División Bacillariophyta (Tabla 41).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: en octubre estuvo la mayor abundancia promedio julio con riqueza promedio de 33 géneros. La menor abundancia en abril con riqueza específica de 35 géneros (Tabla 42).

Tabla 41.- Promedio del conteo de perifiton en laguna Orconccochoa. abril, julio, octubre, 2017

División / Especie	Org. /cm ²			División / Especie	Org. /cm ²		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	15632	136344	72579	Chlorophyta	414	2920	593
<i>Craticula</i> sp.	9	64	23	<i>Acutodesmus</i> sp.	0	24	0
<i>Cyclotella</i> sp.	1	0	0	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	180	168	90
<i>Cymbella</i> sp.	631	6624	3149	<i>Botryococcus</i> sp.	0	8	0
<i>Cocconeis</i> sp.	0	8	1	<i>Bulbochaete</i> sp.	2	0	0
<i>Diatoma</i> sp.	0	0	0	<i>Coelastrum</i> sp.	1	0	1
<i>Diploneis</i> sp.	1	16	1	<i>Desmodesmus</i> sp.	0	24	10
<i>Epithemia</i> sp.	87	2160	4167	<i>Dictyosphaerium</i> sp.	1	0	0
<i>Fragilaria</i> sp.	0	16	94	<i>Gonium</i> sp.	3	0	0
<i>Gomphonema</i> sp.	61	744	395	<i>Oedogonium</i> sp.	129	2352	55
<i>Hantzschia</i> sp.	25	280	66	<i>Oocystis</i> sp.	0	0	8
<i>Navicula</i> sp.1	1751	50912	18800	<i>Pectinodesmus</i> sp.	0	0	16
<i>Navicula</i> sp.2	0	0	1	<i>Pediastrum</i> sp.	7	184	103
<i>Neidium</i> sp.	3	8	60	<i>Scenedesmus</i> sp.	91	160	283
<i>Nitzschia</i> sp.	8043	63760	34656	<i>Stauridium</i> sp.	0	0	27
<i>Pinnularia</i> sp.	107	264	112	Charophyta	51	1200	216
<i>Rhopalodia</i> sp.	91	7368	1181	<i>Closterium</i> sp.	2	16	3
<i>Stauroneis</i> sp.	5	40	22	<i>Cosmarium</i> sp.	19	64	50
<i>Stausosira</i> sp.	111	2200	1104	<i>Euastrum</i> sp.	2	0	0
<i>Surirella</i> sp.	0	16	11	<i>Gonatozygon</i> sp.	1	144	27
<i>Tabellaria</i> sp.	81	176	40	<i>Hyalotheca</i> sp.	0	0	8
<i>Ulnaria</i> sp.	4625	1688	8696	<i>Mougeotia</i> sp.	0	896	2
Cianobacterias	8	88	120	<i>Spondylosium</i> sp.	0	8	10
<i>Anabaena</i> sp.	7	0	120	<i>Spirogyra</i> sp.	0	0	1
<i>Merismopedia</i> sp.	1	0	0	<i>Staurastrum</i> sp.	27	72	96
<i>Nostoc</i> sp.	0	88	0	<i>Staurodesmus</i> sp.	0	0	19
Dinophyta	1	0	0	Chrysophyta	0	0	2
<i>Peridinium</i> sp.1	1	0	0	<i>Synura</i>	0	0	2
Euglenophyta	9	48	10				
<i>Euglena</i> sp.	2	0	0				
<i>Phacus</i> sp.	4	0	0				
<i>Trachelomonas</i> sp.1	3	48	10				

Tabla 42.- N° Individuos (Org. /cm²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de perifiton, laguna Orconccochoa

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/cm ²)	16115	140600	73520
Riqueza específica (S)	35	33	40
Índice Margalef (D _{Mg})	2,33	2,00	2,68
Índice de Shannon - Weaver (H')	1,49	1,45	1,49
Equidad de Pielou (J')	0,49	0,46	0,44

Índice de biodiversidad de Margalef: para abril, julio y octubre los resultados indican mediana biodiversidad (Tabla 42).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: en abril, julio y octubre los resultados indican poca diversidad (Tabla 42).

Índice de equidad de Pielou: en abril tuvo el máximo valor promedio (0,49) (Tabla 42).

Índice Diatómico General (IDG): de acuerdo a los valores registrados en abril (2,29), julio (2,32) y octubre (2,31) indicaron desaparición de especies sensibles.

MACROBENTOS

El Phylum predominante fue Arthropoda (Tabla 43). De acuerdo a la distribución de abundancia de especies, en julio y octubre el género predominante fue *Chironomus* sp.1 del Phylum Arthropoda (Tabla 44).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se registró en octubre, con riqueza promedio de 5 géneros (Tabla 45).

Índice de biodiversidad de Margalef: en abril, julio y octubre los promedios indicaron baja biodiversidad (Tabla 45).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados en abril, julio y octubre indicaron poca diversidad (Tabla 45).

Índice de equidad de Pielou: el valor promedio obtenido en julio fue de 0,17 (Tabla 45).

Tabla 43.- N° Individuo (Indiv. /0,05m²) y abundancia relativa (%) del macrobentos en laguna Orconcocha. 2017

Phylum	Indiv. /0,05m ²	%
Arthropoda	249	93,26
Mollusca	18	6,74

Tabla 44.- Promedio del conteo de macrobentos en laguna Orconcocha. abril, julio, octubre, 2017

Phylum / Especie	Indiv. /0,05m ²		
	Abril	Julio	Octubre
ARTHROPODA	0	98	151
<i>Chironomus</i> sp.1	0	98	140
<i>Cricotopus</i> sp.1.	0	0	8
<i>Marilia</i> sp.	0	0	3
MOLLUSCA	0	5	13
N.I (Sphaeriidae)	0	3	11
N.I (Planorbidae)	0	2	2

Tabla 45.- N° Individuos (Indiv. /0,05m²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de macrobentos, laguna Orconcocha

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Indiv. /0,05m ²)	0	103	164
Riqueza específica (S)	0	3	5
Índice Margalef (D _{Mg})	0,00	0,22	0,00
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,00	0,16	0,00
Equidad de Pielou (J')	0,00	0,17	0,00

LAGUNA PARCCOCCOCHA

Está ubicada a 4.478 m.s.n.m, localizada entre 14°38'59,08"S y 73°41'29,44"W. El acceso es a través de la carretera asfaltada Ayacucho – Puquico (Fig. 5). En la Tabla 1 se dan las posiciones geográficas en las que se efectuaron los muestreos.



