

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 46, Número 2



Abril - Junio 2019
Callao, Perú



LAGUNAS ALTOANDINAS DE HUÁNUCO EVALUADAS PARA EL DESARROLLO DE ACUICULTURA, 2016

HIGH-ANDEAN LAGOONS OF HUÁNUCO ASSESSED FOR THE DEVELOPMENT OF AQUACULTURE, 2016

José G. Cavero Arana¹

Mary F. Manrique Carhuas

RESUMEN

CAVERO J, MANRIQUE M. 2019. *Lagunas altoandinas de Huánuco evaluadas para el desarrollo de acuicultura, 2016*. Inf Inst Mar Perú. 46(2): 236-268.- En abril, julio y octubre 2016, en el marco del Programa Presupuestal 0094 - 2016 se efectuaron investigaciones para identificar cuerpos de agua lénticos con posible potencial acuícola en la Región Huánuco. En las lagunas Huascacocha, Quimahuanca en el distrito San Rafael, Mancapozo en Amarilis y Grimalma, Quiullacocha y Huampo en el distrito Ambo, se muestrearon plancton y bentos; se registraron los parámetros físico-químico del agua como temperatura, pH, dureza, CO₂, nitritos, alcalinidad, nitrógeno amoniacal y cloruro. Se determinó la Riqueza específica (S), los 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: monitoreo, lagunas, índices, hidrobiológico

ABSTRACT

CAVERO J, MANRIQUE M. 2019. *High-Andean lagoons of Huanuco assessed for the development of Aquaculture, 2016*. Inf Inst Mar Peru. 46(2): 236-268.- In April, July, and October 2016, as part of the Budgetary Program 0094 - 2016, research was conducted to identify lentic water masses with possible aquaculture potential in the Huánuco Region. Plankton and benthos were sampled in the Huascacocha, Quimahuanca lagoons in the San Rafael district, Mancapozo in Amarilis and Grimalma, Quiullacocha and Huampo in the Ambo district; Physical-chemical parameters of the water were recorded, such as temperature, pH, hardness, CO₂, nitrites, alkalinity, ammonia nitrogen, and chloride. The specific Wealth (S), Margalef's biodiversity indices (DMg), Shannon's (H') (bits/individuals) and Pielou's equity (J') were determined. The results allowed the identification of the existing biological diversity and the quality of the water mass.

KEYWORDS: monitoring, lagoons, indices, hydrobiological

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). *Ciertas algas del fitoplancton exhiben amplia distribución, otras ciertas preferencias ambientales y otras altas frecuencias de algún taxón 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 (DE LA LANZA et al. 2000).

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

El objetivo de esta investigación fue determinar el estado de seis lagunas alto andinas para el desarrollo de la acuicultura en la Región Huánuco, para lo cual se contó con el Programa Presupuestal 0094 - 2016 y mediante el proyecto "Monitoreo Hidrobiológico de los Recursos Hídricos para el Desarrollo de la Acuicultura" en el departamento de Huánuco, se trabajó en las lagunas Huascacocha, Quimahuanca en el distrito de San Rafael, Mancapozo en Amarilis y Grimalma, Quiullacocha, y Huampo ubicados en el distrito de Ambo.

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 Alto Andinas

En abril, julio y octubre 2016 se evaluaron seis lagunas alto andinas: Huascacocha, Quimahuanca, Mancapozo, Grimalma, Quiullaccocha y Huampo. En cada laguna se establecieron tres estaciones de monitoreo (Tabla 1), en cada una de ellas se obtuvieron tres 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 Agua, nitrito y turbidez.

Con el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS) y con ayuda de un GPSMAP marca GARMIN ubicamos los puntos de muestreo; el material de referencia fueron imágenes satelitales para la ubicación de los puntos de monitoreo.

Caracterización del hábitat de las lagunas alto andinas

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" (MINAM 2014).

Tabla 1.- Estaciones de monitoreo de las lagunas alto andinas, Región Huánuco

Provincia	Distrito	Lagunas	Estaciones	Latitud S	Longitud W	Altitud (m.s.n.m.)
Ambo	San Rafael	Huascacocha	SRLHu1	10°20'17,66"	76°3'43,42"	4024
			SRLHu2	10°20'16,29"	76°3'34,25"	
			SRLHu3	10°20'10,54"	76°3'29,21"	
Ambo	San Rafael	Quimahuanca	SRLQu1	10°19'59,61"	76°2'55,25"	4006
			SRLQu2	10°19'56,31"	76°2'50,71"	
			SRLQu3	10°19'53,42"	76°2'43,35"	
Huánuco	Amarilis	Mancapozo	ALM1	9°56'57,95"	76°7'44,40"	3737
			ALM2	9°56'53,05"	76°7'41,00"	
			ALM3	9°56'59,98"	76°7'31,59"	
Ambo	Ambo	Grimalma	ALG1	9°59'24,24"	76°9'8,14"	3801
			ALG2	9°59'26,44"	76°9'8,79"	
			ALG3	9°59'28,60"	76°9'9,15"	
Cayna	Ambo	Quiullaccocha	ALQu1	9°59'35,42"	76°8'35,49"	3770
			ALQu2	9°59'39,75"	76°8'35,37"	
			ALQu3	9°59'44,34"	76°8'38,08"	
Ambo	San Rafael	Huampo	SRLH1	10°7'11,40"	76°3'59,22"	3809
			SRLH2	10°7'6,95"	76°3'48,88"	
			SRLH3	10°7'0,61"	76°3'30,42"	
			SRLH3	10°6'48,33"	76°3'12,75"	



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

Parámetros físico-químicos de las lagunas alto andinas

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° 015-2015-MINAM del 19-12-2015.

Los parámetros físico-químicos que se consideraron fueron:

- Temperatura agua y aire (°C) con un termómetro digital.
- pH, oxígeno disuelto (mg/L), nitrógeno amoniacal (mg/L NH₃), dureza (mg/L) utilizamos el multiparámetro portátil modelo HI 83203.
- Dióxido de carbono (mg/L CO₂), Alcalinidad (mg/L CaCO₃), Nitritos (mg/L NO₂) usamos el equipo portátil Hach FF1A.
- Turbidez con el Turbidímetro portátil – Lamotte.

Se debe tomar en consideración que *el nitrito en el sistema de cultivo aparece gracias a la acción metabólica de ciertas bacterias (Nitrosomonas) capaces de oxidar el amonio a nitrito. El efecto fisiológico del nitrito en los peces es que reacciona rápidamente con la molécula transportadora de oxígeno, la hemoglobina, formando met-hemoglobina. Dado que ésta no es un transportador eficiente de oxígeno, la coloración de la sangre en el pez se torna café, y al no transportar oxígeno para sus necesidades vitales termina muriendo por hipoxia 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 el otoño y el 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. La toxicidad del nitrito está en relación directa con los cloruros del sistema. Típicamente debemos mantener la concentración de NO₂ menor a 2 ppm. Se pueden atenuar los efectos del nitrito ajustando la relación cloruros: nitrito a una razón de 10:1 (ALATORRE 2007). RAGASH (2009) menciona que los nitritos no deben ser mayor a 0,055 mg/L en el cultivo de trucha.*

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

MARÍN (2003) menciona que *en aguas naturales no contaminadas los valores de cloruro se sitúan alrededor de 20 a 40 mg/L e incluso menores. Cloruros, fosfatos y nitritos*

son indicadores de contaminación residual doméstica vertida a un cauce natural. Esto puede servir de señal de alerta acerca de la probabilidad de que el agua presente contaminación de carácter microbiológico patógeno e indeseable.

PLANCTON Y BENTOS DE LAS LAGUNAS ALTO ANDINAS

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 puntos 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 pequeñas <50 ha. Se monitorearon 6 lagunas: Grimalma, Quiullacocha, Mancapozo, Huascacocha, Quimahuanca y Huampo. 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).

DETERMINACIÓN DE DIATOMEAS BENTÓNICAS

Preparación de muestras permanentes.- Para la identificación de las 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. Trascorrido 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 el Anexo 1 se presentan los conceptos técnicos utilizados en este trabajo y los organismos representativos en cada una de las lagunas evaluadas.

Tabla 2.- Colecta y análisis de las muestras biológicas

Muestreo	Análisis	Ecuación empleada
A. Fitoplancton		
Se emplea una botella Van Dorn. Las muestras colectadas 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 dejó sedimentar de 24 a 48 horas, dependiendo del volumen de la cámara de sedimentación. La lectura se llevó a cabo en un microscopio invertido y se realizó el conteo e identificación de los organismos. (AENOR 2007)	$\text{Recuento en transecto (número/mL)} = \frac{C \times A_t}{L \times W \times S \times V}$ <p>C = Número de organismos contados A_t = Área total de la base de la cámara de sedimentación (mm²) A_t = πr² L = Longitud del transecto (mm) W = Ancho del transecto (mm) S = Número de transectos contados V = volumen de la muestra sedimentada (mL) Los resultados se expresan en Cel/mL</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 preservadas 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 minuciosamente el tamiz con agua destilada. Se colocó un volumen conocido de la muestra en una cámara de Bogorov para su identificación en el estereomicroscopio 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 Los resultados se expresan en Organismos/m³</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 cm 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, para su lectura se empleó un microscopio invertido, se observó a una magnitud no mayor de 200X y se realizó el conteo e identificación de los organismos expresados número de Org./mm ² APHA-AWWA-WPCF sección (10300 B – 10300 C)	$\text{Organismos / mm}^2 = \frac{N \times A_r \times V_r}{A_c \times V_s \times A_s}$ <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 campos) 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. Macrofitos		
Se colectan muestras con draga Ekman. La muestra se deposita en un tamiz y se somete a enjuagues sucesivos, lo retenido dentro del 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 estereoscópico y separó los organismos por categorías taxonómicas.	Se realizó el conteo e identificación de los organismos expresados en N° indiv. /0,05m ² .

Tabla 3.- Indicadores biológicos

Índice	Fórmula	Rangos	
A. Índice Shannon & Wiener			
Se usa en ecología para medir la biodiversidad. Este índice 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.	$H' = \sum_{i=1}^s (pi)(\log 2pi)$	Índices	Tipo de Diversidad
	H' = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener	0,0 – 1,5	Poca Diversidad
	S= Número de especies	1.6 – 3.0	Mediana Diversidad
	pi= proporción de la abundancia de la especie y del total de la muestra.	3.1 – 5.0	Alta Diversidad
B. Índice de Margalef			
Es una medida utilizada en ecología 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 biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos)
	N= Número Total de Individuos.	2 a 5	Mediana biodiversidad
		> 5	Alta biodiversidad
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: La 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	$IDG = \frac{\sum_{j=1}^j A_j S_j V_j}{\sum_{j=1}^j A_j V_j}$ <p>Aj = Abundancia Sj = Sensibilidad a la polución (1 a 5) Vj = Valor indicativo de la especie (1 a 3).</p> <p>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 sólo podrá variar entre 1 y 5, rango establecido para la clasificación de la calidad de las aguas.</p>	Valor	Significado
		IDG > 4.5	Calidad biológica óptima
		4 < IDG < 4.5	Calidad normal. Polución débil
		3.5 < IDG < 4	Polución moderada. Eutrofización
		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).	$J = \frac{H'}{H_{max}}$ <p>Donde $H_{max} = \ln(S)$</p>	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).	
Abundancia y Riqueza: <i>El estudio de la diversidad biológica es un tema central en ecología de comunidades</i> (MAGURRÁN 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.			

3. RESULTADOS

LAGUNA GRIMALMA

Está ubicada en el distrito de Ambo a 3801 m.s.n.m, localizada entre 9°59'26,44"S y 76°9'8,79"W. El acceso es a través del sistema vial de la carretera asfaltada Huánuco - Lima y por carretera vial (trocha carrozable) (Fig. 2). En la Tabla 1 se dan las

posiciones geográficas en los que se efectuaron los muestreos.

La laguna Grimalma presenta 46.848 m² de superficie, perímetro de 663 m y parámetro morfométrico (DL) igual a 0,86 calificado como de forma circular (HUTCHINSON 1957, TIMMS 1992). La profundidad varía de 20,5 a 22,0 m. La composición predominante del sustrato fue tipo fino y la vegetación césped de puna (hasta 18 m de la orilla).



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

Parámetros físico-químicos

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

Tabla 4.- Promedio de los parámetros físico-químicos registrados en laguna Grimalma. Abril, julio, octubre 2016

Parámetros físico químicos	Abril	Julio	Octubre
pH (UpH):	7,10	7,00	7,33
Oxígeno Disuelto (mg/L):	8,00	8,00	7,50
Dureza (mg/L)	42,75	51,30	39,90
Alcalinidad (mg/L CaCO ₃)	34,20	51,30	37,05
Nitrógeno Amoniacal (mg/L NH ₃)	0,00	0,00	0,00
CO ₂ (mg/L)	5,00	5,00	5,00
Cloruro (mg/L)	1,50	1,50	1,40
Temperatura Agua (°C)	13,05	12,00	1,33
Nitrito (mg/L):	0,00	0,00	0,00
Turbidez (NTU)	0,62	0,85	0,58
Transparencia (m)	4,00	5,00	5,00

Tabla 5.- N^o Indiv (Cel/L) y abundancia relativa (%) del fitoplancton, laguna Grimalma. 2016

Grupo	Cel/mL	%
Bacillariophyta	92.225	79,86
Chlorophyta	9.342	8,09
Charophyta	2.954	2,56
Chrysophyta	5	0,004
Cryptophyta	25	0,02
Cyanophyta	7.880	6,82
Dinophyta	2.825	2,45
Euglenophyta	223	0,19

FITOPLANCTON

De acuerdo a la abundancia relativa del fitoplancton destacó el grupo Bacillariophyta (Tabla 5) y tomando en cuenta la distribución de abundancia de especies en abril el género representativo fue *Peridinium* sp.1 (Phylum Dinophyta) en julio fue *Navicula* y en octubre *Nitzschia*, ambos del Phylum Bacillariophyta (Tabla 6).

Tabla 6.- Promedio del conteo de fitoplancton en laguna Grimalma. Abril, julio, octubre 2016

Géneros	Org. / L			Géneros	Org. / L		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	23	12042	80160	Charophyta	44	460	2450
<i>Achnanthes</i> sp.		35		<i>Closterium</i> sp.		7	
<i>Caticula</i> sp.		7	8	<i>Cosnarium</i> sp.	3	12	50
<i>Cymbella</i> sp.		507	1933	<i>Desmidiium</i> sp.		82	
<i>Encyonema</i> sp.		332		<i>Elakatothrix</i> sp.	33	7	
<i>Epithemia</i> sp.		1335	7025	<i>Gonatozygon</i> sp.		57	
<i>Frustulia</i> sp.			42	<i>Hyalotheca</i> sp.		0	17
<i>Gomphonema acuminatum</i>		235		<i>Mougeotia</i> sp.	3	17	
<i>Gomphonema</i> sp.		3	1300	<i>Pleurotaenium</i> sp.		10	8
<i>Navicula</i> sp.		7107	3542	<i>Spondyliosum</i> sp.		0	2008
<i>Nitzschia sigmoidea</i>		27	167	<i>Staurastrum</i> sp.	5	170	325
<i>Nitzschia</i> sp.		1360	58717	<i>Staurodesmus</i> sp.		98	
<i>Pinnularia</i> sp.		92	2142	<i>Xanthidium</i> sp.		0	42
<i>Stauroneis</i> sp.		5	75	Chrysophyta	5	0	0
<i>Stauronema</i> sp.		52	92	<i>Dinobryon</i> sp.	5		
<i>Suriella</i> sp.		7		Cryptophyta	0	25	0
<i>Tabellaria</i> sp.	23	915	4242	<i>Cryptomonas</i> sp.		25	
<i>Ulnaria</i> sp.		23	875	Cyanophytas	8	7864	8
Chlorophyta	793	2015	6534	<i>Anabaena</i> sp.	8	190	
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	0	33	42	<i>Merismopedia</i> sp.		2	8
<i>Botryococcus</i> sp.	755	1520	117	<i>Oscillatoria</i> sp.		7672	
<i>Bulbochaete</i> sp.	0	7	25	Dinophyta	1581	311	933
<i>Coelastrum</i> sp.	0	75	0	<i>Peridinium</i> sp.1	1578	283	133
<i>Crucigenia</i> sp.	0	7	192	<i>Peridinium</i> sp.2	3	28	800
<i>Desmodesmus</i> sp.	0	7	0	Euglenophyta	98	67	58
<i>Gonium</i> sp.	0	30	0	<i>Phacus</i> sp.		5	
<i>Nephrocitium</i> sp.	0	0	58	<i>Trachelomonas</i> sp.	98	62	58
<i>Oedogonium</i> sp.	0	55	133				
<i>Oedogonium undulatum</i>	0	18	0				
<i>Oocystis</i> sp.	0	168	3642				
<i>Pediastrum</i> sp.	0	3	17				
<i>Pediastrum tetras</i>	3	0	0				
<i>Scenedesmus</i> sp.	35	92	2300				
<i>Volvox</i> sp.	0	0	8				

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se registró en octubre, con 27 géneros (Tabla 7).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados demostraron baja diversidad en abril y mediana diversidad en julio y octubre (Tabla 7).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: en abril y octubre los promedios indicaron poca diversidad y en julio mediana diversidad (Tabla 7).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio se registró en en julio (Tabla 7).

ZOOPLANCTON

El grupo predominante fue Rotífera (Tabla 8).

De acuerdo a la distribución de la abundancia de especies en abril el género representativo fue *Eucyclops* (Phylum Arthropoda), en julio fue *Chydorus* y en octubre fue la especie *Keratella cochlearis* del Phylum Rotífera (Tabla 9).

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se registró en octubre con ocho géneros. La menor abundancia se presentó en abril con riqueza específica de seis géneros (Tabla 10).

Tabla 7.- N° Individuos (Cel/L), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de fitoplancton en laguna Grimalma

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Cel/L)	2.548	22.780	90.142
Riqueza específica (S)	10	34	27
Margalef (D_{Mg})	1,150	3,448	2,309
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,826	1,924	1,342
Equidad de Pielou (J')	0,364	0,552	0,405

Tabla 8.- N° Indiv (Organismos/m³) y Abundancia relativa (%) de grupos taxonómicos del zooplancton, laguna Grimalma, 2016

Grupo	Organismos/m ³	%
Arthropoda	327.986	37,12
Rotífera	544.146	61,58
Tardigrada	7.801	0,88
Protozoos	3.760	0,43

Tabla 9.- Promedio del conteo de zooplancton en laguna Grimalma. Abril, julio, octubre 2016

Grupos y géneros	Organismos/m ³		
	Abril	Julio	Octubre
Arthropoda	3.467	297.799	26.720
<i>Ceriodaphnia</i>	-	67	-
<i>Chydorus</i>	733	248.067	4.400
<i>Daphnia</i>	867	10.533	2.427
<i>Eucyclops</i>	1.067	4.333	18.893
Maxillopoda (NI)	-	2.133	-
No determinado (Harpacticoida)	-	7.333	867
No determinado (Ostracoda)	-	3.000	-
<i>Pleuroxus</i>	800	22.333	133
Rotífera	1.533	65.466	477.147
<i>Ascomorpha</i>	400	-	-
<i>Asplanchna</i>	-	-	1.880
<i>Filinia</i>	-	333	-
<i>Keratella cochlearis</i>	333	24.000	475.267
<i>Keratella quadrata</i>	200	-	-
<i>Lecane</i>	-	7.400	-
<i>Philodina</i>	-	5.400	-
<i>Polyarthra</i>	-	10.533	-
<i>Trichocerca</i>	600	17.800	-
Tardigrada	67	7.467	267
Tardigrada	67	7.467	267
Protozoos	200	-	3.560
<i>Arcella</i>	-	-	3.560
No determinado (NI)	200	-	-

Tabla 10.- 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 Grimalma

Índices de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/m ³)	5.267	370.733	507.693
Riqueza específica (S)	6	11	8
Índice Margalef (D_{Mg})	0,629	0,780	0,516
Índice de Shannon - Weaver (H')	1,599	1,385	0,354
Equidad de Pielou (J')	0,910	0,579	0,173

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indican baja biodiversidad (Tabla 10).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados indican poca diversidad (Tabla 10).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio obtenido fue de 0,910 en abril (Tabla 10).

PERIFITON

El grupo predominante fue Bacillariophyta (Tabla 11). De acuerdo a la distribución de abundancia de especies, en abril el género predominante fue *Anabaena* (Phylum Cyanophytas), en julio *Navicula* y en octubre *Nitzschia*, ambos del Phylum Bacillariophyta (Tabla 12).

Tabla 11.- N° Individuo (Org./cm²) y abundancia relativa(%) del perifiton en laguna Grimalma. 2016

Grupo	Organismos/m ³	%
Bacillariophyta	158.243	96,88
Chlorophyta	1.022	0,63
Charophyta	1.465	0,89
Cyanophyta	2.465	1,51
Chrysophyta	6	0,004
Dinophyta	43	0,03
Euglenophyta	101	0,06

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se registró en octubre, con riqueza promedio de 19 géneros. **La menor abundancia se presentó en abril** con riqueza específica de 23 géneros (Tabla 13).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indicaron mediana biodiversidad (Tabla 13).

Tabla 12.- Promedio del conteo de perifiton en laguna Grimalma. Abril, julio, octubre 2016

Géneros	Org./cm ²			Géneros	Org./cm ²		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	1.814	11.274	145.155	Charophyta	1.153	288	20
<i>Craticula</i>		91		<i>Closterium</i>			4
<i>Cymbella</i>	28	219	3.992	<i>Cosmarium</i>	70	100	
<i>Diploneis</i>		2	171	<i>Desmidiium</i>		15	
<i>Encyonema</i>		183		<i>Euastrum</i>	6		
<i>Epithemia</i>	24	792	18.277	<i>Gonatozygon</i>	3	99	
<i>Eunotia</i>		2	19	<i>Hyalotheca</i>		4	
<i>Frustulla</i>			200	<i>Mougeotia</i>	1.021	17	8
<i>Gomphonema</i>	29	354	2.672	<i>Pleurotaenium</i>		7	4
<i>Hannaea</i>			107	<i>Staunstrum</i>	51	46	4
<i>Hantzschia</i>	11	1		<i>Stauodesmus</i>	2		
<i>Melosira</i>			21	Cyanophyta	1.492	909	64
<i>Navicula</i>	253	7.923	8.248	<i>Anabaena</i>	1.483	742	
<i>Nitzschia sigmoidea</i>		1	85	<i>Gomphosphaeria</i>	4		
<i>Nitzschia</i> sp.	1.155	529	72.443	<i>Merismopedia</i>		2	
<i>Pinnularia</i>	55	181	1.685	<i>Oscillatoria</i>	5	165	64
<i>Stauroneis</i>		21	232	Chrysophyta	6	-	-
<i>Staurosira</i>		44	659	<i>Dinobryon</i>	6		
<i>Tabellaria</i>	257	913	35.013	Dinophyta	19	20	4
<i>Ulnaria</i>	2	18	1.331	<i>Peridinium</i>	19	20	4
Chlorophyta	573	225	224	Euglenophyta	60	13	28
<i>Ankistrodesmus</i>	2	34		<i>Euglena</i>	11	1	
<i>Botryococcus</i>	367	4		<i>Phacus</i>	2	1	
<i>Bulbochaete</i>			4	<i>Trachelomonas</i>	47	11	28
<i>Closteridium</i>	53	2					
<i>Coelastrum</i>	3	21					
<i>Gonium</i>	1		4				
<i>Oedogonium</i>	124	79	36				
<i>Oedogonium undulatum</i>	1						
<i>Oocystis</i>			4				
<i>Pediastrum</i>		6					
<i>Scenedesmus</i> sp. 1	22	79					
<i>Scenedesmus</i> sp. 2			176				

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados en julio y octubre indican poca diversidad, pero en abril mediana diversidad (Tabla 13).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio obtenido fue de 0,646 en abril (Tabla 13).

MACROBENTOS

El Phylum predominante fue Arthropoda con 9 indiv./0,05 m² (64,29%) seguido de Nematoda con 5 indiv./0,05 m² (35,71%). En la Tabla 14 se observan los géneros que se registraron durante el muestreo. De acuerdo a la distribución de abundancia de especies, en abril el género representativo fue *Chironomus*, en octubre fue *Nais*.

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Los resultados de los índices se presentan en la Tabla 15.

LAGUNA QUIULLACOCHA

Está ubicada en el distrito de Ambo a 3770 m.s.n.m, localizada entre 9°59'39,75"S y 76°8'35,37"W. El acceso es a través del sistema vial de la carretera asfaltada Huánuco – Lima y por carretera vial (trocha carrozable) (Fig. 3). En la Tabla 1 se dan las posiciones geográficas en los que se efectuaron los muestreos.

La laguna Quiullacocha presenta una superficie de 134.955 m², perímetro igual a 1.716 m y parámetro morfométrico (DL) igual a 1,32 calificado como de forma subcircular (HUTCHINSON 1957, TIMMS 1992). Su profundidad es variable desde 17,13 a 17,40 m. La composición predominantemente del sustrato fue del tipo fino y la vegetación césped de puna (hasta 13 m de la orilla).

Tabla 13.- 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 Grimalma

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/cm ²)	5.128	12.730	145.381
Riqueza específica (S)	23	28	19
Índice Margalef (D _{Mg})	2,688	2,838	1,651
Índice de Shannon - Weaver (H')	2,013	1,432	1,365
Equidad de Pielou (J')	0,646	0,429	0,467

Tabla 14.- Promedio de macrobentos, Laguna Grimalma. Abril, julio, octubre 2016

Grupos y géneros	Indiv./0,05 m ²		
	Abril	Julio	Octubre
Arthropoda	1	5	3
<i>Nais</i>	-	2	3
<i>Chironomus</i>	1	0	
<i>Cricotopus</i>	-	2	
<i>Tanytarsus</i>	-	1	
Nematoda	0	3	2
Nematode (NI)	0	3	2

Tabla 15.- N° Individuos (Org. /cm²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de macrobentos, laguna Grimalma

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/cm ²)	1	8	5
Riqueza específica (S)	1	3	1
Índice Margalef (D _{Mg})	0,0	1,003	0,0
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,0	0,938	0,0
Equidad de Pielou (J')	0,0	0,887	0,0



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

Parámetros físico-químicos

En la Tabla 16 se da a conocer el promedio de los parámetros evaluados en los meses de abril, julio y octubre.