Figura 5.- Vista panorámica y satelital de la Laguna Parccoccocha

Tabla 46.- Promedio de los parámetros físico-químicos registrados en laguna Parccoccocha. abril, julio, octubre – 2017

Laguna	Parccoccocha					
	Abr		Jul		Oct	
Parámetros físico- químicos	Prom	+/-DE	Prom	+/-DE	Prom	+/-DE
Alcalinidad (mg/L de CaCO ₃)	85,5	±26,49	91,20	±20,71	94,05	±9,37
Nitrógeno Amoniacal (mg/L NH ₃)	0,00	±0,00	0,00	±0,00	0,00	±0,00
CO ₂ (mg/L)	5,00	±0,00	5,00	±0,00	5,00	±0,00
Cloruro (mg/L)	13,75	±5,64	13,75	±3,06	11,25	±4,11
Oxígeno Disuelto (mg/L)	8,00	±0,63	8,67	±0,52	8,67	±0,82
Nitrito (mg/L)	0,00	±0,00	0,00	±0,00	0,00	±0,00
pH (UpH)	6,60	±0,15	7,75	±0,52	7,33	±0,41
Dureza Total (mg/L)	65,55	±22,72	62,70	±17,66	71,25	±16,81
Temperatura del agua (°C)	9,55	±0,32	9,23	±0,34	9,42	±0,38
Nitrato (mg/L)	0,00	±0,00	0,00	±0,00	0,00	±0,00
Fosfato (mg/L)	0,36	±0,32	0,10	±0,00	0,10	±0,00
DBO ₅ (mg/L)	1,50	±0,64	1,86	±1,50	3,60	±2,00
Transparencia (m)	4,00	±0,00	4,58	±0,66	4,58	±0,66

Tabla 47.- Promedio de los parámetros de calidad microbiológica registrados en laguna Parccoccocha. abril, julio, octubre – 2017

Puntos de muestreo	Coliformes Totales			Coliformes Fecales		
	Ab	Jul	Oct	Ab	Jul	Oct
E-PA1	<1,8	<1,8	7,9 x 10	<1,8	<1,8	<1,8
E-PA2	79	<1,8	7,9 x 10	<1,8	<1,8	<1,8
E-PA3	33	<1,8	4,9 x 10	<1,8	<1,8	<1,8
E-PA4	4,5	<1,8	4,9 x 10	<1,8	<1,8	<1,8
E-PA5	<1,8	<1,8	4,9 x 10	<1,8	<1,8	<1,8
E-PA6	11	<1,8	1,3 x 10 ²	2	<1,8	<1,8

Tabla 48.- N° Indiv (Cel/L) y abundancia relativa (%) del fitoplancton, laguna Parccoccocha. 2017

División	Cel/L	%
Bacillariophyta	86734	34,63
Chlorophyta	14492	5,79
Charophyta	4181	1,67
Chrysophyta	117176	46,78
Cryptophyta	182	0,07
Dinophyta	27721	11,07
Euglenophyta	6	0,002

La laguna Parccoccocha presenta una superficie de 3.270.000 m², perímetro 12.800 m y parámetro morfométrico (DL) igual a 2,00 calificada como de forma triangular (HUTCHINSON, 1957; TIMMS, 1992). Su profundidad varía entre 1,00 y 25,0 m. La composición predominante del sustrato fue del tipo fino y la vegetación tipo césped de puna (hasta 18 m de la orilla).

Parámetros físico-químicos

En la Tabla 46 se da a conocer el promedio de los parámetros evaluados.

Parámetros de calidad microbiológica

En la Tabla 47 se da a conocer el promedio de los parámetros de calidad microbiológica.

FITOPLANCTON

En la Tabla 48 se observa que el grupo Chrysophyta es el más representativo. De acuerdo a la distribu-

ción de abundancia *Dinobryon* sp. es el género representativo en todas las evaluaciones (Tabla 49).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se registró en octubre con géneros. La menor abundancia se presentó en julio con 28 géneros (Tabla 50).

Índice de biodiversidad de Margalef: en abril, julio y octubre los resultados indican baja biodiversidad (Tabla 50).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: en abril y octubre el resultado indica poca diversidad y en julio fue mediana diversidad (Tabla 50).

Índice de equidad de Pielou: en julio tuvo el máximo valor promedio (0,48) (Tabla 50).

Tabla 49.- Promedio del conteo de fitoplancton en laguna Parccoccocha. Abril, julio, octubre, 2017

División / Especie	Cel / L			División / Especie	Cel / L		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	2557	8693	75484	Chlorophyta	8783	535	5174
<i>Craticula</i> sp.	0	0	1	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	8	0	19
<i>Cyclotella</i> sp.	0	0	40	<i>Botryococcus</i> sp.	950	33	77
<i>Cymbella</i> sp.	8	1	26	<i>Dictyosphaerium</i> sp.	83	48	70
<i>Cocconeis</i> sp.	0	0	11	<i>Gonium</i> sp.	0	4	7
<i>Diploneis</i> sp.	0	1	33	<i>Nephrocytium</i> sp.	267	1	33
<i>Epithemia</i> sp.	42	6	32	<i>Oedogonium</i> sp.	92	8	55
<i>Eunotia</i> sp.	8	0	2	<i>Oocystis</i> sp.	7383	441	4880
<i>Fragilaria</i> sp.	8	8357	74000	<i>Pediastrum</i> sp.	0	0	33
<i>Gomphonema</i> sp.	8	1	52	Charophyta	1458	630	2093
<i>Hannaea</i> sp.	0	11	1	<i>Closterium</i> sp.	8	0	0
<i>Navicula</i> sp.1	58	4	128	<i>Cosmarium</i> sp.	58	4	18
<i>Nitzschia</i> sp.	175	0	0	<i>Elakatothrix</i> sp.	0	12	105
<i>Pinnularia</i> sp.	25	2	41	<i>Gonatozygon</i> sp.	33	1	3
<i>Staurisira</i> sp.	0	0	133	<i>Hyalotheca</i> sp.	17	6	157
<i>Surirella</i> sp.	17	0	2	<i>Mougeotia</i> sp.	50	0	0
<i>Tabellaria</i> sp.	2208	296	980	<i>Spondylosium</i> sp.	92	366	434
<i>Ulnaria</i> sp.	0	14	2	<i>Spirogyra</i> sp.	83	0	0
Dinophyta	9833	4570	13318	<i>Staurastrum</i> sp.	817	173	1228
<i>Peridinium</i> sp.1	9833	4500	12798	<i>Staurodesmus</i> sp.	300	68	148
<i>Peridinium</i> sp.2	0	70	520	Chrysophyta	81667	8900	26601
Euglenophyta	0	6	0	<i>Dinobryon</i> sp.	81667	8900	26601
<i>Euglena</i> sp.	0	1	0	Cryptophyta	0	0	182
<i>Trachelomonas</i> sp.1	0	5	0	<i>Cryptomonas</i> sp.	0	0	182