Tabla 16.- Promedio de los parámetros fisicoquímicos registrado en la laguna Quiullacocha. Abril, julio, octubre, 2016

Parámetros físico químicos	Abril	Julio	Octubre
pH (UpH)	7,25	7,00	7,00
Oxígeno Disuelto (mg/L)	8,00	8,00	7,50
Dureza (mg/L)	34,20	51,30	37,05
Alcalinidad CaCO ₃ (mg/L)	59,85	42,75	39,90
Nitrógeno Amoniacal NH ₃ (mg/L)	-	-	-
CO ₂ (mg/L)	5,00	5,00	5,00
Cloruro (mg/L)	3,00	3,00	0,70
Temperatura agua (°C)	12,80	12,00	11,87
Nitrito (mg/L)	-	-	-
Turbidez (NTU)	0,71	0,76	0,35
Transparencia (m)	4,50	5,00	5,00

FITOPLANCTON

En la Tabla 17 se observa la abundancia relativa del fitoplancton de la laguna Quiullacocha y en la Tabla 18 el promedio de conteo de las especies registradas. El Phylum predominante fue Bacillariophyta

De acuerdo a la distribución de la abundancia de especies en el monitoreo de abril el género representativo fue *Peridinium* sp. 1, en julio fue *Dinobryon*, ambos géneros del phylum Dinophyta y en octubre *Epithemia*, del Phylum Bacillariophyta (Tabla 18).

Tabla 17.- N° Indiv (cel/L) y abundancia relativa (%) del fitoplancton en laguna Quiullacocha. 2016

Grupo	Cel/mL	%
Bacillariophyta	43.787	73,40
Chlorophyta	2.234	3,74
Charophyta	1.356	2,27
Chrysoophyta	4.603	7,72
Cyanophyta	95	0,16
Dinophyta	7.405	12,41
Euglenophyta	175	0,29

Tabla 18.- Promedio del conteo de fitoplancton, laguna Quiullacocha. Abril, julio, octubre 2016

Géneros	Org./L			Géneros	Org./L		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	8	96	43.683	Charophyta	309	39	1.008
<i>Craticula</i>		1	8	<i>Arthrodesmus</i>			33
<i>Cymbella</i>		3	2.067	<i>Closterium</i>		1	
<i>Diploneis</i>			25	<i>Cosmarium</i>		5	233
<i>Encyonema</i>		3		<i>Desmodesmus</i>		1	
<i>Epithemia</i>		19	14.500	<i>Elakatothrix</i>	298	18	
<i>Gomphonema acuminatum</i>		5		<i>Mougeotia</i>	5		
<i>Gomphonema</i> sp.		1	2.533	<i>Spondyloslum</i>		1	50
<i>Hantzschia</i>	3			<i>Staurastrum</i>	3	12	575
<i>Navicula</i>		27	5.925	<i>Spilogyra</i>			17
<i>Nitzschia</i>		5	1.842	<i>Zygnema</i>			17
<i>Pinnularia</i>		1	3.908	<i>Staurodesmus</i>	3	1	83
<i>Stauroneis</i>			408	Chrysoophyta	183	183	183
<i>Staurosira</i>			58	<i>Dinobryon</i>	183	183	183
<i>Tabellaria</i>	5	31	4.067	Cyanophyta			
<i>Ulnaria</i>			8.342	<i>Anabaena</i>	13	8	
Chlorophyta	301	159	1.774	<i>Gomphosphaeria</i>	25		
<i>Ankistrodesmus</i>	3		50	<i>Oscillatoria</i>		32	17
<i>Botryococcus</i>	75	9	8	Dynophyta	5.580	175	1.650
<i>Coelastrum</i>			33	<i>Peridinium</i> sp. 1	5.580	173	1.467
<i>Crucigenia</i>			8	<i>Peridinium</i> sp. 2		2	183
<i>Gonium</i>			17	Euglenophyta	30	111	34
<i>Nephrocytium</i>		2		<i>Phacus</i>	15	59	
<i>Oedogonium</i>		5	658	<i>Trachelomonas</i> sp. 1	15	50	17
<i>Oocystis</i>			825	<i>Trachelomonas</i> sp. 2		2	17
<i>Pediastrum</i>			25				
<i>Secenedesmus</i>	223	143	150				

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Los resultados se presentan en la Tabla 19.

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se presenta en julio, con riqueza promedio de 23 **géneros**. La menor abundancia en abril con riqueza específica de 16 géneros (Tabla 19).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indicaron mediana biodiversidad (Tabla 19).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: sus resultados en los tres muestreos indicaron mediana diversidad (Tabla 19).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio obtenido fue de 0,693 en octubre, por lo que las especies no fueron abundantes (Tabla 19).

ZOOPLANCTON

Los resultados indican predominio del grupo Rotífera (Tabla 20).

De acuerdo a la distribución de la abundancia de las especies en abril y julio la especie representativa fue *Keratella cochlearis* y en octubre fue *K. quadrata* ambas del Phylum Rotífera (Tabla 21).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: los resultados indican mayor abundancia promedio en octubre con riqueza promedio de seis géneros. La menor abundancia en abril con riqueza específica de tres géneros (Tabla 22).

Tabla 19.- N° Individuos (Und/L), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de fitoplancton, laguna Quiullacocha

Indice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Und/L)	1.795	266.930	48.167
Riqueza específica (S)	16	23	23
Índice Margalef (D_{Mg})	2,326	2,777	2,092
Índice de Shannon - Weaver (H')	1,650	2,372	2,162
Equidad de Pielou (J')	0,634	0,757	0,693

Tabla 20.- Organismos/m³ y Abundancia relativa (%) de grupos taxonómicos del zooplancton en Laguna Quiullacocha. 2016

Grupo	Organismos/m ³	%
Arthropoda	219.934	8,95
Rotífera	2.236.768	91,02
Tardigrada	67	0,003
Protozoos	734	0,03

Índice de biodiversidad de Margalef: en abril, julio los resultados indican baja biodiversidad (Tabla 22).

Tabla 21.- Promedio del conteo de zooplancton, laguna Quiullacocha. Abril, julio, octubre 2016

Géneros	Organismos/m ³		
	Abril	Julio	Octubre
Arthropoda	-	63.335	156.599
<i>Bosmina</i>		17.667,0	
<i>Cerodaphnia</i>		200,0	822,0
<i>Chydorus</i>		867,0	66.211,0
<i>Daphnia</i>		1.867,0	2.711,0
<i>Eucyclops</i>		33.467,0	81.644,0
Maxilipedo NI (nauplio)		9.267,0	
<i>Asplanchna</i>			5.211,0
Rotífera	1.267	471.335	1.764.166
<i>Filinia</i>	67	67	8.333
<i>Keratella cochlearis</i>	1.133	469.200	1.755.833
<i>Keratella quadrata</i>		600	
<i>Lecane</i>		67	
<i>Lepadella</i>		133	
<i>Phyllodina</i>		267	
<i>Polyarthra</i>		867	
<i>Trichocerca</i>	67	67	
<i>Trichotria</i>		67	
Tardigrada	0	67	0
<i>Tardigrada</i>		67	
Protozoa	467	267	0
<i>Centropyxis</i>		267	
<i>No determinado</i>	467		

Tabla 22.- 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 Quiullacocha

Indice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/m ³)	1.733	535.000	1.920.766
Riqueza específica (S)	3	11	6
Índice Margalef (D_{Mg})	0,227	0,786	0,327
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,793	0,516	0,518
Equidad de Pielou (J')	0,828	0,211	0,313

Tabla 23.- N° Indiv (Organismos/m³) y Abundancia relativa (%) del perifiton en laguna Quiullacocha. 2016

Grupo	Organismos/m ³	%
Bacillariophyta	14.151	76,54
Chlorophyta	1.450	7,84
Charophyta	940	5,08
Cyanophyta	336	1,82
Chrysoophyta	224	1,21
Dinophyta	1.345	7,27
Euglenophyta	43	0,23

Tabla 24.- Promedio del conteo de perifiton en la Laguna Quiullacocha. Abril, julio, octubre 2016

Géneros	Org./cm ²			Géneros	Org./cm ²		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	1.437	1.770	10.944	Charophyta	49	837	54
<i>Aulacoseira</i>		1		<i>Closterium</i>	1		3
<i>Cymbella</i>	2	2	797	<i>Cosmarium</i>	5	685	19
<i>Diatoma</i>		4		<i>Desmidium</i>		24	
<i>Diploneis</i>			19	<i>Elakatothrix</i>	18	12	
<i>Epithemia</i>		2	1.821	<i>Euastrum</i>		5	5
<i>Eunotia</i>		4	5	<i>Mougeotia</i>	17	38	3
<i>Frustulia</i>			53	<i>Sphaeroszoma</i>	1		
<i>Gomphonema</i>		105	1.168	<i>Staurastrum</i>	6	61	24
<i>Hankea</i>	1	48		<i>Staurodesmus</i>	1	12	
<i>Hantzschia</i>	1	2		Cyanophyta	5	240	91
<i>Navicula</i>	66	101	2.989	<i>Anabaena</i>	2	237	
<i>Nitzschia</i>	79	818	2.469	<i>Gomphosphaeria</i>	1		
<i>Pinnularia</i>	54	20	261	<i>Oscillatoria</i> sp. 1	2		91
<i>Stauroneis</i>		2	125	<i>Oscillatoria</i> sp. 2		3	
<i>Staurosira</i>			5	Chrysophyta	33	186	5
<i>Tabellaria</i>	1.233	635	979	<i>Dinobryon</i>	33	186	5
<i>Ulnaria</i>	1	26	253	Dinophyta	220	338	787
Chlorophyta	25	980	445	<i>Peridinium</i> sp. 1	220	338	784
<i>Ankistrodesmus</i>		4	40	<i>Peridinium</i> sp. 2			3
<i>Bulbochaete</i>		4		Euglenophyta	16	22	5
<i>Closteridium</i>		33		<i>Phacus</i>	16	20	
<i>Coelastrum</i>		1	5	<i>Trachelomonas</i>		2	5
<i>Oedogonium</i>	5	911	83				
<i>Oedogonium undulatum</i>	1						
<i>Oocystis</i>		6					
<i>Pediastrum</i>			224				
<i>Scenedesmus</i>	19	19	93				
<i>Stauridium tetras</i>		2					

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los valores promedios indican poca diversidad (Tabla 22).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio es 0, 828 en abril (Tabla 22).

PERIFITON

El Phylum que predomina es Bacillariophyta (Tabla 23).

De acuerdo a la distribución de la abundancia de las especies en abril el género representante es *Tabellaria* (Phylum Bacillariophyta) en julio *Oedogonium* y en octubre *Navicula* (Tabla 24).

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Los resultados de los índices se presentan en la Tabla 25.

Riqueza y Abundancia: el mayor promedio de número de individuos se registra en octubre con riqueza promedio de 18 géneros. La menor

abundancia se presenta en abril con riqueza específica de 16 géneros (Tabla 25).

Índice de biodiversidad de Margalef: en octubre el valor promedio indica baja biodiversidad. En abril y julio los valores indican mediana diversidad (Tabla 25).

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

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio (0,683) está en julio (Tabla 25).

Tabla 25.- 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 Quiullacocha

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Org./cm ²)	1.795	4.374	12.344
Riqueza específica (S)	16	27	18
Índice Margalef (D _{Mg})	2,326	3,145	1,835
Índice de Shannon - Weaver (H')	1,650	2,251	1,813
Equidad de Pielou (J')	0,634	0,683	0,628

MACROBENTOS

El grupo predominante de macrobentos es Annelida con 10 indiv./0,05 m² (71%) y el grupo Arthropoda con 4 indiv./0,05 m² (29%).

En el monitoreo de abril no se registraron organismos; en julio y octubre el género predominante fue *Nais* del grupo Annelida (Tabla 26).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Los resultados de los índices están en la Tabla 27.

En todos los casos se registró baja diversidad.

LAGUNA MANCAPOZO

Está ubicada en el distrito de Amarilis a 3737 m.s.n.m, localizada entre 9°56'53,05"S y 76°7'41"W. El acceso es a través del sistema vial de la carretera asfaltada Huánuco – Tingo María y por carretera vial (trocha carrozable) (Fig. 4). En la Tabla 1 se dan las posiciones geográficas en los que se efectuaron los muestreos.

La laguna Mancapozo presenta superficie de 264.129 m², perímetro de 2.159 m y parámetro morfométrico (DL) igual a 1,19 calificado como de forma subcircular (HUTCHINSON 1957, TIMMS 1992). Su profundidad es variable desde 42,00 a 43,60 m. La composición predominantemente del sustrato fue del tipo fino y la vegetación césped de puna (hasta 6 m de la orilla).

Parámetros físico-químicos

En la Tabla 28 se presenta el promedio de los parámetros evaluados en abril, julio y octubre 2016.