Tabla 50.- N° Individuos (Cel/L), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de fitoplancton en laguna Parccoccocha

Indice de diversidad	Abr	Jul	Oct
N° Individuos (Cel/L)	104306	23334	122852
Riqueza específica (S)	27	28	35
Margalef (D _{Mg})	1,34	1,54	1,64
Indice de Shannon - Weaver (H')	1,00	1,33	0,91
Equidad de Pielou (J')	0,36	0,48	0,31

Tabla 51.- N° Indiv (Org./m³) y abundancia relativa (%) del zooplancton, laguna Parccoccocha. 2017

Phylum	Org./m ³	%
Arthropoda	51031	93,07
Rotifera	3801	6,93

Tabla 52.- Promedio del conteo de zooplancton en laguna Parccoccocha. abril, julio, octubre, 2017

Phylum / Especie	Org./m ³		
	Abril	Julio	Octubre
ARTHROPODA	40866	5466	4699
<i>Alona</i> sp.	500	0	0
<i>Boeckella</i> sp.	40233	4833	3933
<i>Daphnia</i> sp.	133	100	33
<i>Eucyclops</i> sp.	0	0	533
<i>Macrothrix</i> sp.	0	33	0
Maxillopoda (NI)-Nauplio	0	433	200
<i>Pleuroxus</i> sp.	0	67	0
ROTIFERA	2067	567	1167
<i>Ascomorpha</i> sp.	1067	0	0
<i>Asplanchna</i> sp.	0	0	333
<i>Keratella</i> sp.	900	567	767
<i>Lecane</i> sp.	33	0	0
<i>Platyias</i> sp.	0	0	67
<i>Polyarthra</i> sp.	67	0	0

ZOOPLANCTON

El análisis del zooplancton indicó como predominante al grupo Arthropoda (Tabla 51). De acuerdo a la distribución de abundancia destaca el género *Boeckella* (Tabla 52).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio ocurrió en abril con promedio de 7 géneros. La menor abundancia en octubre con 7 géneros (Tabla 53).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indican baja biodiversidad (Tabla 53).

Tabla 53.- N° Individuos (Organismos/m³), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de zooplankton, laguna Parccoccocha

Índices de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/m ³)	42.933	6.033	5.866
Riqueza específica (S)	7	6	7
Índice Margalef (D _{Mg})	0,26	0,24	0,19
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,32	0,65	0,57
Equidad de Pielou (J')	0,28	0,67	0,56

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados indican poca diversidad (Tabla 53).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor se registró en julio (Tabla 53).

PERIFITON

El análisis del perifiton indica que el grupo predominante fue Bacillariophyta (Tabla 54).

Tabla 54.- N° Individuo (Org./cm²) y abundancia relativa(%) del perifiton en laguna Parccoccocha. 2017

División	Organismos/cm ²	%
Bacillariophyta	29.467	62,47
Chlorophyta	462	0,98
Charophyta	2808	5,95
Chrysophyta	606	1,28
Cyanophytas	6	0,01
Dinophyta	13795	29,25
Euglenophyta	26	0,06

De acuerdo a la distribución de abundancia en abril y julio fue *Nitzschia* sp. (División Bacillariophyta), siendo para octubre el género más representativo *Peridinium* sp.1 (División Dinophyta) (Tabla 55).

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio estuvo en octubre con riqueza promedio de 39 géneros. La menor abundancia en abril con riqueza de 35 géneros (Tabla 56).

Tabla 55.- Promedio del conteo de perifiton en laguna Parccoccocha. abril, julio, octubre, 2017

División / Especie	Org. /cm ²			División / Especie	Org. /cm ²		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	2663	9289	17515	Chlorophyta	28	225	209
<i>Craticula</i> sp.	0	0	1	<i>Acutodesmus</i> sp.	0	2	0
<i>Cyclotella</i> sp.	0	11	13	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	5	5	18
<i>Cymbella</i> sp.	9	10	40	<i>Bulbochaete</i> sp.	1	0	1
<i>Cocconeis</i> sp.	0	0	1	<i>Gonium</i> sp.	0	0	1
<i>Diploneis</i> sp.	0	7	16	<i>Oedogonium</i> sp.	18	212	165
<i>Encyonema</i> sp.	1	3	0	<i>Oedogonium undulatum</i>	0	0	1
<i>Epithemia</i> sp.	1	1	3	<i>Oocystis</i> sp.	2	3	17
<i>Eunotia</i> sp.	1	1	6	<i>Pediastrum</i> sp.	0	1	0
<i>Fragilaria</i> sp.	0	0	3602	<i>Scenedesmus</i> sp.	2	2	6
<i>Frustulia</i> sp.	11	5	9	Charophyta	26	443	2339
<i>Gomphonema acuminatum</i>	0	0	0	<i>Cosmarium</i> sp.	2	6	40
<i>Gomphonema</i> sp.	138	44	71	<i>Elakatothrix</i> sp.	3	0	0
<i>Hantzschia</i> sp.	5	5	6	<i>Euastrum</i> sp.	0	1	3
<i>Navicula</i> sp.1	143	325	956	<i>Hyalotheca</i> sp.	1	0	0
<i>Neidium</i> sp.	16	12	2	<i>Mougeotia</i> sp.	12	429	2270
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	0	1	0	<i>Spirogyra</i> sp.	1	2	0
<i>Nitzschia</i> sp.	2003	8285	10997	<i>Staurastrum</i> sp.	5	5	11
<i>Pinnularia</i> sp.	42	80	120	<i>Staurodesmus</i> sp.	2	0	1
<i>Placoneis</i> sp.	1	0	0	<i>Zygnema</i> sp.	0	0	14
<i>Stauroneis</i> sp.	12	2	9	Chrysophyta	308	76	222
<i>Staurosira</i> sp.	3	9	14	<i>Dinobryon</i> sp.	308	76	222
<i>Surirella</i> sp.	1	5	8	Cianobacterias	2	0	4
<i>Tabellaria</i> sp.	261	480	1636	<i>Merismopedia</i> sp.	1	0	3
<i>Ulnaria</i> sp.	15	3	5	<i>Oscillatoria</i> sp.	1	0	1
Euglenophyta	21	2	3	Dinophyta	630	1132	12033
<i>Euglena</i> sp.	1	0	0	<i>Peridinium</i> sp.1	630	1132	12032
<i>Trachelomonas</i> sp.1	20	2	3	<i>Peridinium</i> sp.2	0	0	1