Tabla 26.- Promedio del conteo de macrobentos, en laguna Quiullacocha. Abril, julio, octubre 2016

Grupos y géneros	Nº ind./0,05 m ²		
	Abril	Julio	Octubre
Annelida		3	7
<i>Nais</i>		2	7
Hirudinea NI		1	-
Arthropoda	No detectado	-	4
<i>Chironomus</i>		-	1
<i>Cricotopus</i>		-	1
<i>Tanytarsus</i>		-	2

Tabla 27.- Nº Individuos (Nº Indiv./0,05 m²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de macrobentos, laguna Quiullacocha

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
Nº Individuos (Nº Indiv./0,05 m ²)		4	10
Riqueza específica (S)		1	2
Índice Margalef (D _{Mg})	ND	0,0	0,780
Índice de Shannon - Weaver (H')		0,0	0,456
Equidad de Pielou (J')		-	0,623

Tabla 28.- Promedio de los parámetros fisicoquímicos registrados en la laguna Mancapozo. Abril, julio, octubre, 2016

Parámetros físico químicos	Abril	Julio	Octubre	Anual
pH (UpH)	7,00	7,00	6,50	6,83
Oxígeno Disuelto (mg/L)	8,00	8,50	7,67	8,06
Dureza (mg/L)	51,30	34,20	22,80	36,10
Alcalinidad CaCO ₃ (mg/L)	51,30	25,65	28,50	35,15
Nitrógeno Amoniacal NH ₃ (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0
CO ₂ (mg/L)	5,00	5,00	5,00	5,00
Cloruro (mg/L)	1,80	1,80	1,40	1,67
Temperatura agua (°C)	12,25	13,00	12,27	12,51
Nitrito (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0
Turbidez (NTU)	1,15	1,34	0,65	1,04
Transparencia (m)	4,00	6,00	5,00	5,00



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

FITOPLANCTON

El phylum predominante en la laguna Mancapozo es Dinophyta (Tabla 29). De acuerdo a la distribución de la abundancia de especies en abril y julio el género representativo es *Peridinium* (Phylum Dinophyta) y en octubre *Nitzschia* (Phylum Bacillariophyta) (Tabla 30).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Los resultados de los monitoreos se dan en la Tabla 31.

Tabla 29.- Cel/L y Abundancia relativa (%) representativa de los grupos taxonómicos del fitoplancton, Laguna Mancapozo. 2016

Grupo	Cel/L	%
Bacillariophyta	10.106	17,16
Chlorophyta	542	0,92
Charophyta	6.989	11,86
Chrysophyta	961	1,63
Cyanophyta	134	0,23
Dinophyta	40.139	68,14
Euglenophyta	34	0,06

Tabla 30.- Promedio del conteo de fitoplancton laguna Mancapozo. Abril, julio, octubre 2016

Géneros	Org./L			Géneros	Org./L		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	398	1.311	8.397	Charophyta	1.669	3.260	2.060
<i>Craticula</i>		2		<i>Arthrodesmus</i>			35
<i>Cymbella</i>		2	381	<i>Closterium</i>			3
<i>Epithemia</i>	8		87	<i>Cosmarium</i>		2	3
<i>Eunotia</i>			17	<i>Desmidium</i>			3
<i>Fragilaria</i>	2			<i>Euastrum</i>			5
<i>Frustulia</i>	7		721	<i>Gonatozygon</i>	8	30	130
<i>Gomphonema</i>			17	<i>Hyalotheca</i>	2	3	3
<i>Hannaea</i>		3		<i>Mougetia</i>			4
<i>Navicula</i>	2	17	1.291	<i>Spondylosium</i>	17	70	5
<i>Nitzschia sigmoidea</i>			403	<i>Staurastrum</i>	1.642	2.957	1.869
<i>Nitzschia</i>	5	2	2.625	<i>Stauroidesmus</i>		198	
<i>Pinnularia</i>	2		468	Chrysophyta	272	682	7
<i>Stauroneis</i>			3	<i>Dinobryon</i>	272	682	7
<i>Staurosira</i>	12			Cyanophyta	3	97	34
<i>Tabellaria</i>	360	1.285	1.857	<i>Anabaena</i>	3		31
<i>Ulnaria</i>			527	<i>Oscillatoria</i>			3
Chlorophyta	51	210	281	<i>Woronichinia</i>		97	
<i>Ankistrodesmus</i>	8	10	13	Dinophyta	36.183	3.135	821
<i>Botryococcus</i>	37	193	248	<i>Peridinium</i>	36.183	3.135	821
<i>Coelastrum</i>			1	Euglenophyta	18	15	1
<i>Nephrocytium</i>	3		1	<i>Phacus</i>		7	1
<i>Oocystis</i>		7	18	<i>Trachelomonas</i>	18	8	
<i>Scenedesmus</i>	3						

Riqueza y Abundancia: La mayor abundancia promedio se registra en octubre con riqueza promedio de 27 géneros. La menor abundancia en julio con riqueza específica de 15 géneros (Tabla 31).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indican para abril y julio baja biodiversidad y en octubre mediana diversidad (Tabla 31).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados muestran para abril y julio poca diversidad y en octubre mediana diversidad (Tabla 31).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor está en julio (Tabla 31).

Tabla 31.- N° Individuos (Und/L), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de fitoplancton, laguna Mancapozo

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Und/L)	38.593	8.708	11.600
Riqueza específica (S)	11	15	27
Índice Margalef (D_{Mg})	0,99	1,597	2,862
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,23	1,528	1,750
Equidad de Pielou (J')	0,09	0,560	0,534

ZOOPLANCTON

En la laguna Mancopozo predomina el grupo Arthropoda en cada uno de los monitoreos (Tabla 32). De acuerdo a la distribución de abundancia de especies, en abril y julio predomina el género *Eucyclops*, y en octubre el grupo Maxillopoda/Cyclopoida, pertenecientes al Phylum Arthropoda (Tabla 33).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: La mayor abundancia promedio está en octubre con riqueza promedio de nueve géneros. La menor abundancia en abril con riqueza de dos géneros (Tabla 34).

Índice de biodiversidad de Margalef: en abril, julio y octubre los resultados indicaron baja biodiversidad (Tabla 34).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: en abril y julio se registró poca diversidad pero en octubre cambió a mediana diversidad (Tabla 34).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor es 0,886 (Tabla 34).

PERIFITON

El grupo Bacillariophyta es el que predomina (Tabla 35). De acuerdo a la distribución de abundancia de las especies en julio y octubre predomina el género *Peridinium* (Phylum Dinophyta) y en octubre destaca *Nitzschia* (Phylum Bacillariophyta) (Tabla 36).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: en octubre está la mayor abundancia promedio octubre con riqueza promedio de 20 géneros. La menor abundancia en abril con riqueza específica de ocho géneros (Tabla 37).

Índice de biodiversidad de Margalef: para abril y julio los resultados indican baja biodiversidad y en octubre mediana diversidad (Tabla 37).

Tabla 32.- Organismos/m³ y Abundancia relativa (%) de grupos taxonómicos del zooplancton en Laguna Mancopozo, 2016

Grupo	Org./m ³	%
Arthropoda	15.168	87,33
Rotifera	1.868	10,75
Tardigrada	200	1,15
Protozoos	133	0,77

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: en abril y julio los resultados indican poca diversidad y en octubre mediana diversidad (Tabla 37).

Índice de equidad de Pielou: en octubre tiene el máximo valor promedio (0,574) (Tabla 37).

Tabla 33.- Promedio del conteo de zooplancton en laguna Mancopozo. Abril, julio, octubre 2016

Grupos y géneros	Organismos /m ³		
	Abril	Julio	Octubre
Arthropoda	5.100	3.134	6.934
<i>Alona</i>			67
<i>Bosmina</i>			1933
<i>Chydorus</i>			1.000
<i>Daphnia</i>	100		
<i>Eucyclops</i>	50.000	2.867	1.267
<i>Macrothrix</i>			467
Maxillopoda Nauplio (NI)		267	
Maxillopoda/Cyclopoida			2.067
Harpacticoida ND			133
Rotifera	0	734	1.134
<i>Filinia</i>		67	333
<i>Keratella cochlearis</i>			467
<i>Philodina</i>		600	267
<i>Platyas</i>			
<i>Trichocerca</i>		67	67
Tardigrada	0	0	200
Tardigrada			200
Protozoa	0	0	133
No determinado			133

Tabla 34.- N° Individuos (Organismos/m³), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de fitoplancton, laguna Mancopozo

Indice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/m ³)	3.400	3.867	8.400
Riqueza específica (S)	2	3	9
Índice Margalef (D _{Mg})	0,055	0,286	0,865
Indice de Shannon - Weaver (H')	0,052	0,771	1,874
Equidad de Pielou (J')	0,151	0,663	0,886

Tabla 35.- Organismos/m² y Abundancia relativa del perifiton. Laguna Mancopozo, 2016

Grupo	Org./cm ²	%
Bacillariophyta	15.678	53,57
Chlorophyta	324	1,11
Charophyta	3.283	11,22
Cyanophyta	14	0,05
Chrysophyta	117	0,40
Dinophyta	9.836	33,61
Euglenophyta	13	0,04

Tabla 36.- Organismos/m² y Abundancia relativa (%) del perifiton, laguna Mancapozo, 2016

Géneros	Org./cm ²			Géneros	Org./cm ²		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	88	5.067	10.523	Charophyta	17	295	2.971
<i>Cymbella</i>			408	<i>Arthrodesmus</i>		11	32
<i>Encyonema</i>		149		<i>Closterium</i>		3	37
<i>Epithemia</i>			3	<i>Cosmarium</i>	2	17	8
<i>Eunotia</i>			8	<i>Euastrum</i>		2	
<i>Frustulla</i>	2		933	<i>Gonatozygon</i>	2	21	2.613
<i>Gomphonema</i>		32	291	<i>Hyalotheca</i>			3
<i>Hammaea</i>		1		<i>Mougeotia</i>	11	197	
<i>Navicula</i>	10	137	2.459	<i>Spondylosium</i>		4	3
<i>Nitzschia sigmoidea</i>			667	<i>Staurastrum</i>	2	40	275
<i>Nitzschia</i>	8	166	3.517	Cyanophyta	-	3	11
<i>Pinnularia</i>	3	20	37	<i>Anabaena</i>		3	3
<i>Stauroneis</i>	2		21	<i>Oscillatoria</i>			8
<i>Surirella</i>			3	Chrysophyta	2	115	-
<i>Trabellaria</i>	63	4.552	1.987	<i>Dinobryon</i>	2	115	
<i>Ulnaria</i>		10	189	Dynophyta	221	8.316	1.299
Chlorophyta	2	138	230	<i>Peridinium</i>	221	8.316	1.299
<i>Ankistrodesmus</i>		19	27	Euglenophyta	-	2	11
<i>Botryococcus</i>		3		<i>Euglena</i>			8
<i>Bulbochaete</i>		2		<i>Phacus</i>		2	
<i>Coelastrum</i>			3	<i>Trachelomonas</i>			3
<i>Oedogonium</i>	2	96	192				
<i>Oocystis</i>			5				
<i>Scenedesmus</i>		1	3				
<i>Tetraodron</i>		17					

Tabla 37.- N^o Individuos (Org./cm²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de perifiton, laguna Mancapozo

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N ^o Individuos (Org./cm ²)	217	13.938	15.043
Riqueza específica (S)	8	17	20
Índice Margalef (D _{Mg})	1,192	1,716	2,015
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,812	0,836	1,726
Equidad de Pielou (J')	0,347	0,296	0,574

MACROBENTOS

En octubre el grupo Arthropoda predomina con nueve indiv./0,05 m² de *Chironomus*, tres individuos de *Tanytarsus*, representantes de insectos no identificados que en total fueron cinco. Nematoda es el otro grupo presente con dos ejemplares no identificados.

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

En la Tabla 38 se registran los promedios de los índices analizados en la laguna Mancapozo.

Tabla 38.- N^o Individuos (N^o indiv./ 0,05 m²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de macrobentos, laguna Mancapozo

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N ^o Individuos (N ^o indiv./ 0,05 m ²)			17
Riqueza específica (S)			2
Índice Margalef (D _{Mg})	No detectado	No detectado	0,646
Índice de Shannon - Weaver (H')			0,699
Equidad de Pielou (J')			0,780

Riqueza y Abundancia: en octubre esta el mayor promedio con riqueza promedio de dos géneros (Tabla 38).

Índice de biodiversidad de Margalef: en octubre se detecta baja biodiversidad (Tabla 38).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: el resultado demuestra poca diversidad (Tabla 38).

Índice de equidad de Pielou: los resultados indican poca abundancia (Tabla 38).

LAGUNA HUASCACOCHA

Está ubicada en el distrito de San Rafael a 4.024 m.s.n.m, localizada entre 10°20'16,29"S y 76°3'34,25"W. El acceso es a través del sistema vial de la carretera asfaltada Huánuco –Lima y por carretera vial (trocha carrozable) (Fig. 5). En la Tabla 1 se dan las posiciones geográficas en las que se efectuaron los muestreos.

La laguna Huascacocha presenta una superficie de 338.368 m², perímetro 2.289 m y parámetro morfométrico (DL) igual a 1,11 calificada como de forma circular (HUTCHINSON 1957, TIMMS 1992). Su profundidad varía entre 5,30 y 6,67 m. La composición predominantemente del sustrato fue del tipo fino y la vegetación tipo césped de puna (hasta 10 m de la orilla).



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

Parámetros físico-químicos

En la Tabla 39 se da a conocer el promedio de los parámetros evaluados.

FITOPLANCTON

El grupo Chlorophyta es el más representativo (Tabla 40).

De acuerdo a la distribución de la abundancia de especies, *Botryococcus* es el género representativo en todos los monitoreos (Tabla 41).

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Los resultados se dan en la Tabla 42.

Riqueza y Abundancia: La mayor abundancia promedio total se registra en octubre con riqueza promedio de 29 géneros. La menor abundancia se presenta en julio con riqueza específica de 21 géneros (Tabla 42).

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

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: en abril y octubre el resultado indica poca diversidad y en julio fue mediana diversidad (Tabla 42).