Tabla 56.- N° Individuos (Org. /cm²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de perifiton, laguna Parccoccocha

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/cm ²)	3678	11167	32325
Riqueza específica (S)	35	33	39
Índice Margalef (D _{Mg})	2,35	2,10	2,42
Índice de Shannon - Weaver (H')	1,28	0,91	1,48
Equidad de Pielou (J')	0,43	0,30	0,46

Tabla 57.- N° Individuo (Indiv. /0,05m²) y abundancia relativa (%) del macrobentos en laguna Parccoccocha. 2017

Phylum	Indiv. /0,05m ²	%
Annelida	45	2,50
Arthropoda	1745	96,78
Nematoda	3	0,17
Mollusca	10	0,55

Tabla 58.- Promedio del conteo de macrobentos en laguna Parccoccocha. abril, julio, octubre, 2017

Phylum / Especie	Indiv. /0,05m ²		
	Abril	Julio	Octubre
ANNELIDA	0	13	32
N.I (Clase Hirudinea)	0	13	32
ARTHROPODA	0	955	790
<i>Chironomus</i> sp.1	0	1	41
<i>Chironomus</i> sp.2	0	0	1
<i>Hyalella</i> sp.	0	2	0
<i>Marilia</i> sp.	0	0	4
NI (Arachnida/Trombidiformes/Hydrachnidae)	0	2	0
<i>Polypedilum</i> sp.	0	941	742
<i>Tanytarsus</i> sp.	0	9	2
NEMATODA	0	3	0
Nematoda	0	3	0
MOLLUSCA	0	4	6
N.I (Sphaeriidae)	0	4	6

Tabla 59.- N° Individuos (Indiv. /0,05m²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de macrobentos, laguna Parccoccocha

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Indiv. /0,05m ²)	0	975	828
Riqueza específica (S)	0	8	7
Índice Margalef (D _{Mg})	0,00	0,64	0,51
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,00	0,36	0,37
Equidad de Pielou (J')	0,00	0,23	0,30

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indican mediana diversidad (Tabla 56).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: en abril, julio y octubre se registró poca diversidad (Tabla 56).

Índice de equidad de Pielou (J): el máximo valor promedio fue 0,46 en octubre (Tabla 56).

Índice Diatómico General (IDG): los resultados de abril (1,98) y julio (1,39) indican Polución muy fuerte, mientras que el de octubre (2,11) muestra desaparición de especies sensibles.

MACROBENTOS

El Phylum predominante fue Arthropoda (Tabla 57). De acuerdo a la distribución de abundancia en julio y octubre el género predominante fue *Polypedilum* sp. del Phylum Arthropoda (Tabla 58).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se registró en octubre, con riqueza promedio de 5 géneros (Tabla 59).

Índice de biodiversidad de Margalef: en abril, julio y octubre los promedios indicaron baja biodiversidad (Tabla 59).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados en abril, julio y octubre indicaron poca diversidad (Tabla 59).

Índice de equidad de Pielou: el valor promedio obtenido en julio fue de 0,17 (Tabla 59).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La temperatura del agua en las lagunas revisadas está considerada adecuada para un óptimo desarrollo y reproducción de trucha según FONDEPES (2014) que indica que debe variar entre 9 y 14 °C.

Los valores promedio de pH para cada una de las lagunas evaluadas se encuentran dentro del rango establecido por el MINAM (2017) que indica que el límite permisible para el cultivo de especies hidrobiológicas debe variar de 6 a 9 y FONDEPES (2014) indica que con el rango entre 6,6 y 7,9 se logra óptimo cultivo de trucha. Situación similar se da con el oxígeno disuelto ya que los valores registrados de este parámetro son mayores a 5 mg/L.

Los valores de nitrógeno amoniacal registrados en las cuatro lagunas se encuentran dentro de los rangos establecidos por MINAM (2008) que indica que el límite permisible para la conservación del

medio acuático debe ser $<0,02$; RAGASH (2009) indica que no debe ser mayor $0,012$ mg/L para el cultivo de la trucha y en el caso de los nitritos el límite permisible no debe ser mayor a $0,055$ mg/L. Los valores de CO_2 se encuentran dentro del rango sugerido por el autor antes mencionado quien indica que valores <7 ppm permiten el desarrollo de la acuicultura.

El rango de la dureza del agua y de la alcalinidad detectada en las cuatro lagunas se encuentran dentro del rango sugerido por FONDEPES (2014) que menciona que valores entre $60 - 300$ mg/L CaCO_3 permiten el desarrollo de la truchicultura. El rango del cloruro del agua detectado en las lagunas, se encuentra dentro de lo citado por MARÍN (2003) quien indica que estos valores no suelen sobrepasar de 20 a 40 mg/L para la conservación de aguas naturales.

Los valores de DBO_5 no sobrepasaron los estándares de calidad ambiental para agua clase 4, encontrándose en buenas condiciones las lagunas evaluadas.

Las lagunas evaluadas se encuentran exentas de contaminación microbiológica lo que se ve reflejado en las bajas concentraciones de los indicadores de contaminación fecal los cuales cumplieron con los estándares de calidad ambiental para agua clase 4, indicando que las lagunas estudiadas no presentan impacto antropogénico.

En este estudio se registró el género *Boeckella* en las lagunas Apiñacocha, Orconcocha y Parccococha, SAMANEZ y LOPEZ (2014) analizaron muestras de plancton colectadas en diferentes localidades a lo largo de los Andes peruanos e identificaron a la especie *Boeckella occidentalis* en las lagunas Lauricocha y Patarcocha.

La composición taxonómica del fitoplancton y el perifiton presente en las cuatro lagunas evaluadas se caracterizó por los grupos taxonómicos Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Cyanophyta, Dinophyta y Euglenophyta.

En relación al fitoplancton y perifiton, los resultados del Índice de biodiversidad de Margalef (DMg) indican de baja a mediana biodiversidad de organismos y el Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener (H') los valores fluctúan de poca a mediana diversidad.

En el caso de zooplancton y macrobentos el índice de biodiversidad de Margalef (DMg) reportaron baja biodiversidad de organismos y el Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener (H') reveló poca diversidad.

Con respecto al índice Diatómico General (IDG), los valores fluctuaron entre la desaparición de especies sensibles a una polución fuerte.

De acuerdo a las características morfológicas (profundidad- área) y los índices de biodiversidad, las lagunas Islacocha y Parccococha podrían ser consideradas como potenciales ámbitos para realizar la actividad acuícola.