Tabla 39.- Promedio de los parámetros fisicoquímicos en laguna Huascacocha. Abril, julio, octubre, 2016

Parámetros físico químicos	Abril	Julio	Octubre	Anual
pH (UpH)	7,00	7,00	6,50	6,83
Oxígeno Disuelto (mg/L)	8,00	9,25	7,67	8,31
Dureza (mg/L)	17,10	51,30	28,50	32,30
Alcalinidad CaCO ₃ (mg/L)	51,30	34,20	34,20	39,90
Nitrógeno Amoniacal NH ₃ (mg/L)	-	-	-	-
CO ₂ (mg/L)	5,00	5,00	5,00	5,00
Cloruro (mg/L)	1,80	1,80	0,70	1,43
Temperatura agua (°C)	12,70	13,77	13,13	12,94
Nitrito (mg/L)	-	-	-	-
Turbidez (NTU)	2,68	2,75	0,78	2,07
Transparencia (m)	5,50	5,00	5,00	5,17

Tabla 40.- Cel/L y Abundancia relativa (%) de grupos taxonómicos del fitoplancton, laguna Huascacocha, 2016

Grupo	Cel/L	%
Bacillariophyta	17.726	13,55
Chlorophyta	102.521	78,36
Charophyta	9.704	7,42
Cyanophyta	717	0,55
Dinophyta	76	0,06
Euglenophyta	93	0,07

Índice de equidad de Pielou: los resultados indicaron poca abundancia (Tabla 42).

Tabla 41.- Promedio del conteo de fitoplancton de la laguna Huascacocha. Abril, julio, octubre 2016

Géneros	Org./L			Géneros	Org./L		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	285	509	16.932	Charophyta	160	61	9.483
<i>Aulacoseira</i>		12		<i>Arthrodesmus</i>			117
<i>Cratricula</i>		3	67	<i>Closterium</i>	37	13	100
<i>Cymbella</i>	12	7	817	<i>Cosmarium</i>		2	500
<i>Diploneis</i>	2		33	<i>Desmidiium</i>		2	50
<i>Encyonema</i>		13		<i>Elakatothrix</i>	43		200
<i>Epithemia</i>	3	7	333	<i>Euastrum</i>		2	
<i>Gomphonema</i>		7	333	<i>Gonatozygon</i>	3		383
<i>Hamaea</i>	2	3		<i>Hyalotheca</i>	30	12	350
<i>Navicula</i>	7	202	2.183	<i>Mougeotia</i>			167
<i>Nitzschia</i>	23	7	8.533	<i>Pleurotaenium</i>			50
<i>Pinnularia</i>	15	83	650	<i>Spondylosium</i>		3	133
<i>Stauroneis</i>		32	150	<i>Staurastrum</i>	47	27	6.783
<i>Staurosira</i>	3	2	33	<i>Zygnema</i>			233
<i>Tabellaria</i>	215	118	2.100	<i>Xanthidium</i>			417
<i>Ulmaria</i>	3	13	1.700	Cyanophyta	-	-	717
Chlorophyta	3.440	2.015	97.066	<i>Anabaena</i>			450
<i>Ankistrodesmus</i>	5		783	<i>Oscillatoria</i>			267
<i>Botryococcus</i>	3.430	1.272	75.600	Dinophyta	8	18	50
<i>Bulbochaeta</i>			33	<i>Peridinium</i>	8	18	50
<i>Coelastrum</i>		3	17	Euglenophyta	18	25	50
<i>Crucigenia</i>			133	<i>Phacus</i>		2	50
<i>Dictyosphaerium</i>		197	19.350	<i>Trachelomonas</i>	18	23	
<i>Oedogonium</i>	2	8	333				
<i>Oocystis</i>			83				
<i>Pediastrum</i>		3	67				
<i>Scenedesmus</i>	3	532	650				
<i>Volvox</i>			17				

Tabla 42.- N° Individuos (Und/L), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de fitoplancton, laguna Huascacocha

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Und/L)	3.912	2.628	125.250
Riqueza específica (S)	13	21	29
Índice Margalef (D_{Mg})	1,539	2,557	2,395
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,878	1,812	1,480
Equidad de Pielou (J')	0,349	0,613	0,450

ZOOPLANCTON

En los tres monitoreos se detectan dos grupos: Arthropoda con 280.730 Organismos/m³ (95, 19%) y Rotifera con 14.200 Organismos/m³. De acuerdo a la distribución de abundancia de las especies destaca el género *Boeckella* (Phylum Arthropoda) (Tabla 43).

Tabla 43.- Promedio de conteo de zooplancton de la laguna Huascacocha. Abril, julio, octubre 2016

Grupos y géneros	Organismos/m ³		
	Abril	Julio	Octubre
Arthropoda	240.599	26.132	13.999
<i>Boeckella</i>	218.533	22.333	9.933
<i>Chydorus</i>			533
<i>Daphnia</i>	13.733	333	
<i>Eucyclops</i>		1.133	333
Maxillopoda nauplio NI	8.333	2.200	
Harpacticoida NI		133	2.867
Pleutoux			333
Rotifera	0	1.534	12.666
<i>Filinia</i>		67	200
<i>Keratella cochlearis</i>		1.467	8.133
<i>Keratella quadrata</i>			3.600
<i>Lecane</i>			400
<i>Philodina</i>			133
<i>Trichocerca</i>			200

Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio está en abril con una riqueza promedio de cuatro géneros. La menor abundancia en julio con una riqueza específica de seis géneros (Tabla 44).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indican baja biodiversidad (Tabla 44).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados indican poca diversidad (Tabla 44).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor se registró en octubre (Tabla 44).

Tabla 44.- 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 Huascacocha

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/m ³)	278.467	27.667	29.267
Riqueza específica (S)	4	6	8
Índice Margalef (D _{Mg})	0,267	0,465	0,710
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,773	0,834	1,329
Equidad de Pielou (J')	0,558	0,473	0,680

Tabla 45.- Organismos/cm² y Abundancia relativa (%) representativa de los grupos taxonómicos del perifiton en laguna Huascacocha -2016

Grupo	Cel/L	%
Bacillariophyta	47.561	97,44
Chlorophyta	377	0,77
Charophyta	831	1,70
Cyanophyta	31	0,06
Chrysophyta	2	0,00
Euglenophyta	9	0,02

Tabla 46.- Promedio de conteo de perifiton en Laguna Huascacocha. Abril, julio, octubre 2016

Géneros	Org./cm ²			Géneros	Org./cm ²		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	5.339	14.441	27.781	Charophyta	544	52	235
<i>Craticula</i>		5		<i>Closterium</i>	7		7
<i>Cymbella</i>	152	76	2.701	<i>Cosmarium</i>	8	19	33
<i>Diploneis</i>		2		<i>Euastrum 1</i>	10	15	19
<i>Encyonema</i>		29		<i>Euastrum 2</i>	2	4	
<i>Epithemia</i>	2	11	30	<i>Gonatozygon</i>	2	2	25
<i>Eunotia</i>	3	5	49	<i>Hyalotheca</i>	12	8	
<i>Frustulia</i>	40	242	369	<i>Mougeoria</i>	499		136
<i>Gomphonema</i>	1	31	203	<i>Netrium</i>		1	
<i>Hannaea</i>	1	4		<i>Staurastrum 1</i>	2	3	15
<i>Navicula</i>	730	3.686	1.265	<i>Staurastrum 2</i>	2		
<i>Neidium</i>		24		Cyanophyta	10	5	16
<i>Nitzschia sigmoidea</i>			16	<i>Anabaena</i>	5		10
<i>Nitzschia</i>	820	3.188	8.387	<i>Oscillatoria</i>	5	5	6
<i>Pinnularia</i>	109	182	148	Chrysophyta	2	0	0
<i>Stauroneis</i>	19	144	34	<i>Dinobryon</i>	2		
<i>Staurosira</i>	24	37	107	Euglenophyta	2	7	0
<i>Surirella</i>	6	6	15	<i>Euglena</i>	1	1	
<i>Tabellaria</i>	3.428	6.684	9.124	<i>Phacus</i>		2	
<i>Ulnaria</i>	4	85	5.333	<i>Trachelomonas</i>	1	4	
Chlorophyta	43	120	214				
<i>Acutodesmus</i>		2					
<i>Ankitrodesmus</i>	5	7	63				
<i>Botryococcus</i>	2	5	58				
<i>Bulbochaete</i>			3				
<i>Closteridium</i>		3					
<i>Coelastrum</i>		2					
<i>Desmodesmus</i>		10					
<i>Oedogonium</i>	15	40	24				
<i>Oedogonium undulatum</i>			3				
<i>Pediastrum</i>	2	9	3				
<i>Scenedesmus</i>	19	41	57				
<i>Stauridium tetras</i>		1	3				

PERIFITON

El análisis del perifiton indica que el grupo predominante es Bacillariophyta (Tabla 45).

De acuerdo a la distribución de abundancia de las especies en julio *Tabellaria* (Phylum Bacillariophyta) es el género representativo (Tabla 46).

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio está en octubre con riqueza promedio de 27 géneros. La menor abundancia en abril con riqueza específica de 23 géneros (Tabla 47).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indican mediana diversidad (Tabla 47).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: en abril y julio se registra poca diversidad, en octubre el resultado indica mediana diversidad (Tabla 47).

Índice de equidad de Pielou (J): el máximo valor promedio es de 0,504 en octubre (Tabla 47).

MACROBENTOS

En los tres monitoreos se encuentran tres grupos: Annelida, Arthropoda y Mollusca. En el primero está

el género *Nais*, su presencia en julio es de un ejemplar y en octubre dos ejemplares. En el grupo Arthropoda se encuentra un género (*Polypedium*) que en abril y julio sólo se presentó con un ejemplar, también se registra a un Trichoptera que no se identificó y que en abril se detectaron tres ejemplares y en julio uno. En el grupo Mollusca se identifica de la familia Sphariidae en abril dos ejemplares, uno en julio y tres en octubre; así como tres ejemplares de la familia Planorbidae en octubre.

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: El mayor promedio se encontró en abril, con riqueza promedio de 1 género, la menor abundancia fue en julio con riqueza promedio de 2 géneros (Tabla 48).

En los resultados de los demás índices se observa poca o baja diversidad (Tabla 48).

LAGUNA QUIMAHUANCA

Está ubicada en el distrito de San Rafael a 4.006 m.s.n.m, localizada entre 10°19'56,31"S y 76°2'50,71"W. El acceso es a través del sistema vial de la carretera asfaltada Huánuco –Lima y por carretera vial (trocha carrozable) (Fig. 6). En la Tabla 1 se dan las posiciones geográficas en las que se efectuaron los muestreos.

Tabla 47.- 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 Huascacocha

Indice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Org/cm ²)	5.942	14.627	28.248
Riqueza específica (S)	23	29	27
Índice Margalef (D _{Mg})	2,542	2,978	2,541
Indice de Shannon - Weaver (H')	1,378	1,274	1,652
Equidad de Pielou (J')	0,459	0,380	0,504

Tabla 48.- N° Indiv. /0,05m²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de macrobentos, laguna Huascacocha

Indice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (N° Indiv./0,05m ²)	17	3	5
Riqueza específica (S)	1	2	1
Índice Margalef (D _{Mg})	0,706	1,116	0,217
Indice de Shannon - Weaver (H')	0,869	0,366	0,231
Equidad de Pielou (J')	0,791	1,000	1,000



Figura 6.- Vista panorámica y satelital de la Laguna Quimahuanca

La laguna Quimahuanca presenta una superficie de 277.246m², perímetro 2.406 m y parámetro morfométrico (DL) igual a 1,29 calificado como de forma subcircular (HUTCHINSON 1957, TIMMS 1992). Su profundidad varía

entre 10,50 y 11 m. La composición predominante del sustrato fue del tipo fino y la vegetación tipo césped de puna (hasta 10 m de la orilla).

Tabla 49.- Promedio de los parámetros fisicoquímicos en laguna Quimahuanca. Abril, julio, octubre, 2016

Parámetros físico químicos	Abril	Julio	Octubre	Anual
pH (UpH)	6,50	6,75	6,67	6,64
Oxígeno Disuelto (mg/L)	9,00	8,50	8,17	8,56
Dureza (mg/L)	17,10	34,20	37,05	29,45
Alcalinidad CaCO ₃ (mg/L)	51,30	51,30	22,80	41,80
Nitrógeno Amoniacal NH ₃ (mg/L)	0	0	0	0
CO ₂ (mg/L)	5,00	5,00	5,00	5,00
Cloruro (mg/L)	1,50	1,60	0,80	1,30
Temperatura agua (°C)	12,50	12,00	12,90	12,47
Nitrito (mg/L)	0	0	0	0
Turbidez (NTU)	0,77	0,65	0,65	0,69
Transparencia (m)	2,90	2,50	2,67	2,69

Parámetros físico-químicos

En la Tabla 49 se da a conocer el promedio de los parámetros evaluados en los meses de abril, julio y octubre.

Tabla 50.- Datos anuales de las Cel/L y Abundancia relativa (%) representativa del fitoplancton, laguna Quimahuanca, 2016

Grupo	Cel/L	%
Bacillariophyta	169.535	34,35
Chlorophyta	107.809	21,84
Charophyta	215.249	43,61
Chrysophyta	30	0,006
Cyanophyta	66	0,013
Dinophyta	425	0,086
Euglenophyta	430	0,087

Tabla 51.- Promedio del conteo de fitoplancton en laguna Quimahuanca. Abril, julio, octubre 2016

Géneros	Org./L			Géneros	Org./L		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	219	165.332	3.984	Charophyta	586	2.571	212.092
<i>Aulacoseira</i>		167		<i>Arthrodesmus</i>			1.042
<i>Craticula</i>		1.168	50	<i>Closterium</i>	3		17
<i>Cymbella</i>	22	5.342	208	<i>Cosmarium</i>		167	300
<i>Cyclotella</i>			83	<i>Desmidium</i>			92
<i>Diploneis</i>		167		<i>Elakatothrix</i>	37		
<i>Encyonema</i>		2.172		<i>Euastrum</i>		833	33
<i>Epithemia</i>		502	250	<i>Gonatozygon</i>	10	3	258
<i>Eunotia</i>		667	17	<i>Hyalotheca</i>	163	13	233
<i>Frustulla</i>	2		25	<i>Micrasterias</i>			33
<i>Gomphonema</i>		835	117	<i>Mougeotia</i>	22		
<i>Hannaea</i>		1.335		<i>Pleurotaenium</i>			17
<i>Navicula</i>	2	22.725	800	<i>Spondylosium</i>	2	173	17
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	2		33	<i>Staurastrum</i>	322	1.360	209.917
<i>Nitzschia</i>	37	14.007	525	<i>Staurodesmus</i>	27	22	
<i>Pinnularia</i>	50	64.522	667	<i>Xanthidium</i>			133
<i>Sellaphora</i>	5			Chrysophyta	13	0	17
<i>Stauroneis</i>	7	15.675	75	<i>Dinobryon</i>	13		17
<i>Staurosira</i>	3	2.003	67	Cyanophyta	25	8	33
<i>Surirella</i>		32.71		<i>Anabaena</i>	25	5	
<i>Tabellaria</i>	87	1.335	950	<i>Oscillatoria</i>		3	33
<i>Ulnaria</i>	2		117	Dinophyta	51	8	366
Chlorophyta	1.145	98.982	7.682	<i>Peridinium 1</i>	43	8	83
<i>Ankistrodesmus</i>	37	180	83	<i>Peridinium 2</i>	8		283
<i>Botryococcus</i>	1.047	2.585	3.792	Euglenophyta	308	30	92
<i>Coelastrum</i>		500	33	<i>Phacus</i>		2	75
<i>Crucigenia quadrata</i>	3			<i>Trachelomonas</i>	308	28	17
<i>Crucigenia</i>		15	8				
<i>Dyctiosphaerium</i>			150				
<i>Oedogonium</i>		500	400				
<i>Oocystis</i>			133				
<i>Pediatrum boryanum</i>		502					
<i>Pediatrum</i>			33				
<i>Scenedesmus</i>	58	94.700	3.033				
<i>Volvox</i>			17				

FITOPLANCTON

En la Tabla 50 se observa la abundancia relativa del fitoplancton de la laguna Quimahuanca y en la Tabla 51 el promedio de conteo de las especies registradas. El Phylum predominante fue Charophyta. De acuerdo a la distribución de la abundancia de especies en el monitoreo los géneros representativos fueron *Scenedesmus* en julio y *Botryococcus* (ambos del Phylum Chlorophyta) en julio y octubre (Tabla 51).

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: en julio está la mayor abundancia promedio con riqueza promedio de 23 géneros y la menor abundancia en abril con riqueza promedio de 19 géneros (Tabla 52).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indican mediana diversidad (Tabla 52).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: en abril y julio el promedio indica mediana diversidad y en octubre poca diversidad (Tabla 52).

Índice de equidad de Pielou: entre abril y julio la tendencia indicó similiar abundancia de especies (Tabla 52).

ZOOPLANCTON

Los grupos representativos en el zooplancton están representados en los Arthropoda con 453.868 Organismos/m³ (64,72%) y Rotifera con 247.400 Organismos/m³ (35,28%).

En la distribución de la abundancia de las especies en abril y octubre el género representativo es *Boeckella* (Phylum Arthropoda) y en julio es la especie *Kertella cochlearis* del grupo Rotifera (Tabla 53).

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se registra en octubre con riqueza promedio de seis géneros. La menor abundancia se presenta en julio con riqueza específica de siete géneros (Tabla 54).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indican baja biodiversidad (Tabla 54).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados indican poca diversidad (Tabla 54).

Índice de equidad de Pielou: los resultados indican poca abundancia (Tabla 54).

Tabla 52.- N° Individuos (Und/L), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de fitoplancton, laguna Quimahuanca

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Und/L)	2.345	266.930	224.267
Riqueza específica (S)	19	23	30
Índice Margalef (D _{Mg})	2,440	2,777	2,732
Índice de Shannon - Weaver (H')	2,046	2,372	1,334
Equidad de Pielou (J')	0,698	0,757	0,405

Tabla 53.- Promedio del conteo de zooplancton en laguna Quimahuanca. Abril, julio, octubre 2016

Grupos y géneros	Organismos/m ³		
	Abril	Julio	Octubre
Arthropoda	134.667	24.868	294.333
<i>Boeckella</i>	120.667	4.600	290.467
<i>Bosminia</i>		67	
<i>Chydorus</i>			1.067
<i>Daphnia</i>	2.133	1.400	
<i>Eucyclops</i>	10.467	16.067	333
Maxillopoda nauplio NI		2.067	
Maxillopoda Cyclopoida			1.933
Harpacticoidea NI	1.333	667	533
<i>Pleuroxus</i>	67		
Rotifera	1.200	32.267	213.933
<i>Filinia</i>	200		67
<i>Keratella cochlearis</i>	800	31267	204.067
<i>Keratella quadrata</i>			9.333
<i>Lecane</i>	67		333
<i>Philodina</i>		67	
<i>Polyarthra</i>		733	133
<i>Trichocerca</i>	133	200	

Tabla 54.- 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 Quimahuanca

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/m ³)	135.867	57.133	508.267
Riqueza específica (S)	6	7	6
Índice Margalef (D _{Mg})	0,437	0,590	0,406
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,691	0,993	0,936
Equidad de Pielou (J')	0,427	0,498	0,523

Tabla 55.- Organismos/cm² y Abundancia relativa (%) de laguna Quimahuanca, 2016

Grupo	Org/cm ²	%
Bacillariophyta	14.011	91,55
Chlorophyta	602	3,93
Charophyta	631	4,12
Cyanophyta	44	0,29
Chrysophyta	4	0,03
Dinophyta	3	0,02
Euglenophyta	10	0,07

PERIFITON

El Phylum predominante es Bacillariophyta (Tabla 55).

De acuerdo a la distribución de la abundancia de especies el género representativo es *Nitzschia* (Tabla 56).

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio está en julio con riqueza promedio de 33

géneros y la menor abundancia en octubre con riqueza específica de 30 géneros (Tabla 57).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indican mediana diversidad (Tabla 57).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: en abril y julio se registra poca diversidad, en octubre el resultado indica mediana diversidad (Tabla 57).

Índice de equidad de Pielou: los resultados indican poca igualdad en abundancia (Tabla 57).

Tabla 56.- Promedio del conteo de perifiton en laguna Quimahuanca. Abril, julio, octubre 2016

Géneros	Org./cm ²			Géneros	Org./cm ²		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	4.316	6.763	2.932	Charophyta	162	298	171
<i>Aulacoseira</i>		164		<i>Arthrodesmus</i>	17		
<i>Cymbella</i>	171	22	96	<i>Closterium</i>		6	3
<i>Diploneis</i>			1	<i>Cosmarium</i>	37	44	7
<i>Epithemia</i>		1	3	<i>Elakatothrix</i>		2	1
<i>Eunotia</i>	16	16	11	<i>Euastrum</i>	15	8	16
<i>Frustulla</i>	175	3	113	<i>Gonatyozogon</i>	9	26	24
<i>Gomphonema acuminatum</i>		2		<i>Hyalotheca</i>	4	5	1
<i>Gomphonema</i>	35	94	28	<i>Micrasterias</i>	2		
<i>Hannaea</i>	11			<i>Mougeotia</i>	43	33	68
<i>Hantzschia</i>		2		<i>Sphaerososma</i>	10		
<i>Navicula 1</i>	304	1.983	158	<i>Spondylosium</i>	7	26	1
<i>Navicula 2</i>		2		<i>Staurastrum 1</i>	16	138	46
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	6	6	9	<i>Staurastrum 2</i>		3	
<i>Nitzschia</i>	3.018	3.423	1.645	<i>Stauroidesmus</i>	1	7	3
<i>Pinnularia</i>	174	147	82	<i>Xanthidium</i>	1		
<i>Stauroneis</i>	25	14	18	<i>Zygnema</i>			1
<i>Staurosira</i>	28	20	56	Cyanophyta	18	17	9
<i>Surirella</i>			1	<i>Anabaena</i>	6	8	5
<i>Tabellaria</i>	299	669	321	<i>Oscillatoria</i>	12	9	4
<i>Ulnaria</i>	54	195	390	Chrysophyta	2	1	1
Chlorophyta	192	255	155	<i>Dinobryon</i>	2	1	1
<i>Ankistrodesmus</i>	54	55	28	Dinophyta	1	2	-
<i>Botryococcus</i>	7	14		<i>Peridinium</i>	1	2	-
<i>Bulbochaete</i>	1	3		Euglenophyta	2	5	3
<i>Closteridium</i>	4			<i>Euglena</i>		2	
<i>Coelastrum</i>	14	10	13	<i>Phacus</i>		1	
<i>Desmodesmus</i>		63		<i>Trachelomonas</i>	2	2	3
<i>Oedogonium</i>	53	96	20				
<i>Oocystis</i>	1						
<i>Pediastrum</i>	3	7	6				
<i>Pediastrum tetra</i>	2						
<i>Scenedesmus</i>	53	5	86				
<i>Stauridium tetras</i>		2	2				

MACROBENTOS

Los resultados indican 50% de presencia para los grupos Annelida y Artrópoda con seis individuos/0,05 m² cada uno. De acuerdo a la distribución de abundancia géneros, en abril se registran 4 ejemplares de *Nais* (Anélido), en abril y julio solo un ejemplar. Entre los artrópodos se se registró a *Chironomus* y *Polypedilum*, del primero 1 ejemplar en abril y octubre, del segundo 3 ejemplares en julio y uno en octubre.

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

En la Tabla 58 se observan los resultados de cada uno de los índices revisados.

Tabla 57.- N^o Individuos (Org./cm²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de perifiton, laguna Quimahuanca

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N ^o Individuos (Org./cm ²)	4.694	7.342	3.268
Riqueza específica (S)	28	33	30
Índice Margalef (D _{Mg})	3,324	3,656	3,548
Índice de Shannon - Weaver (H')	1,809	1,588	1,919
Equidad de Pielou (J')	0,561	0,453	0,565

Tabla 58.- N^o Individuos/0,05 m², Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de macrobentos, laguna Quimahuanca

Índice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N ^o Individuos (Organismos/m ³)	1	5	7
Riqueza específica (S)	1	2	2
Índice Margalef (D _{Mg})	0,0	0,481	0,703
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,0	0,347	0,683
Equidad de Pielou (J')	0,0	0,946	0,731

LAGUNA HUAMPO

Está ubicada en el distrito de San Rafael a 3.809 m.s.n.m, localizada entre 10°7'6,95"S y 76°3'48,88"W. El acceso es a través del sistema vial de la carretera asfaltada Huánuco -Lima y por carretera vial (trocha carrozable) (Fig. 7). En la Tabla 1 se dan las posiciones geográficas en las que se efectuaron los muestreos.

Presenta una superficie de 311.200 m², perímetro igual a 6.066 m y parámetro morfométrico (DL) igual a 3,07 calificado como de forma dendrítica (HUTCHINSON 1957, TIMMS 1992). Su profundidad es variable de 20,5 a 21,50 m. La composición predominantemente del sustrato fue del tipo fino y la vegetación césped de puna (hasta 10 m de la orilla).

Parámetros físico-químicos

En la Tabla 59 se da a conocer el promedio de los parámetros evaluados en los meses de abril, julio y octubre, así como el anual.

Tabla 59.- Promedio de los parámetros fisicoquímicos en laguna Huanco. Abril, julio, octubre y anual, 2016

Parámetros físico químicos	Abril	Julio	Octubre	Anual
pH (UpH)	6,5	7,25	6,50	6,75
Oxígeno Disuelto (mg/L)	8,00	8,50	8,50	8,33
Dureza (mg/L)	34,20	51,30	28,50	38,00
Alcalinidad CaCO3 (mg/L)	51,30	34,20	34,20	39,90
CO2 (mg/L)	5,00	10,00	5,00	6,67
Cloruro (mg/L)	2,40	2,40	0,80	1,87
Temperatura agua (°C)	13,50	12,00	11,30	12,27
Turbidez (NTU)	0,62	0,42	0,55	0,53
Transparencia (m)	9,00	9,00	7,17	8,39



Figura 7.- Vista panorámica y satelital de la Laguna Huampo

Fitoplancton

En la Tabla 60 se observa la abundancia relativa del fitoplancton en el que destaca el Phylum Chrysophyta y en la Tabla 61 el promedio de conteo de las especies registradas de la laguna Huanco, en la que se observa que el género que predomina es *Dinobryon* sp (Phylum Chrysophyta).

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: La mayor abundancia promedio se registra en octubre con riqueza de 21

Tabla 60.- Cel/L y Abundancia relativa (%) representativa del fitoplancton de laguna Huampo, 2016

Grupo	Cel/L	%
Bacillariophyta	4.322	2,58
Chlorophyta	10.634	6,35
Charophyta	21.454	12,81
Cyanophyta	125.370	74,83
Chrysophyta	5.614	3,35
Dinophyta	120	0,07
Euglenophyta	24	0,01

géneros. La menor abundancia se presenta en abril con riqueza de 16 géneros (Tabla 62).