5. REFERENCIAS

- AENOR. (2007). Norma española UNE-EN 15204, Calidad del agua. Guía para el recuento de fitoplancton por microscopía invertida (técnica de Utermöhl). Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid, España, 44 pp.
- ALONSO, M. (1996). Crustacea, Branchiopoda. En: Fauna Iberica, Vol 7. Ramos et al. (Eds.). Madrid, España: Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC, 486 pp.
- ALATORRE, O. (2007). Calidad del agua y Principios de Diseño en los Sistemas de Recirculación Acuícola (RAS). Centro Universitario Querétaro, QRO. Mexico. Tesina. 67 pp.
- APHA-AWWA-WEF. (2012). Part 10200 Plankton. C.1, F.2, c.1. SMEWW. 21st Ed. pp. 10-10, 10-15 - 10-17.
- APHA-AWWA-WEF. (2012) Part 10200 G2, Plankton. Zooplankton Counting Techniques. SMEWW-22nd Ed.
- APHA-AWWA-WEF. (2012). Part 10200B, Plankton. SMEWW-22nd Ed.
- APHA-AWWA-WEF. (2012). Part 10300 C, Items 1 y 2, Periphyton. Sample Analysis. Sedgwick-Rafter Counts. Inverted Microscope Method Counts. SMEWW-22nd Ed. APHA-AWWA-WEF Part 10300B, Periphyton. Sampling. SMEWW- 22nd Ed.
- APHA-AWWA-WEF Part 10400 D3 e1-2, Estimated population. Identification of species. SMEWW-22nd Ed.
- APHA-AWWA-WEF Part 10500 C.2. Benthic Macroinvertebrates. Sample Processing and Analysis. SMEWW-22nd Ed.
- BALLESTEROS, Y., MONDRAGON, C., FLOREZ, P., BARBA, H., RAMÍREZ, C., PATIÑO, P. (2007). Evaluación de la calidad del agua del río Cauca con base en comunidades de macroinvertebrados bentónicos tramo Salvajina-La Virginia. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Colombia, 8 pp.
- BATTARBEE, R. (1986). Diatoms analysis. Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology. John Wiley & Sons, New York, USA, 570 pp.
- BELLINGER, E., SIGEE, D. (2010). Freshwater Algae. Identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell, Chichester, West Sussex, UK, 284pp
- BIGGS, B., KILROY, C. (2000). Stream Periphyton Monitoring Manual. Prepared for The New Zealand Ministry for the Environment, 246 pp

- BIXBY, R., JAHN, R. (2005). *Hannaea arcus* (Ehrenb.) RM Patrick: lectotipificación e historia nomenclatural. – Diatom Investigación, 20, 219 - 226.
- BLANCO, S., ÁLVAREZ, B., CEJUDO, F., BÉCARES, E. (2011). Guía de las diatomeas de la cuenca del Duero. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Confederación Hidrográfica del Duero. 212 pp.
- BROOKS, J. L. (1959). "Cladocera". En: Freshwater Biology. W.T. Edmonson, ed. Wiley, New York, N.Y, pp. 587-656.
- CIRUJANO, S., MURILLO, P., MECO, A., FERNÁNDEZ, R. (2007). Los Carófitos Ibéricos. Anales del Jardín Botánico de Madrid, 64(1), 87-102.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO. (2005). Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de Muestreo y Análisis para Fitoplancton. Confederación Hidrográfica del Ebro. Zaragoza. 36pp
- COOPS, H. (2002). Ecology of charophytes: an introduction. Aquatic Botany, 72, 205-208.
- COSTE, M., AYPHASSORHO, H. (1991). Etude de la qualité des Eaux du Bassin Artois Picardía à l'aide de Comunidades de diatomées benthiques (Solicitud des índices diatomiques). Rapport Cemagref de Burdeos – Agencia del Agua Artois Picardía : Douai, 227 pp.
- CVC, UNIVERSIDAD DEL VALLE. (2004). Estudio de la calidad del agua del río Cauca y sus principales tributarios mediante la aplicación de índices de calidad y contaminación. Tramo Salvajina –La Virginia Cali, Colombia. 142 pp.
- DE LA LANZA, E., HERNÁNDEZ, S., CARBAJAL, P. (2000). Organismos Indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores). Plaza y Valdés. México. 633 pp.
- DEL SOLAR, E., BLANCAS, F., MAYTA, R. (1970). Catálogo de crustáceos del Perú. Imprenta Miranda. Lima. 53 pp.
- DONATO, J. (1998). Los sistemas acuáticos de Colombia: síntesis y revisión. En: Una aproximación a los humedales en Colombia. UICN, Fondo FEN, Santafé de Bogotá. 163 pp.
- DUQUE, S., DONATO, J. (1992). Biología y ecología del fitoplancton de las aguas dulces en Colombia. Pontificia Universidad Javeiana, Cuadernos divulgativas, 3, 1-21.
- ESCOBAR, M. (2012). Caracterización del estado de salud ecológica de los cuerpos de agua en el sector agrícola de la Parroquia de Puéllaro utilizando comunidades de plancton como bioindicadores. Tesina de grado para la obtención del título de Biología Ambiental. Quito, Ecuador.
- FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO (FONDEPES). (2014). Manual de Trucha en Ambientes Convencionales. Lima, Perú. 88 pp.
- GOSSE, P. H. (1851). A catalogue of Rotifers found in Britain, with descriptions of five new genera and thirty- two new species. Ann. Mag. Nat. Hist., London, 2(VIII), 203.
- HASLE, G. (1978). Some specific preparations: diatoms. Phytoplankton manual. A. Sournia (Ed). UNESCO, Paris, 136 -142.
- HEBERT, P. D. N. (1978). The population biology of *Daphnia* (Crustacea, Daphnidae). Biol. Rev., 53, 387-426.
- HUTCHINSON, G. (1957). A treatise on Limnology. Geography, Physics and Chemistry. Volume 1. John Wiley and Sons. New York. 672 pp.
- IANNAONE, J., SALAZAR, N., ALVARIÑO, L., ARGOTA, G. (2013). Rotifers and other littoral zooplankton species from the Andean lagoons of Paca and Ñahuinpuquio, Junin, Peru. Neotropical Helminthology, 7(1), 133 - 142.
- KHAN, M., SHARMA, Y. S. R. K. (1984). Cytogeography and cytosystematics of charophyta. In D.G. E. Irvine y D. M. John (Eds.), Systematics of green algae (pp. 303-330). London, England: Academic Press.
- KELLY, M., BENNION, H., COX, E., GOLDSMITH, B., JAMIESON, J., JUGGINS, S., MANN, D., TELFORD, R. (2005). Common freshwater diatoms of Britain and Ireland: an interactive key. Environment Agency, Bristol.
- LANGE-BERTALOT, H., ULRICH, S. (2014). Contributions to the taxonomy of needle-shaped *Fragilaria* and *Ulnaria* species, Lauterbornia, 78, 1-73.
- MAGURRAN, A. E. (1988). Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 pp.
- MARGALEF, R. (1955). Los organismos indicadores en la limnología. En: Biología de las aguas continentales. Vol XII. Ministerio de Agricultura. Madrid. 300 pp.
- MARÍN, R. (2003). Físicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas. Ediciones Días de Santos. Madrid, España. 311 pp.
- MARQUEZ, G., GUILLOT, G. (1998). Proyecto estudios ecológicos de embalse colombianos. Etapa prospectiva, informe final FONDO FEN COLOMBIA – Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 242 pp.
- MARQUEZ, G., GUILLOT, G. (2001). Ecología y efecto ambiental de embalses. Aproximación con casos colombianos. Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín. Facultad de Minas, Instituto de Estudios Ambientales. Colombia. 230 pp.
- MARTÍNEZ, G., FERMÍN, I., HERNÁNDEZ, D., BRITO, F., MÁRQUEZ, A., DE LA CRUZ, R., RODRÍGUEZ, G., PARRA, E., GONZÁLEZ, M., Márquez, A., PINTO, F. (2012). Hidrografía y calidad de las aguas del caño Mánamo, edo. Delta Amacuro. Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, (en prensa).
- MINAM. DECRETO SUPREMO NRO. 002-2008. MINAM [Citado Enero 2016/12]. Disponible a partir de http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_002-2008-minam.pdf
- MINAM DECRETO SUPREMO Nro. 004-2017. MINAM. [Citado Junio 2017/06]. Disponible a partir de <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. PRODUCE. (2010). Informe técnico final. Evaluación de recursos hídricos en las regiones de Pasco, Ayacucho, Cusco, Puno y Ucayali. 105 pp.
- NOVELO, E. (2012). Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán-Bacillariophyta México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Fascículo 102.
- PÂNTANO, N. (1996). Estudio de las exuvias pupales de Chironomidos presentes en dos tramos de la Quebrada Vieja. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ciencias y Educación. Bogotá, D.C. Colombia. 1-94 p.
- PALMER, M. (1962). Algas de abastecimiento de agua. Departamento de Sanidad, Educación y Bienestar de Estados Unidos. Servicio de Sanidad Pública. Ed. Interamericana, S. A. Cali, Colombia. 91 p.
- PINILLA, G. (1995). Ecología regional de pequeños Lagos artificiales en el antiplano Cundiboyacense. Tesis de