Tabla 61.- Promedio del conteo de fitoplancton en laguna Huampo. Abril, julio, octubre 2016

Géneros	Org./L			Géneros	Org./L		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	284	1.339	2.699	Charophyta	203	1.300	19.951
<i>Craticula</i>		17	67	<i>Arthrodesmus</i>	47	608	16.317
<i>Cymbella</i>	122	833	1.283	<i>Closterium</i>	5	2	
<i>Epithemia</i>	3	2	33	<i>Cosmarium</i>		2	67
<i>Eunotia</i>	3			<i>Desmidium</i>			17
<i>Gomphonema</i>		2		<i>Elakatothrix</i>	107	580	2.883
<i>Hannaea</i>	3	2		<i>Gonatozygon</i>	2	37	67
<i>Navicula</i>	7	63	200	<i>Hyalotheca</i>		5	
<i>Nitzschia sigmoidea</i>			100	<i>Mougeotia</i>	20	2	
<i>Nitzschia</i>	7	20	150	<i>Spondylosium</i>	2	3	83
<i>Pinnularia</i>	2	5	33	<i>Staurastrum</i>	20	33	367
<i>Stauroneis</i>		7	17	<i>Xanthidium</i>		28	150
<i>Staurosira</i>			33	Chrysophyta	275	8.928	116.617
<i>Tabellaria</i>	137	370	750	<i>Donobryon</i>	275	8.928	116.617
<i>Ulnaria</i>		18	33	Cyanophyta	30	234	5.350
Chlorophyta	84	516	10.034	<i>Anabaena</i>	30	7	100
<i>Botryococcus</i>	77	368	6.383	<i>Oscillatoria</i>			17
<i>Crucigenia</i>		5		<i>Woronichinia</i>		227	5.233
<i>Gonium</i>	5	138		Dinophyta	117	3	-
<i>Nephrocytium</i>		3	417	<i>Peridinium</i>	117	3	
<i>Oedogonium</i>	2		67	Euglenophyta	5	2	17
<i>Oocystis</i>			3.050	<i>Euglena</i>	2		
<i>Scenedesmus</i>		2	117	<i>Phacus</i>		2	
				<i>Trachelomonas</i>	3		17

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indican que en octubre hay baja biodiversidad; en abril y julio fue de mediana diversidad (Tabla 62).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: en julio y octubre los resultados indican poca diversidad y en abril mediana diversidad (Tabla 62).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio se logra en abril (0,767) (Tabla 62).

Tabla 62.- N° Individuos (Und/L), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de fitoplancton, laguna Huampo

Indice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Und/L)	995	12.322	154.217
Riqueza específica (S)	16	22	21
Índice Margalef (D_{Mg})	2,173	2,236	1,704
Indice de Shannon - Weaver (H')	2,111	1,260	1,011
Equidad de Pielou (J')	0,767	0,402	0,332

ZOOPLANCTON

Los grupos detectados son Rotifera con 193.268 Organismos/m³ (65,03%) y Arthropoda con 103.911 Organismos/m³ (34,97%).

La distribución de abundancia de las especies se pueden observar en la Tabla 63.

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se registra en octubre con una riqueza promedio de siete géneros. La menor abundancia se presentó en abril con riqueza específica de dos géneros (Tabla 64).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indican baja biodiversidad (Tabla 64).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados indican poca diversidad (Tabla 64).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor (0,722) se obtiene en julio (Tabla 64).

PERIFITON

El Phylum predominante es Bacillariophyta (Tabla 65). De acuerdo a la distribución de abundancia de especies el género que predomina en abril y julio es *Tabellaria* y *Nitzschia* en octubre, ambos pertenecientes al Phylum Bacillariophyta (Tabla 66).

Tabla 63.- Promedio del conteo de zooplancton, laguna Huampo. Abril, julio, octubre 2016

Grupos y géneros	Organismos/m ³		
	Abril	Julio	Octubre
Arthropoda	6.734	3.134	94.043
Boeckella		2.400	89.644
Calanoide NI			333
Daphnia	267		133
Eucyclops			1.200
Macrothrix		67	200
Maxillopoda	6.467	667	2.533
Rotifera	867	4.934	187.467
Filinia			200
Keratella cochlearis	867	4.667	186.267
Keratella quadrata			1000
Philodina		200	
Trichocerca		67	

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

Riqueza y Abundancia: la mayor abundancia promedio se registra en julio con riqueza promedio de 24 géneros. La menor abundancia se presenta en abril con riqueza específica de 21 géneros (Tabla 67).

Índice de biodiversidad de Margalef: los resultados indican mediana diversidad (Tabla 67).

Índice de Diversidad Específica Shannon - Wiener: los resultados indican poca diversidad (Tabla 67).

Índice de equidad de Pielou: el máximo valor promedio (0,481) se alcanza en abril (Tabla 67).

MACROBENTOS

Los grupos detectados son Arthropoda con nueve ejemplares (64,29%) y Mollusca con cinco ejemplares /0,05 m².

Los géneros más representativos son *Hialella* en el grupo de los artrópodos y ejemplares no identificados del phylum Mollusca (Tabla 68).

Tabla 64.- 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 Huampo

Indice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/m ³)	7.600	8.067	281.511
Riqueza específica (S)	2	4	7
Índice Margalef (D _{Mg})	0,153	0,377	0,479
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,434	1,055	0,678
Equidad de Pielou (J')	0,593	0,722	0,378

Tabla 65.- Organismos/cm² y Abundancia relativa (%) representativa del perifiton de laguna Huampo, 2016

Grupo	Org/cm ²	%
Bacillariophyta	22.943	95,45
Chlorophyta	123	0,51
Charophyta	564	2,35
Cyanophyta	196	0,82
Chrysophyta	203	0,84
Dinophyta	2	0,01
Euglenophyta	3	0,01

Tabla 66.- Promedio del conteo de perifiton, laguna Huampo. Abril, julio, octubre 2016

Géneros	Org./cm ²			Géneros	Org./cm ²		
	Abril	Julio	Octubre		Abril	Julio	Octubre
Bacillariophyta	3.398	13.337	6.208	Charophyta	271	259	34
<i>Achnanthes</i>		95		<i>Arthrodesmus</i>	4	11	1
<i>Cymbella</i>	80	362	133	<i>Closterium</i>		8	1
<i>Diploneis</i>	1	1	3	<i>Cosmarium</i>	7	30	3
<i>Encyonema</i>		61		<i>Euastrum</i>	3	4	3
<i>Epithemia</i>	2	14	4	<i>Gonatozygon</i>		10	
<i>Eunotia</i>		1		<i>Hyalotheca</i>		1	
<i>Frustulla</i>	10	14	22	<i>Mougeotia</i>	246	178	26
<i>Gomphonema</i>	39	70	20	<i>Spondylosium</i>	1	5	
<i>Navicula</i>	196	2.635	521	<i>Staurastrum</i>	9	12	
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	1	4		<i>Xanthidium</i>	1		
<i>Nitzschia</i>	398	2.688	4.242	Cyanophyta	31	151	14
<i>Pinnularia</i>	22	21	13	<i>Anabaena</i>	18	117	
<i>Stauroneis</i>		1	3	<i>Merismopedia</i>	1		
<i>Surirella</i>		3		<i>Oscillatoria</i>	12	28	14
<i>Tabellaria</i>	2.640	7.363	1.145	<i>Woronichinia</i>		6	
<i>Ulnaria</i>	9	4	102	Chrysophyta	7	158	38
Chlorophyta	42	33	48	<i>Dinobryon</i>	7	158	38
<i>Ankistrodesmus</i>	1	10	4	Dinophyta	1	1	-
<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	1			<i>Peridinium</i>	1	1	
<i>Botryococcus</i>	4		13	Euglenophyta	3	-	-
<i>Bulbochaete</i>	10			<i>Trachelomonas</i>	3		
<i>Desmodesmus</i>		2					
<i>Oedogonium</i>	19	12	19				
<i>Poedogonium undulatum</i>	5						
<i>Oocystis</i>			3				
<i>Pediatrum</i>		4	3				
<i>Scenedesmus</i>	2	4	6				
<i>Stauridium tetras</i>		1					

Tabla 67.- 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 Huampo

Indice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (Organismos/cm ²)	3,760	13,938	6,342
Riqueza específica (S)	21	24	20
Índice Margalef (D _{Mg})	2,583	2,458	2,460
Índice de Shannon - Weaver (H')	1,451	1,193	1,419
Equidad de Pielou (J')	0,481	0,375	0,478

Determinación de calidad del agua mediante indicadores biológicos

En la Tabla 69 se presentan los resultados de cada uno de los índices aplicados. En general se presentó baja biodiversidad.

DETERMINACIÓN DE DIATOMEAS BENTÓNICAS

Índice Diatómico General (IDG)

Los resultados de la evaluación del IDG en cada una de las estaciones de las seis lagunas alto andinas de Huánuco se entregan en la Tabla 70.

Tabla 68.- Promedio del conteo de macrobentos, laguna Huampo. Abril, julio, octubre 2016

Grupos y géneros	N° ind./0,05 m ²		
	Abril	Julio	Octubre
Arthropoda	5		4
<i>Nais</i>			2
<i>Hyalella</i>	2		1
<i>Marilia</i>			1
Insecta, Diptera, Culicidae NI	1		
Tanypodinae NI	1		
<i>Polycentropus</i>	1		
Mollusca	2	1	2
Sphaeriidae NI		1	1
Planorbidae NI			1
NI	2		

Tabla 69.- N° Individuos (N° Indiv./0,05m²), Riqueza específica (S), Margalef (D_{Mg}), Índice de Shannon - Weaver (H') y Equidad de Pielou (J') de muestras de macrobentos, laguna Huampo

Indice de diversidad	Abril	Julio	Octubre
N° Individuos (N° Indiv./0,05m ²)	8	1	5
Riqueza específica (S)	2	1	3
Índice Margalef (D _{Mg})	1,100	0	1,838
Índice de Shannon - Weaver (H')	0,796	0	1,408
Equidad de Pielou (J')	0,909	0	0,938

Tabla 70.- Promedio del IDG de las Lagunas evaluadas durante el 2016

Laguna	Mes	IDG	Significado
Grimalma	Abril	2,68	Desaparición de especies sensibles. Polución fuerte
	Julio	3,36	Polución media. Eutrofización acentuada
	Octubre	3,04	Polución media. Eutrofización acentuada
Quiullacocha	Abril	4,35	Calidad normal. Polución débil
	Julio	2,95	Desaparición de especies sensibles. Polución fuerte
	Octubre	3,07	Polución media. Eutrofización acentuada
Mancapozo	Abril	4,21	Calidad normal. Polución débil
	Julio	4,69	Calidad biológica óptima
	Octubre	3,02	Polución media. Eutrofización acentuada
Huascacocha	Abril	3,83	Polución moderada. Eutrofización
	Julio	3,72	Polución moderada. Eutrofización
	Octubre	3,26	Polución media. Eutrofización acentuada
Quimahuanca	Abril	2,67	Desaparición de especies sensibles. Polución fuerte
	Julio	2,21	Desaparición de especies sensibles. Polución fuerte
	Octubre	2,45	Desaparición de especies sensibles. Polución fuerte
Huampo	Abril	4,24	Calidad normal. Polución débil
	Julio	3,7	Polución moderada. Eutrofización
	Octubre	2,39	Desaparición de especies sensibles. Polución fuerte

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 – 14 °C.

Los valores promedio de pH para cada una de las lagunas evaluadas se encuentran dentro del rango establecido por el MINAM (2015) que indica que el límite permisible para el cultivo de especies hidrobiológicas debe variar entre 6 y 9 y FONDEPES (2014) indica que con el rango entre 6,6 y 7,9 se logra un 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 seis 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 CO₂ se encuentran dentro del rango sugerido por el autor antes mencionado quien indica que valores < 7ppm permiten el desarrollo de la acuicultura

El rango de la dureza del agua y de la alcalinidad detectada en las seis lagunas no se encuentran dentro del rango sugerido por FONDEPES (2014) que menciona que valores entre 60 – 300 mg/L CaCO₃ 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.

En este estudio se registró el género *Boeckella* en las lagunas Huampo, Huascacocha y Quimahuanca, 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 perfiton presente en las seis lagunas evaluadas se caracterizo por los grupos taxonómicos Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Chrysophyta, Cyanophyta, Dinophyta y Euglenophyta.

En relación al fitoplancton y perfiton, 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 una polución fuerte y una calidad biológica óptima.