- Maestría. Línea Ecología, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, 185 pp.
- PINILLA, G. (2000). Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Bogotá. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 67 pp.
- POTAPOVA, M., CHARLES, D. (2007). Diatoms metrics for monitoring eutrophication in rivers of the United States. *Ecol. Indic.*, 7, 48-70.
- POURRIOT, R. (1977). Food and feeding habits of the Rotifera. *Arch. Hydrobiol. Beith. (Ergebn. Limnol)*, 8, 243 -260.
- RAGASH - Perú. (2009). Manual de crianza. Trucha (*Oncorhynchus mykiss*). 25 pp.
- RAMALHO, R. (2003). Tratamiento de Aguas Residuales. Barcelona: Esp.aña, Editorial Reverté, S.A.
- RAMÍREZ, A., PLATA-DÍAZ, Y. (2008). Diatomeas perífíticas en diferentes tramos de dos sistemas loticos de alta montaña, páramo y su relación con las variables ambientales. *Acta Biol. Col.*, 13, 199-216.
- RAMÍREZ, J. J. (1986b). Algunos organismos zooplanctónicos del embalse El Peñol. *Revista Actualidades Biológicas*, 15(56), 14 - 25.
- RAMÍREZ, J. J. (2000). Fitoplancton de agua dulce aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. Medellín: Ed. Universidad de Antioquia. 207 pp.
- RIBERA, I., MELIC, A., TORRALBA, A. (2015). Introducción y guía visual de los artrópodos. *Revista IDEA-SEA*, 2, 30. Revisado el 15/02/17. En http://molevol.cmima.csic.es/ribera/pdfs/IDE@_2.pdf
- RÍOS, B., ACOSTA, R., PRAT, N. (2014). The Andean Biotic Index (ABI): revised tolerance to pollution values for macroinvertebrate families and index performance evaluation. *Revista de biología tropical*, 62, 249 - 273.
- RODRÍGUEZ, G., ANZOLA, E. (2001). Calidad del agua y productividad de un estanque en acuicultura. *Fundamentos de la Acuicultura Continental. Cap V.* Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. 2a Edición. Bogotá, 43 - 72 pp.
- ROUND, F., CRAWFORD, R., MANN, D. (1990). The diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge. 747 pp.
- SAMANEZ, I., LÓPEZ, D. (2014). Distribución geográfica de *Boeckella* y *Neoboeckella* (Calanoida: Centropagidae) en el Perú. *Revista peruana de biología*, 21(3), 223 - 228. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v21i3.10895>
- SOSA, L., NOVOA, D., MARTINEZ, A. (2011). Ficoflora de la cuenca endorreica fluvio-lacustre. Chucul. *Revista Biológicas*, 13(1), 14 - 23.
- SCHNEIDER, S. (2007). Macrophyte trophic indicator values from a European perspective. *Limnologica*, 37, 281-289.
- TIMMS, B. (1992). Lake geomorphology. Gleneagles Publishing, Adelaide. 180 pp.
- UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS. (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. Ministerio del Ambiente, 75 pp. http://museohn.unmsm.edu.pe/docs/pub_ictio/MtodoscolectaidentificacianalisisdecomunidadeshidrobiologicasMUSMMI-NAMdic2014.pdf
- VAN DIJK, G. M., VAN VIERSSEN, W. (1991). Survival of *Potamogeton pectinatus* population under various light conditions in a shallow eutrophic lake (Lake Veluwe) in The Netherlands. *Aquatic Botany*, 39, 121-130.
- VELASCO, J., ÁLVAREZ, M., GARCÍA, M., SÁNCHEZ, M. (2004). Las comunidades de plancton en los lagos de Montaña de Neila (Burgos, España). *Ecología (Madrid)*, 19, 75 - 94.
- WILLIAMS, D. M. (2011). *Synedra*, *Ulnaria*: definitions and descriptions—a partial resolution. *Diatom Research*, 26(2), 149V153.
- WHITESIDE, M. C. (1970). *Danish chydorid* Cladocera: modern ecology and core studies. *Ecological Monographs*, 40, 79-118.
- WOOD, R. (1964). A synopsis of the Characeae. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 91(1), 35-46.
- WOOD, R. (1965). Monograph of the Characeae (vol.1). In R. Wood & K. Imahori (Eds.), *A Revision of the Characeae* (pp. 1-904). Weinheim: J. Cramer.