De acuerdo a las características morfológicas (profundidad - área) y los índices de biodiversidad, las lagunas Quiullacocha, Mancapozo y Huampo 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.
- ALATORRE. O. 2007. Calidad del Agua y Principios de Diseño en los Sistemas de Recirculación Acuicola (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.
- COATES K, REYNOLDSON T, REYNOLDSON T. 1994. Acuático oligochaete. Biología VI: Actas del Simposio Internacional sobre VI oligoquetos acuáticos. Strömstat, Suecia. 334pp.
- 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
- 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. 1987. Análisis limnológico y concentración de biocidas en peces de los ríos Ariari, Guayuriba, Humea y Meta. Revista de la Facultad de Ciencias, Universidad Javeriana. Cuad. Divulg. 11: 1 – 18.
- DONATO J. 1998. Los sistemas acuáticos de Colombia: síntesis y revision. 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. Cuad. Divulg. 35: 1-18.
- 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 Bióloga Ambiental. Quito, Ecuador.
- FERRIS H, GRIFFITHS B, PORAZINSKA D, POWERS T, WANG K, TENUTA M. 2012. Reflections on plant and soil nematode ecology: past, present and future. Journal of Nematology. 44(2): 115 – 126.
- 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 pp.
- HASLE G. 1978. Some specific preparations: diatoms. Phytoplankton manual, A. Sournia (Ed). UNESCO, Paris. 136 -142.
- HUTCHINSON G. 1957. A treatise on Limnology. Geography, Physics and Chemistry. Volume 1. John Wiley and Sons. New York. 672 pp.
- IANNAcone J, SALAZAR N, ALVARIÑO L, ARGOTA G. 2013. Rotifers and other littoral zooplankton species from the Andean lagoons of Paca and Nahuinpuquio, Junin, Peru. Neotropical Helminthology. 7(1): 133 - 142.
- JAMES H, COVICH A. 2009. Ecología y clasificación de los invertebrados de agua dulce de América del Norte. Boston. 1021 pp.
- 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.
- 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.

- MARTINS R, ALVES R. 2008. Occurrence of Naididae (Annelida: Oligochaeta) from three gastropod species in irrigation fields in southeastern Brazil. *Biota Neotrop.* 8(3): 256 -257.
- MINAM DECRETO SUPREMO N° 002-2008. MINAM [Citado Enero 2016/12]. Disponible a partir de http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/DS_002_2008%20ECAS%20AGUA.pdf.
- MINAM DECRETO SUPREMO N° 015-2015. MINAM. [Citado Enero 2016/12]. Disponible a partir de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/12/Decreto-Supremo-N%C2%B0-015-2015-MINAM.pdf>
- 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.
- MOREIRA J, GARCÍA M. 2010. Atlas de Organismos Planctónicos en los Humedales de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 251.
- NAVARRETE A. 2013. Fauna Invertebrados acuáticos. Nemátodos acuáticos. Capítulo 4. pag.96. Disponible en http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/QuintanaRoo/Tomo_2/4_Capitulo_T2_a_baja.pdf. Accedido 29 oct.
- NOVELO E. 2012. Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán-*Bacillariophyta* México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. *Fascículo 102*.
- 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.
- POURRIOT R. 1977. Food and feeding habits of the Rotifera. *Arch. Hydrobiol. Beith. (Ergebn. Limnol.)* 8: 243 - 260.
- PUJANTE A. 1997. Los artrópodos como bioindicadores de la calidad de las aguas. *Bol. SEA (Los Artrópodos y el Hombre)*. 20: 277 - 284.
- RAGASH - PERÚ. 2009. Manual de crianza. Trucha (*Oncorhynchus mykiss*). 25 pp.
- 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.
- RODRÍGUEZ E, FERNANDEZ H. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos sistemática y biología. *Fundacion Miguel Lillo. Tucuman – Argentinian*. 654 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*. Vol 13(1): 14 – 23.
- 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/MtodoscolectaidentificacinyanlisisdecomunidadeshidrobiologicasMUSM-MINAMdic2014.pdf
- VALDOVINOS C. 2004. Ecosistemas estuarinos. En: C. Werlinger (ed.), *Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos*. Tomo 2: 395 - 414.
- 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 pp.

ANEXO 1

ORGANISMOS REPRESENTATIVOS

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

Tabla a.- Organismos representativos de fitoplancton en lagunas altoandinas de Huánuco

Laguna	Monitoreo- Fitoplancton		
	Abril	Julio	Agosto
Grimalma	<i>Peridinium</i> sp.1	<i>Navicula</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.
Quiullacocha	<i>Peridinium</i> sp.1	<i>Dinobryon</i> sp.	<i>Epithemia</i> sp.
Mancapozo	<i>Peridinium</i> sp.1	<i>Peridinium</i> sp.1	<i>Nitzschia</i>
Huascacocha	<i>Botryococcus</i> sp.	<i>Botryococcus</i> sp.	<i>Botryococcus</i> sp.
Quimahuanca	<i>Botryococcus</i> sp.	<i>Scenedesmus</i> sp.	<i>Staurastrum</i> sp.
Huampo	<i>Dinobryon</i> sp.	<i>Dinobryon</i> sp.	<i>Dinobryon</i> sp.

Tabla b.- Organismos indicadores de fitoplancton en lagunas altoandinas de Huánuco

Género	Indicador	Ecosistema acuático	Referencia
<i>Botryococcus</i> sp.	Eutrofia	Léntico	MARQUEZ & GUILLOT (1998)
	Oligotrofia.	Léntico	RAMIREZ (1986b)
	Eutrofia por mezcla.	Léntico	PINILLA (2000)
	Baja mineralización.	Léntico	PINILLA (2000)
	Eutrofia (amplia distribución trófica)	Léntico	PINILLA (1995)
<i>Dinobryon</i> sp.	Oligotrofia	Léntico	RAMIREZ (1986b)
	Bajo contenido de P, alto contenido de Ca	Léntico	MARQUEZ & GUILLOT (2001)
<i>Epithemia</i> sp.	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.	NOVELO (2012) KELLY <i>et al.</i> (2005)
		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.	
<i>Navicula</i> sp.	Resistencia a pesticidas, turbulencias, sedimentos y conductibilidad altos	Lótico	DONATO (1987)
<i>Nitzschia</i> sp.	Turbulencia	Lótico	DONATO (1998)
	Mezcla	Léntico	MARQUEZ & GUILLOT (1988)
<i>Peridinium</i> sp.1	Eutrofia	Léntico	DUQUE & DONATO (1992)
	Estratificación	Léntico	DONATO (1998)
	Sucesión, hipereutrofia	Léntico	DUQUE & DONATO (1992)
<i>Scenedesmus</i> sp.	Planctónico (Hipertrofico - verano)	Aguas estancadas	BELLINGER & SIGEE (2010)
		Lagos	
		Estanques	
		Aguas corrientes Estuarios	
<i>Staurastrum</i> sp.	(Mesotrofico - otoño) Eutróficos	Lagos	BELLINGER & SIGEE (2010)

Tabla c.- Organismos representativos de zooplancton en lagunas altoandinas de Huánuco

Laguna	Monitoreo- Zooplancton		
	Abril	Julio	Agosto
Grimalma	<i>Eucyclops</i> sp.	<i>Chydorus</i> sp.	<i>Keratella cochlearis</i>
Quiullacocha	<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Keratella quadrata</i>
Mancapozo	<i>Eucyclops</i> sp.	<i>Eucyclops</i> sp.	Maxillopoda/Cyclopoida
Huascacocha	<i>Boeckella</i> sp.	<i>Boeckella</i> sp.	<i>Boeckella</i> sp.
Quimahuanca	<i>Boeckella</i> sp.	<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Boeckella</i> sp.
Huampo	(Maxillopoda/NI)	<i>Keratella cochlearis</i>	<i>Keratella cochlearis</i>

Tabla d.- Organismos indicadores de zooplancton en lagunas altoandinas de Huánuco

Género	Indicador	Ecosistema acuático	Referencia
(Maxillopoda/NI)	-----	Formas parasitas o simbioses (marino y continental)	RIBERA <i>et al.</i> (2015)
<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)
<i>Chydorus</i> sp.	Eutrofización	En los lagos y cerca de los sedimentos del fondo.	PRODUCE (2010)
<i>Eucyclops</i> sp.	-----	Se ha registrado en el lago Titicaca.	DEL SOLAR <i>et al.</i> (1970)
<i>Keratella cochlearis</i>	-----	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)
<i>Keratella quadrata</i>	Considerada buen indicador del avanzado estado de eutrofización de lagunas.	Esta especie euplanctónica es polífaga, se alimenta de detritos orgánicos, bacterias y algas.	VELASCO <i>et al.</i> (2004) POURRIOT (1977)

Tabla e.- Organismos representativos de zooplancton en lagunas altoandinas de Huánuco

Laguna	Monitoreo- Perifiton		
	Abril	Julio	Agosto
Grimalma	<i>Anabaena</i> sp.	<i>Navicula</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.
Quiullacocha	<i>Tabellaria</i> sp.	<i>Oedogonium</i> sp.	<i>Navicula</i> sp.
Mancapozo	<i>Peridinium</i> sp.	<i>Peridinium</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.
Huascacocha	<i>Tabellaria</i> sp.	<i>Tabellaria</i> sp.	<i>Tabellaria</i> sp.
Quimahuanca	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.
Huampo	<i>Tabellaria</i> sp.	<i>Tabellaria</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.

Tabla f.- Organismos indicadores representativos de perifiton en lagunas altoandinas de Huánuco

Género	Indicador	Ecosistema acuático	Referencia
<i>Anabaena</i> sp.	Mezcla turbulenta	Léntico	MÁRQUEZ & GUILLOT (1988)
	Mesotrófica	Léntico	RAMÍREZ (1986b)
	Ultraoligotrofia, estratificación térmica y química	Léntico	DUQUE & DONATO (1992)
<i>Navicula</i> sp.	Resistencia a pesticidas, turbulencias, sedimentos y conductibilidad altos	Lótico	DONATO (1987)
<i>Nitzschia</i> sp.	Turbulencia	Lótico	DONATO (1998)
	Mezcla	Léntico	MÁRQUEZ & GUILLOT (1988)
<i>Oedogonium</i> sp.	Aguas someras	Léntico	MÁRQUEZ & GUILLOT (1988)
	Aguas someras	Lótico	DONATO (1987)
	Aguas ácidas y ricas en hierro	Léntico	RAMÍREZ (1986b)
<i>Peridinium</i> sp.1	Eutrofia	Léntico	DUQUE & DONATO (1992)
	Estratificación	Léntico	DONATO (1998)
	Sucesión, hipereutrofia	Léntico	DUQUE & DONATO (1992)
<i>Tabellaria</i> sp. (*floculosa)	Mesotrófica a eutrofia	Léntico	DONATO <i>et al.</i> (1987) DUQUE & DONATO (1992)

Tabla g.- Organismos representativos de macrobentos en lagunas altoandinas de Huánuco

Laguna	Monitoreo- Macrobentos		
	Abril	Julio	Agosto
Grimalma	<i>Chironomus</i> sp.	NI (Nematoda)	<i>Nais</i> sp.
Quiullacocha	-----	<i>Nais</i> sp.	<i>Nais</i> sp.
Mancapozo	-----	----	<i>Chironomus</i> sp.
Huascacocha	NI(Insecta /Trichoptera)	<i>Polypedilum</i> sp. NI (Insecta/Trichoptera) NI (Sphaeriidae) <i>Nais</i> sp.	NI (Sphaeriidae) NI (Planorbidae)
Quimahuanca	<i>Chironomus</i> sp. <i>Nais</i> sp.	<i>Polypedilum</i> sp.	<i>Nais</i> sp.
Huampo	<i>Hyalella</i> sp.	NI (Sphaeriidae)	<i>Nais</i> sp.

Tabla h.- Organismos indicadores representativos de macrobentos en lagunas altoandinas de Huánuco

Género	Indicador	Ecosistema acuático	Referencia
<i>Chironomus</i> sp.	Mundialmente 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>Hyalella</i> sp.	La polución y subpolución de los cuerpos de agua pueden originar que el cuerpo de <i>Hyalella</i> presente variaciones.	Cuenta con más de 60 especies descritas, de las cuales al menos 50 son sudamericanas. En Perú se registró en el Baño del Inca, Cajamarca.	James & Covich (2009) RODRIGUEZ (2009) DEL SOLAR <i>et al.</i> (1970)
<i>Nais</i> sp.	Ambientes bentónicos con alta carga orgánica, suelen ser muy abundantes los oligoquetos <i>Tubificidae</i> (<i>Tubifex</i> , <i>Potamothrix</i> , <i>Limnodrilus</i> , <i>Isochaetides</i> , <i>Epirodilus</i> , <i>Bothrioneurum</i>) mientras que en otros no tan extremos son frecuentes los <i>Naididae</i> .	Especies de oligoquetos <i>Naididae</i> comúnmente habitan sedimentos o ríos, arroyos y lagos. Debido a su gran habilidad para nadar, son capaces o explorar los hábitats bentónicos como macrófitos acuáticos, esponjas, larvas de odonatos y moluscos. Cosmopolitas	VALDOVINOS (2004) MARTINS & ALVES (2008) COATES <i>et al.</i> (1994)
NI Insecta/Trichoptera	Orden Trichoptera, intolerante a las condiciones de contaminación orgánica	Orden de insecto acuático.	PUJANTE (1997)
NI Nematoda	Uno de los grupos más estudiados por su utilidad como indicadores ambientales son los nemátodos. La nematofauna en todo su conjunto (terrestre y acuática) se utiliza para inferir el estado y las condiciones de las redes tróficas y las funciones en ecosistemas naturales y manejados	Los nematodos de vida libre viven en el suelo, en los sedimentos de los océanos y agua dulce, mientras que otros parasitan a muchos animales y plantas.	NAVARRETE (2013) FERRIS <i>et al.</i> (2012).
NI Planorbidae	Índice ABI/BMWP: calidad del agua: 3. De una escala de 10 (menos tolerante) a 1 (más tolerante)	Agua continental	Ríos <i>et al.</i> (2014)
NI Sphaeriidae	Índice ABI/BMWP: calidad del agua: 3.	Agua continental	Ríos <i>et al.</i> (2014)
<i>Polypedilum</i> sp. (Chironomidae)	Índice ABI/BMWP: calidad del agua: 2.	Agua continental	Ríos <i>et al.</i> (2014)