ANEXO Nº 1

DEFINICIONES Y CONCEPTOS: ANÁLISIS COMUNITARIO DEL FITOPLANCTON

Bacillariophyta: son conocidas como **diatomeas**. Generalmente son algas unicelulares, aunque pueden ocurrir formas coloniales y filamentosas. Su característica más sobresaliente es la presencia de una pared celular impregnada de silicio en cantidades variable. Esta pared se denomina frústulo y está constituida por dos mitades o teclas que se une la una a la otra como la tapa y el fondo de una caja Petri. En la frústula se definen una serie de ejes, utilizado en la taxonomía de los organismos de esta división (RAMÍREZ 2000).

Chlorophyta: conocidas como **algas verdes**. Constituye uno de los mayores grupos de las algas, si se tiene en cuenta su abundancia en género y especie, al igual que su frecuencia y ocurrencia. Crecen en agua de amplio rango de salinidad, pueden ser planctónicos o bentónicos o pueden presentarse en hábitat sub aéreos. Es común que posean talos unicelulares, coloniales – cenóbicos o no cenóbicos - filamentosos - ramificados o no - membranosos, de forma laminar o tubular. Las células son, en su mayoría, unicelulares, pero existen formas multinucleadas o cenocíticas. Su organela más conspicua es el cloroplasto (RAMÍREZ 2000).

Charophyta: las Charophyceae es un grupo diverso de amplia distribución con aproximadamente 400 especies (Wood, 1964, 1965; Khan & Sharma, 1984). Estas algas crecen como macrófitas sumergidas principalmente en ambientes lóticos y lénticos, cumpliendo varias funciones importantes en los ecosistemas dulceacuícolas (Coops, 2002). Adicionalmente, se las considera un buen indicador de la calidad del agua debido a que son muy sensibles a la contaminación (VAN DIJK & VAN VIERSEN, 1991; COOPS, 2002; CIRUJANO, MURILLO, MECO, & FERNÁNDEZ, 2007; SCHNEIDER, 2007).

Chrysophyta: se conocen también como algas pardo - amarillos. Son organismos unicelulares, coloniales o filamentosos y sus células pueden estar incluidas dentro de la pared celular a veces rodeada de silicio o pueden permanecer desnudas. Almacenan una serie de sustancias de reserva: crisosa, crisolaminarina, leucosina y lípido, pero nunca almidón. En su mayoría flageladas y pueden existir solas o en colonias. El grupo como tal predomina en aguas dulces y se presenta poco en aguas

salobres o saladas. La mayoría son fototróficas, pero algunas pueden ser mixotróficas y holozoicas (RAMÍREZ 2000).

Cryptophyta: Esta división comprende un pequeño grupo de biflagelados con células asimétricas y dorsiventralmente aplanadas y rodeadas por un periplasto, el cual consiste en un plasmalema trilaminado. Las células son firmes, pero flexibles. Las criptophytas poseen clorofilas a y c, abundantes carotenos y xantofilas. Además, una ficobilina, una ficocianina o una ficoeritrina también están presentes. Aunque rara vez alcanzan concentraciones altas, los miembros de este grupo taxonómico están casi universalmente presentes en los lagos tropicales, de ahí que, precisamente, se consideren entre los organismos más ubicuos existentes en aguas blandas (RAMÍREZ 2000).

Cyanophytas: Las algas verde azules se han denominado también Myxophyta, Schizophyta y en la fecha más reciente, Cyanobacterias, dada su afinidad con las bacterias respecto a la organización procariótica, sin embargo, el tamaño es su diferencia fundamental, pues las algas verde azules son de mayor tamaño que aquellas. La temperatura óptima para el desarrollo de estas algas oscila entre 35 y 40°C (RAMÍREZ 2000).

Dinophyta: (Dinoflagelados) se presentan en aguas marinas, salobres y dulces. La forma prevaleciente de la división es la biflagelada, pero también se presenta en forma no móvil. Posee nutrición diversificada: fotosintética, heterotrófica, saprofítica, parasítica, simbiótica y holozoica; además, muchas son auxotróficas para varias vitaminas (RAMÍREZ 2000).

Euglenophyta: Pueden decirse que los organismos de esta división son casi enteramente dulceacuícolas, aunque unos pocos son de ambiente estuarino y marino. Los euglenoides se encuentran normalmente en pequeños cuerpos de agua ricos en materia orgánica y, en general, son organismos unicelulares solitarios, a excepción del género colonial llamado Colacium. La forma celular puede variar: cilíndrica, fusiforme, discoide, triangular, entre otras. Pueden tener una forma fija como Phacus, o variable como en Euglena. Poseen diferentes formas de nutrición: holofítica, holozoica o saprofítica (RAMÍREZ 2000).

ANEXO N° 2

ORGANISMOS REPRESENTATIVOS

En los siguientes cuadros se dan a conocer los organismos representativos e indicadores presentes en las lagunas altoandinas de Ayacucho.

Organismos representativos de fitoplancton en lagunas altoandinas de Ayacucho

Laguna	Monitoreo- Fitoplancton		
	Abril	Julio	Octubre
Apiñacocha	<i>Botryococcus</i> sp.	<i>Botryococcus</i> sp.	<i>Botryococcus</i> sp.
Islacocha	<i>Botryococcus</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Botryococcus</i> sp.
Orconcocha	<i>Mallomonas</i> sp.	<i>Epithemia</i> sp.	<i>Ulnaria</i> sp.
Parccococha	<i>Dinobryon</i> sp.	<i>Dinobryon</i> sp.	<i>Dinobryon</i> sp.

Organismos indicadores de fitoplancton en lagunas altoandinas de Ayacucho

Género	Indicador	Ecosistema acuático	Referencia
<i>Botryococcus</i> sp. (*Braunii)	Eutrofia	Léntico	Marquez & Guillot (1998)
	Oligotrofia.	Léntico	Ramirez (1986b)
	Eutrofia por mezcla.	Léntico	Pinilla (2000)
	Baja mineralización.	Léntico	Pinilla (2000)
<i>Nitzschia</i> sp.	Eutrofia (amplia distribución trófica)	Léntico	Pinilla (1995)
	Turbulencia	Lótico	Donato (1998)
<i>Epithemia</i> sp.	Mezcla	Léntico	Márquez & Guillot (1988)
	Generalmente se encuentra en ambientes de pH elevado. Al parecer, todos ellos capaces de fijación de nitrógeno, a través de endosimbiosis con algas verde-azules (cianobacterias).	De agua dulce, la mayoría de amplia distribución. Puede presentarse en hábitats semiterrestres, por ejemplo, áreas inundables, sistemas de dunas calcáreas. Se adjunta a los macrófitos y otros sustratos sólidos más estrechamente asociados al perifiton.	Novelo (2012) Kelly <i>et al.</i> (2005)
<i>Dinobryon</i> sp.	Oligotrofia	Léntico	Ramirez (1986b)
	Bajo contenido de P, alto contenido de Ca	Léntico	Marquez & Guillot (2001)
<i>Ulnaria</i> sp.	Oligotrofia	Lóticos	Potapova & Charles (2007)
		Lénticos	Ramírez & Plata-Díaz (2008)
	Moderadamente alcalinos, oligosaprobios y eutróficos	Lóticos y Lénticos	Williams, D.M. (2011)
<i>Mallomonas</i> sp.	Eutrofizadas		Lange-Bertalot y Ulrich (2014)
		Lóticos	Palmer (1962) Martínez <i>et al.</i> (2012)

Organismos representativos de zooplancton en lagunas altoandinas de Ayacucho

Laguna	Monitoreo- Zooplancton		
	Abril	Julio	Octubre
Apiñacocha	<i>Boeckella</i> sp.	<i>Boeckella</i> sp.	<i>Boeckella</i> sp.
Islacocha	<i>Daphnia</i> sp.	<i>Alona</i> sp.	Maxillopoda (NI)-Nauplio
Orconccocha	<i>Keratella</i> sp.	<i>Alona</i> sp.	<i>Boeckella</i> sp.
Parccococha	<i>Boeckella</i> sp.	<i>Boeckella</i> sp.	<i>Boeckella</i> sp.

Organismos indicadores de zooplancton en lagunas altoandinas de Ayacucho

Género	Indicador	Ecosistema acuático	Referencia
<i>Boeckella</i> sp.	Eutrofización	Se ha registrado en el lago Titicaca.	Produce (2010)
		Es un género característico y dominante en el zooplancton de lagos altoandinos sudamericanos	Del Solar <i>et al.</i> (1970) Iannacone <i>et al.</i> (2013)
(Maxillopoda/NI)		Formas parasitas o simbioses (marino y continental)	Ribera <i>et al.</i> (2015)
<i>Keratella</i> sp.	Considerada buen indicador del avanzado estado de eutrofización de lagunas. Esta especie euplancónica es polífaga, se alimenta de detritos orgánicos, bacterias y algas.	Se considera una especie cosmopolita, se encuentra en aguas dulces, salobres y marinas. Es, probablemente, la especie más común y la más extendida en el mundo.	Gosse (1851) Velasco <i>et al.</i> (2004)
			Pourriot (1977)
<i>Daphnia</i> sp.	Se distribuye tanto en lagos oligotróficos como eutróficos y constituye un importante reservorio alimenticio tanto para otros invertebrados como para los predadores vertebrados como los peces.	Especie que se encuentra tanto en el plancton como en el litoral de los grandes lagos, y también en las masas de agua de pequeño volumen.	Alonso, (1998)
		Propio de ambientes dulceacuícolas, el género <i>Daphnia</i> es especialmente abundante en charcas temporales de la región templada del globo (lagos de Norteamérica y, en Eurasia, desde Inglaterra y el Norte de África, hasta China y Manchuria)	Brooks, 1959

<i>Alona</i> sp.	Puede considerarse como una especie pionera, colonizando nuevos hábitats incluso cuando la vegetación macrofítica no se encuentra aún bien establecida, o incluso cuando existen signos de perturbación de los hábitats.	Whiteside, 1970; Robertson, 1990; Duigan, 1992
------------------	--	--

Organismos representativos de perifiton en lagunas altoandinas de Ayacucho

Laguna	Monitoreo- Perifiton		
	Abril	Julio	Octubre
Apiñacocha	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.
Islacocha	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.
Orconcocha	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.
Parccococha	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Peridinium</i> sp.1

Organismos indicadores representativos de perifiton en lagunas altoandinas de Ayacucho

Género	Indicador	Ecosistema acuático	Referencia
<i>Nitzschia</i> sp.	Turbulencia	Lótico	Donato (1998)
	Mezcla	Léntico	Márquez & Guillot (1988)
	Eutrofia	Léntico	Duque & Donato (1992)
<i>Peridinium</i> sp.1	Estratificación	Léntico	Donato (1998)
	Sucesión, Hipereutrofia	Léntico	Duque & Donato (1992)

Organismos representativos de macrobentos en lagunas altoandinas de Ayacucho

Laguna	Monitoreo- Macrobentos		
	Abril	Julio	Octubre
Apiñacocha	----	<i>Chironomus</i> sp.1	<i>Chironomus</i> sp.2
Islacocha	----	<i>Polypedilum</i> sp.	<i>Cricotopus</i> sp.1.
Orconcocha	----	<i>Chironomus</i> sp.1	<i>Chironomus</i> sp.2
Parccococha	----	<i>Polypedilum</i> sp.	<i>Polypedilum</i> sp.

Organismos indicadores representativos de macrobentos en lagunas altoandinas de Ayacucho

Género	Indicador	Ecosistema acuático	Referencia
<i>Chironomus</i> sp.	A nivel mundial, esta es una familia usada para determinar la toxicidad en sedimentos y la bioacumulación de los contaminantes asociados a estos.	Es uno de los taxa mejor representados en los cuerpos béticos.	Produce (2010)
<i>Polypedilum</i> sp. (Chironomidae)	Índice ABI/BMWP: calidad del agua: 2.	Agua continental	Ríos <i>et al.</i> (2014)
<i>Cricotopus</i> sp.1.	Las especies del género <i>Cricotopus</i> muestran una amplia gama de tolerancia a los contaminantes artificiales, lo que los convierte en excelentes bioindicadores.	Las larvas de <i>Cricotopus</i> se encuentran en todos los tipos de agua dulce y algunas se encuentran en lugares como las costas salinas. Frecuentemente se hallan asociadas con plantas acuáticas, incluyendo algas.	Pântano (2016)